

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

100 PROJETOS

(87 com desenho das placas de circuito impresso)

NEWTON C. BRAGA

Mais de 2.800.000 pessoas já compraram as obras deste consagrado autor em todo mundo

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

Newton C. Braga

Nº 1 - 2002 - 1ª EDIÇÃO



Rua Jacinto José de Araújo, 315/317 - Tatuapé

CEP.: 03087-020 - São Paulo - Brasil

(11) 6192-4700

www.editorasaber.com.br

Copyright by
EDITORA SABER LTDA.

- nº 1 - 2002 -

1ª edição

Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfilmicos, 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).

INTERFACE TRIAC	7	SENSOR SPST	54
DETECTOR DE RUÍDOS	8	SCR COM RETARDO	55
INTERFACE PARALELA - 1	9	CONTROLE LINEAR DC	56
BIESTÁVEL 4013	10	EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 2	57
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO UCN4202	11	PISCA-PISCA COM RELÉ	58
PONTE H MISTA	12	SÉRIE/ PARALELO 2	50
DIMMER	13	CHAVE DE ONDA COMPLETA COM SCR	60
GERADOR DE TENSÃO NEGATIVA	14	PWM ANTI-FASE COM O 555 - 2	61
INTERFACE PC	15	EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 3	62
DETECTOR DE AUSÊNCIA DE PULSO	16	OSCILADOR 555 COM CICLO ATIVO	63
PWM DE POTÊNCIA	17	TIMER 555	64
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO - 2	18	CROWBAR COM RETARDO	65
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO DE DUAS FASES..	19	OSCILADOR DE BLOQUEIO	66
OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ	20	REVERSÃO DE MOTOR DC	67
PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE	21	OSCILADOR DE DUPLO T	68
CONTROLE PWM-1	22	FONTE SIMÉTRICA	69
PONTE H - DARLINGTON	23	OSCILADOR HARTLEY	70
PONTE H COM FEEDBACK	24	FOTO-SCR	71
EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 1	25	PRÉ-AMPLIFICADOR DE ALTA IMPEDÂNCIA	72
PWM-2	26	TIMER SENSÍVEL - 1	73
PONTE H COM LÓGICA	27	TIMER FET	74
PWM ANTI-FASE COM O 555	28	CONDICIONADOR DE CONTATO	75
COMPARADOR NEGATIVO DE TENSÃO	29	GERADOR DE PASSO	76
DIMMER COM TRIAC	30	OSCILADOR DE 100 MHZ	77
FONTE DE 6 V/1 A	31	TIMER SENSÍVEL - 2	78
REOSTATO DC	32	OSCILADOR COMPLEMENTAR CMOS	79
FONTE DE 12 V/1 A	33	FOTODISPARADOR	80
INDICADOR DE FUSÍVEL ABERTO	34	PRÉ-AMPLIFICADOR DE BAIXA IMPEDÂNCIA	81
EXCITADOR SMA	34	LED EM 110/220 V	82
PROTEÇÃO CROWBAR AC	35	FOTO MONOESTÁVEL 1	83
SENSOR TACOMÉTRICO	36	FOTO MONOESTÁVEL 2	84
OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ - 2	37	FOTO-RELÉ 1	85
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO	38	FOTO-RELÉ 2	86
PROTEÇÃO CROWBAR DC	38	FOTO-RELÉ 3	87
SÉRIE - PARALELO 1	39	FOTO-RELÉ 4	88
OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ - 3	40	SEQÜENCIAL 4017	89
PULSADOR SONORO	41	DETECTOR DE FM	90
COMPARADOR POSITIVO DE TENSÃO	42	INTERRUPTOR COM RETARDO 1	91
INTERRUPTOR DE POTÊNCIA	42	TOQUE-FET	92
MICRO-SINALIZADOR	43	DIVISOR POR 2/4	93
TRANSMISSOR SIMPLES DE FM	44	TRANSMISSOR INFRAVERMELHO	94
REOSTATO DARLINGTON	45	GERADOR ULTRASSÔNICO	95
SIMPLES RÁDIO AM	46	TRANSMISSOR VIA REDE	96
CONTADOR BCD	47	COMPARADOR DE JANELA	97
AMOSTRAGEM E RETENÇÃO	48	RECONHECEDOR DE TOM	98
SINALIZADOR DE ALTA POTÊNCIA	49	GERADOR SEQÜENCIAL	99
FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 1	50	INTERFACE ISOLADA	100
FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 2	51	AQUISIÇÃO DE DADOS	101
REOSTATO PNP	52	COMPARADOR DE JANELA 2	102
ESPANTA PERNILONGOS	53	INVERSOR	103

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.

INTERFACE TRIAC

Este circuito simples possibilita o controle de cargas de alta potência ligadas à rede de energia de 110/220 V a partir dos sinais da porta paralela de um computador.

O elemento básico do projeto é um opto-acoplador que pode ser o 4N26 ou equivalente. Observe que o circuito de acionamento é totalmente isolado do circuito de carga.

A corrente máxima controlada depende do TRIAC usado. Para o TIC226 esta corrente é de 6 A. O TRIAC deve ser montado em radiador de calor apropriado e a sua tensão de alimentação determina o seu sufixo (sua tensão máxima de trabalho).

Utilize sufixo B para a rede de 110 V e sufixo D para a rede de 220 V. Veja que este circuito aciona a carga quando a saída do PC está no nível alto. Na **figura 1.1** mostramos o circuito completo da Interface.

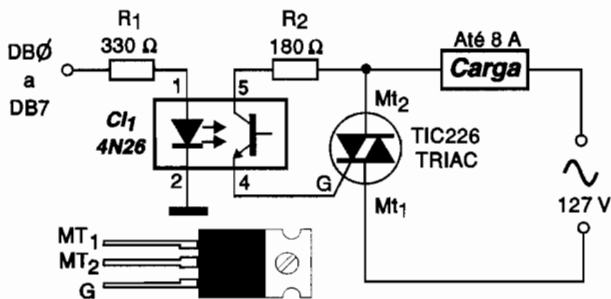


Figura 1.1

Na **figura 1.2** temos a sugestão da placa de circuito impresso. Mantenha as trilhas de alta corrente do TRIAC largas, de acordo com a intensidade da corrente que deve ser controlada.

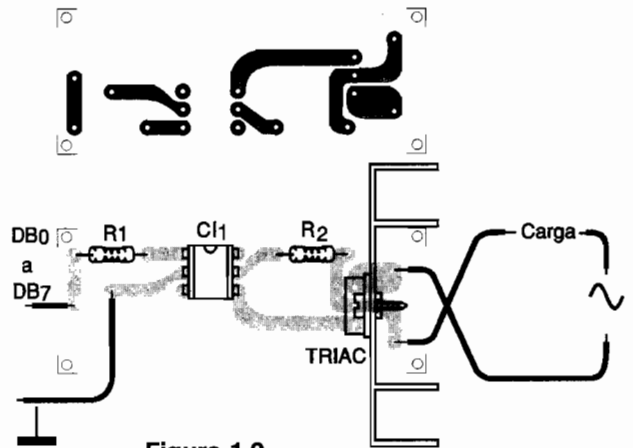


Figura 1.2

Lista de Material

TRIAC - TIC226 ou equivalente - de acordo com a rede (ver texto)

Cl₁ - 4N25/26 ou 27 - acoplador óptico

R₁ - 330 Ω x 1/8 W - resistor (laranja, laranja, marrom)

R₂ - 180 Ω x 1/2 W - resistor (marrom, cinza, marrom)

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

INFORMAÇÃO

- 4N25/4N26/4N27/28

Acopladores ópticos com saída empregando fototransistor.

• Características:

Tensão direta no LED (V_f): 2,0 V (máx)

Corrente contínua direta no LED: 60 mA (máx)

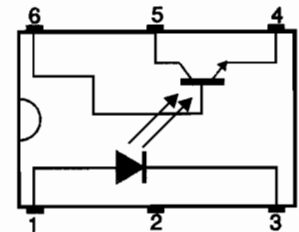
Tensão máxima coletor-emissor no fototransistor (V_{ceo}): 30 V (máx)

Corrente máxima de coletor do fototransistor (I_c): 150 mA

Tensão máxima de isolamento: 7500 V

Corrente emissor/coletor de fuga (no escuro): 4N25/26/27: 50 nA

4N28: 100 nA.



4N25/26/27/28

Figura 1.3

DETECTOR DE RUÍDOS

O circuito mostrado serve para detectar ruídos (EMI) em ambientes onde estejam instaladas máquinas industriais ou outros equipamentos que os produzem ou que sejam sensíveis a eles. Ele não é sintonizado (aperiódico) e, com isso, detecta uma ampla gama do espectro que aparece na sua saída de forma a poder ser visualizada em um osciloscópio. A antena consiste de uma vareta de 30 a 80 cm (telescópica) e o choque XRF₁ deve ser de 470 μH ou 1 mH. Esse choque pode ser enrolado num bastão de ferrite com 200 espiras de fio 28 ou mais fino. A saída para o osciloscópio tem que ser feita com fio blindado e o resistor R₁ pode ser alterado de modo a melhorar o ganho do circuito ou, eventualmente, corrigir distorções. O diodo deve ser de germânio com a possibilidade de emprego de equivalentes ao 1N34 para um melhor desempenho do circuito. A alimentação é feita com duas pilhas pequenas ou mesmo do tipo "palito".

O circuito completo do detector de ruídos é ilustrado na figura 2.1.

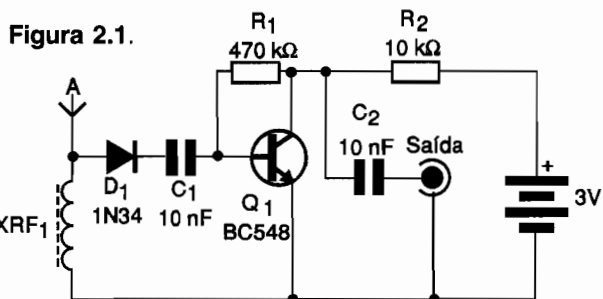


Figura 2.1.

Uma sugestão de placa de circuito impresso para essa montagem é dada na figura 2.2.

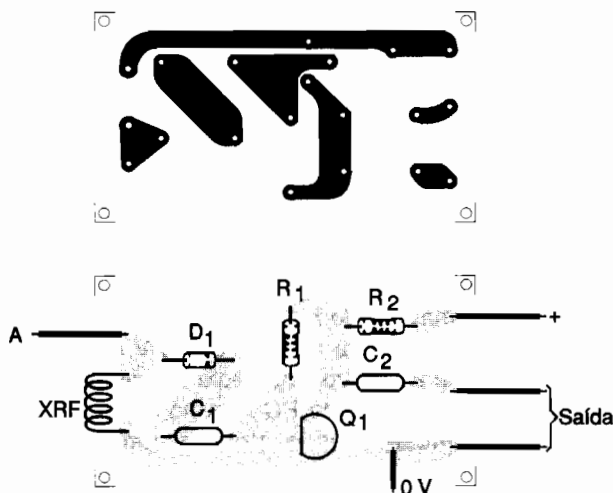


Figura 2.2

Lista de Material

- Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D₁ - 1N34 ou equivalente - diodo de germânio
- XRF₁ - Choque de 470 μH ou 1 mH - ver texto
- A - antena telescópica
- R₁ - 470 kΩ x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, amarelo)
- R₂ - 10 kΩ x 1/8W - resistor (marrom, preto, laranja)
- C₁, C₂ - 10 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- Diversos: Duas pilhas (3V), placa de circuito impresso, fios, solda.

INFORMAÇÃO

RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS CIRCULARES E ANGULARES

Em projetos que envolvem ângulos de fases ou rotação de peças móveis (Mecatrônica) é importante saber converter ângulos expressos em graus para radianos. A tabela e as relações a seguir, são úteis:

Dados: 360 graus = 2 π radianos
1 radiano = 57,2958 graus

Graus	Radianos	Radianos
0	0	0
15	π/12	0,26
30	π/6	0,52
45	π/4	0,79
60	π/3	1,05
75	5 π/12	1,31
90	π/2	1,57
120	2 π/3	2,10
150	5 π/6	2,62
180	π	3,14
270	3 π/2	4,71
360	2 π	6,28

INTERFACE PARALELA - 1

Sinais de controle para um circuito externo podem ser obtidos com essa configuração a partir dos sinais da porta paralela de um PC. A alimentação do circuito integrado deve ser feita com fonte independente e o terra é comum a esta fonte e ao circuito do PC. O *trimpot* de 10 kohms serve para ajustar o limiar do disparo. O circuito pode ser usado para excitar etapas de potência no controle de relés e outros dispositivos. A corrente de saída máxima que ele pode fornecer é da ordem de 2 mA, devendo haver uma interface para o acionamento de cargas de maior potência. Outros comparadores de tensão e mesmo amplificadores operacionais podem ser utilizados na mesma função. O circuito para um comparador (dos 4 existentes em um LM324) é apresentado na **figura 3.1**.

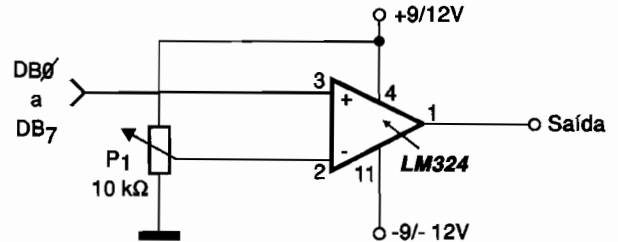


Figura 3.1

Como é possível implementar de um a quatro desses circuitos com base no CI, não damos a placa de circuito impresso nem a lista de materiais (apenas dois componentes são usados).

INFORMAÇÃO

Na **figura 3.2** mostramos o uso básico dos comparadores de tensão. Em (a) temos o comparador positivo e em (b) o comparador negativo de tensão.

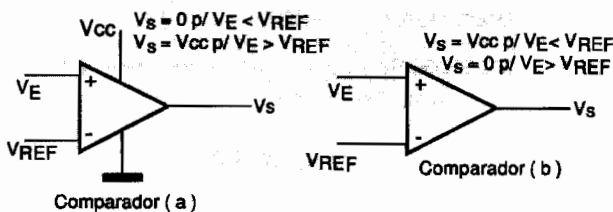
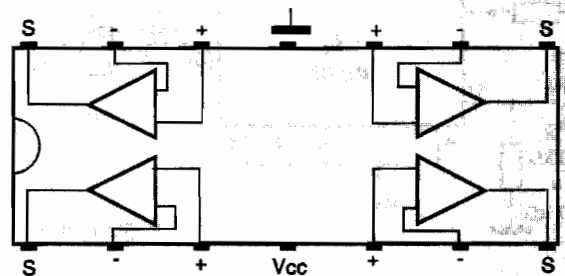


Figura 3.2

- LM124/224/324

Amplificador operacional quádruplo de baixa potência (comparadores de tensão) - **figura 3.3**.



LM124/LM224/LM324

Figura 3.3

• Características:

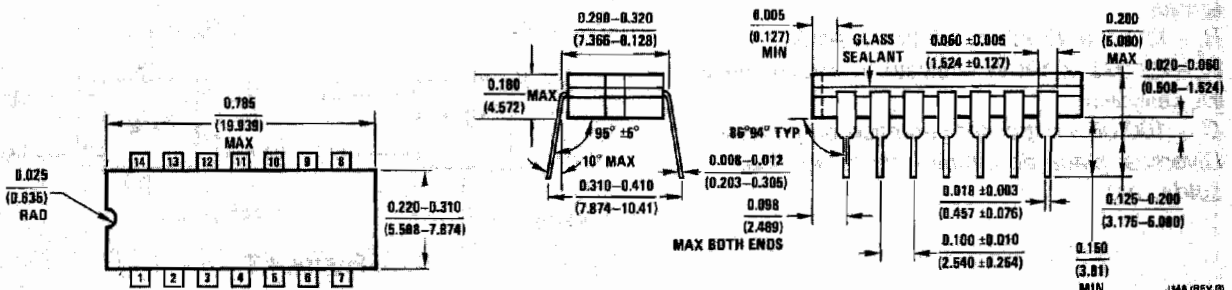
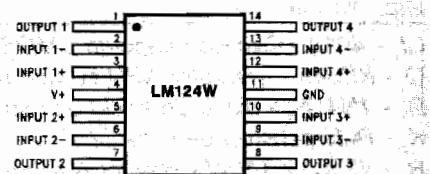
Ganho DC de tensão: 100 dB (100 V/mV)

Faixa passante: 1 MHz

Corrente de alimentação: 45 nA (típica)

Corrente máxima de saída: 20 mA (15 V de alimentação)

Faixa de tensões de alimentação: 3 a 32 V (simples) ou 1,5 a 16 V (simétrica).



BIESTÁVEL 4013

O circuito exibido na **figura 4.1** pode ser de utilidade em aplicações que envolvam controle e temporização. Um pulso de entrada aciona o relé, que assim permanece até a vinda do pulso seguinte. A ação biestável vem de um dos *flip-flops* encontrados no 4013. O relé deve ter tensão de acordo com a usada na alimentação e contatos com corrente apropriada à carga controlada. O pulso de entrada deve ser retangular. O capacitor de 100 nF e o resistor de 47 kohms no pino 10 formam um sistema de *autoreset* ao ligar a alimentação. Nesta aplicação, apenas um dos *flip-flops* dos dois disponíveis no 4013 foi utilizado. O pulso de entrada tem que ser retangular, compatível com lógica CMOS. Etapas de maior potência podem ser ligadas na saída para o acionamento direto de cargas. O diodo pode ser de qualquer tipo de uso geral, tal como o 1N4148.

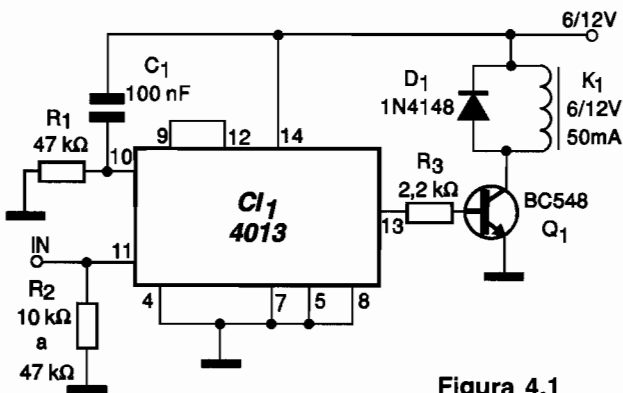


Figura 4.1

Na **figura 4.2** damos uma sugestão de montagem em placa usando um relé com invólucro DIL (DIP) em que apenas um par de contatos é usado.

As trilhas dos contatos do relé devem ser de acordo com a intensidade da corrente do circuito controlado.

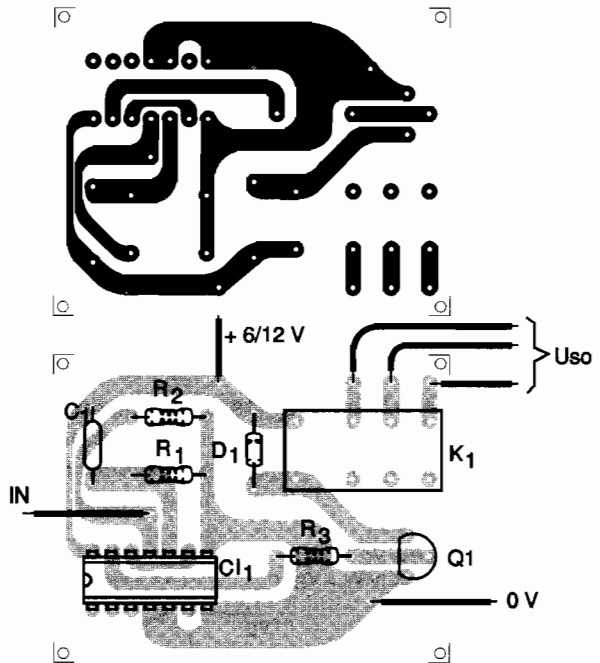


Figura 4.2

Lista de Material

- CI_1 - 4013 - Circuito integrado CMOS
- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de silício de uso geral
- K_1 - Relé sensível de 6 ou 12 V
- R_1 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, laranja)
- R_2 - 10 k Ω a 47 k Ω x 1/8 W - resistor
- R_3 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÕES

- 4013

Duplo *Flip-Flop* Tipo D; (figura 4.3).

Faixa de tensões de operação: 3 a 15 V

Corrente máxima de saída (10 V): 4,5 mA

Tempo de propagação: 60 ns (10 V)

Corrente quiescente: 0,5 mA (10 V).

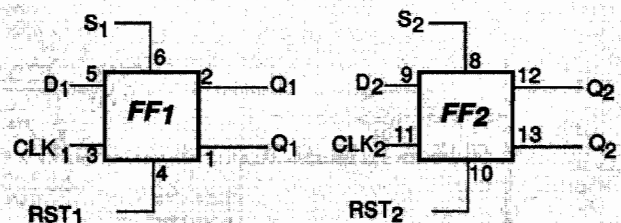


Figura 4.3

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO UCN4202

O circuito integrado UCN4202 contém todos os elementos para o controle de um motor de passo com corrente de até 500 mA por enrolamento.

Esse circuito tem uma alimentação independente de 5 V que possibilita seu funcionamento com sinais da porta paralela de um PC ou ainda de lógica TTL e CMOS.

A entrada **DIR** determina o sentido de rotação do motor, a entrada **disp.** determina a velocidade pela aplicação dos pulsos e a entrada **set** possibilita a frenagem do motor.

Na **figura 5.1** temos a aplicação típica desse circuito integrado.

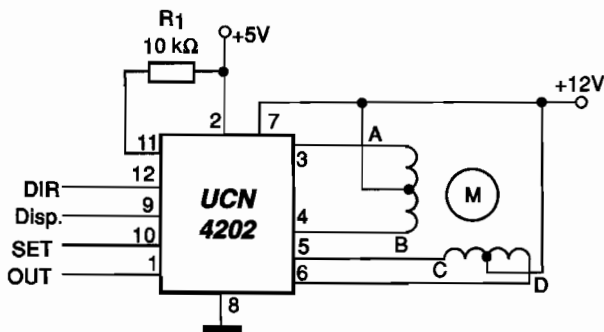


Figura 5.1

Na **figura 5.2** vemos como são as formas de onda aplicadas na saída para fazer o motor girar.

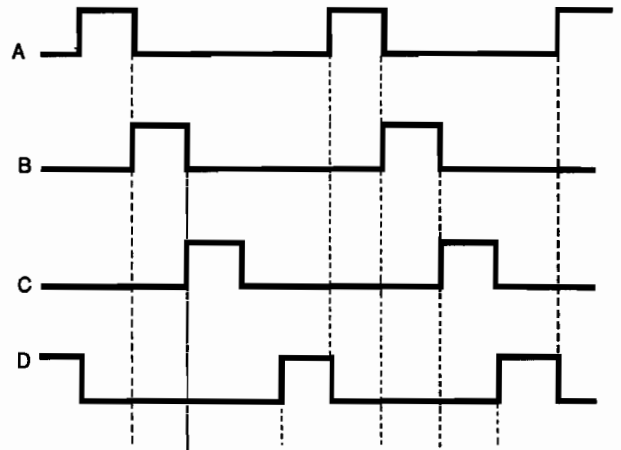


Figura 5.2

Lista de Material:

CI₁ - UCN4202 - circuito integrado
 M - Motor de passo de 4 fases com até 500 mA
 R₁ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda etc.

INFORMAÇÃO

UCN4202

Circuito Integrado Controlador de Motor de Passo (figura 5.3).

Este circuito pode controlar diretamente um motor de passo com uma entrada serial.

- Sinais

DIR - determina o sentido de rotação

Disp (trigger) - disparo (pulsos de entrada)

STEP EN - habilita o passo do motor

Out EN - habilitação do sinal

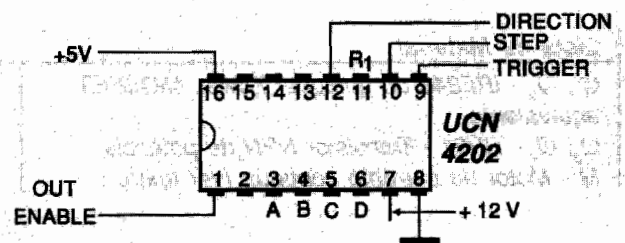


Figura 5.3

PONTE H MISTA

A ponte H da **figura 6.1** controla motores de até 2 A com tensões de alimentação na faixa de 5 a 18 V. Os sinais nas entradas IN1 e IN2 determinam o sentido de rotação do motor e não podem ter ambos nível alto ao mesmo tempo. Os transistores de efeito de campo de potência podem ser de qualquer tipo de acordo com a corrente do motor, e assim como os transistores bipolares, devem ser montados em radiadores de calor. Os sinais devem ter uma amplitude mínima de 2 V e o circuito pode ser excitado a partir de funções lógicas CMOS ou TTL. Dependendo do ganho dos transistores bipolares usados, os resistores de base precisarão ser alterados na faixa de 470 ohms a 2,2 kohms para que se obtenha o melhor desempenho. Uma sugestão de placa de cir-

cuito impresso para essa ponte é mostrada na **figura 6.2**.

Observe que as trilhas para o motor e alimentação devem ser alargadas de acordo com a intensidade da corrente a ser controlada.

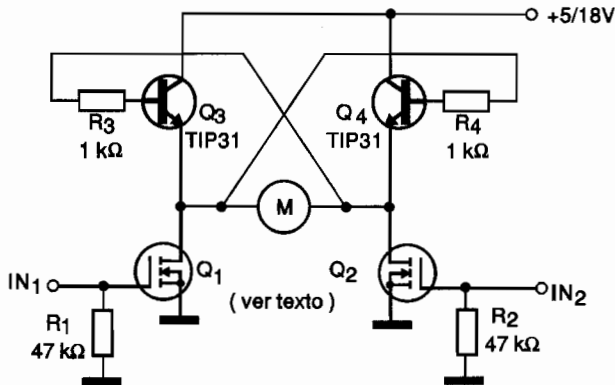


Figura 6.1

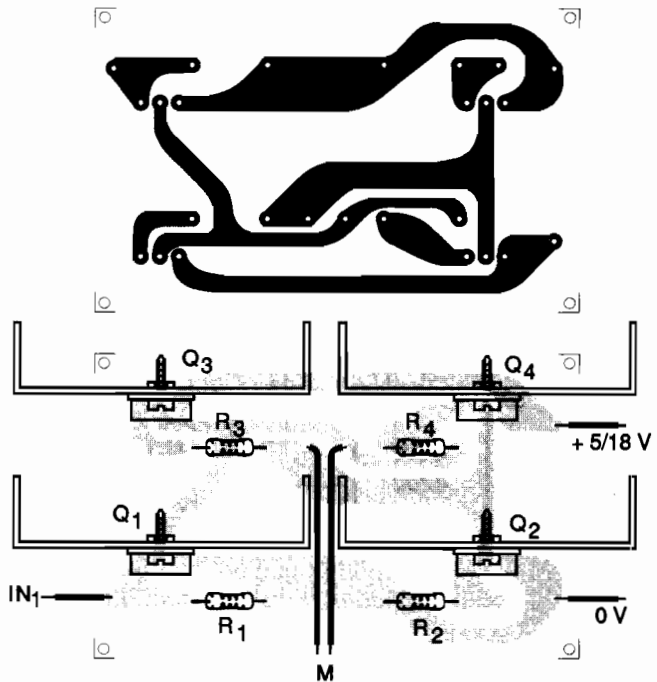


Figura 6.2

Lista de Material

Q_1, Q_2 - IRF240 ou qualquer Power -MOSFET equivalente

Q_3, Q_4 - TIP31 - Transistor NPN de potência

M - Motor de corrente contínua (ver texto)

R_1, R_4 - 1 kΩ x 1/8 W - resistores (marrom, preto, vermelho)

Diversos: Placa de circuito impresso, radiadores de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

IRF240/241/242/243

IRF640/641/642/643

MOSFETs de Potência de Canal N; (figura 6.3).

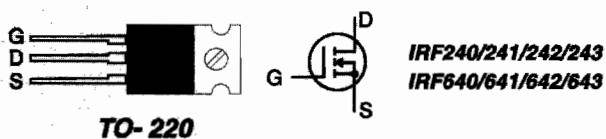


Figura 6.3

• Características:

Componente	V _{ds}	R _{ds(on)}	I _p
IRF240/640	200 V	0,18 Ω	18 A
IRF241/641	150 V	0,18 Ω	18 A
IRF242/642	200 V	0,22 Ω	16 A
IRF243/643	150 V	0,22 Ω	16 A

Dissipação máxima: 125 W

Corrente máxima de *gate* (pulsada): 1,5 A (dc).

DIMMER

O *dimmer* ou controle de potência para cargas de corrente alternada, apresentado na **figura 7.1**, pode ser utilizado com cargas de até 1 A se os diodos da ponte forem os 1N4004 (para 110 V) ou 1N4007 (para 220 V). Para diodos de maior corrente, por ex. 1N5404 para a rede de 110 V e 1N5407 para a rede de 220 V, o SCR usado pode controlar correntes de até 3 A.

O SCR deve ser dotado de radiador de calor e, eventualmente, C_1 deve ser alterado para se obter a faixa completa de potência de controle. A lâmpada néon pode ser de qualquer tipo comum.

O capacitor C_1 deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 150 V. A lâmpada neon poderá ser substituída por um DIAC. Observamos que esse circuito está ligado diretamente à rede de energia devendo haver, portanto, precauções contra a possibilidade de choques elétricos. Também observamos que a comutação rápida do SCR pode causar interferências em receptores de rádio e TV próximos, principalmente naqueles operando nos canais baixos ou em AM.

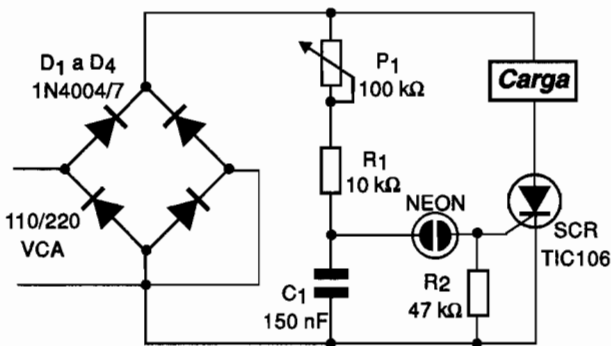


Figura 7.1

Uma sugestão de placa de circuito impresso para esse circuito é dada na **figura 7.2**.

As trilhas das correntes principais devem ser engrossadas de acordo com a intensidade da corrente da carga.

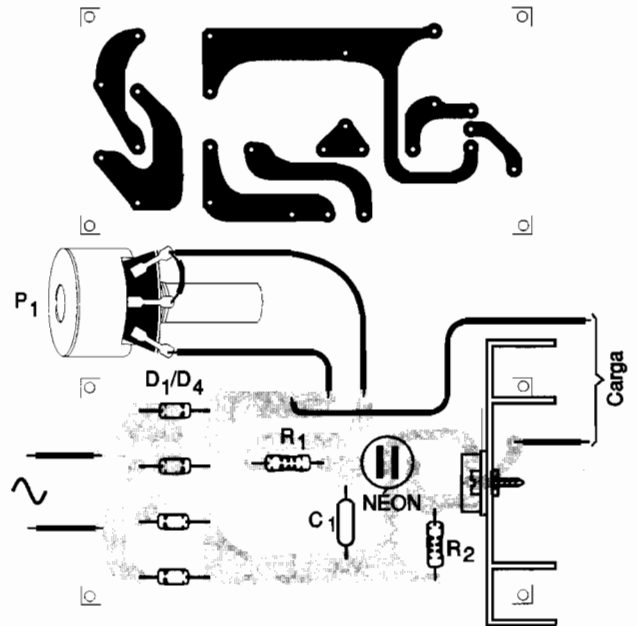


Figura 7.2

Lista de Material

- SCR - TIC106B ou D - conforme rede - SCR
- D_1 a D_4 - 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V) para correntes até 2 A - para correntes maiores usar os diodos 1N5404 (110 V) ou 1N5407 (220 V)
- NEON - lâmpada néon comum
- P_1 - 100 kΩ potenciômetro linear
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_2 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, laranja)
- C_1 - 150 nF x 100V (ou mais) - capacitor de poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TIC106

SCRs para correntes máximas de 3,2 A; (figura 7.3)

	Tensão de pico, de operação
TIC106Y	30 V
TIC106F	50 V
TIC106A	100 V
TIC106B	200 V
TIC106C	300 V
TIC106D	400 V

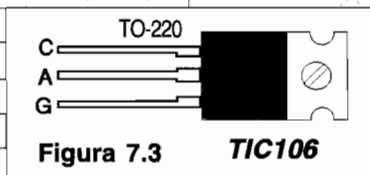


Figura 7.3 TIC106

• Características:

- Corrente média de controle: 3,2 A
- Corrente de disparo: 60 μA (tip)
- Tensão de disparo: 0,8 V (tip)
- Corrente de manutenção: 8 mA (máx)
- Queda de tensão em condução: 1,7 V (tip).

GERADOR DE TENSÃO NEGATIVA

O circuito da **figura 8.1** pode ser empregado para gerar tensões de polarização negativa em circuitos que a exijam. Trata-se de um conversor DC/DC simplificado feito com elementos tradicionais. O transformador tem um enrolamento de 6+6 V com corrente na faixa de 150 a 300 mA.

Não importa a tensão do primário, pois esse enrolamento não será utilizado.

O resistor de 10 kohms pode ser alterado na faixa de 2,2 kohms a 47 kohms para se obter melhor desempenho na aplicação desejada.

A corrente obtida na saída negativa é relativamente baixa, da ordem de algumas dezenas de miliampères no máximo. Observamos também que

o enrolamento de alta tensão do transformador pode ser usado para acionar uma lâmpada néon ou mesmo em outras aplicações. As outras portas do 4093 podem ser usadas em outras funções, pois são independentes. Dependendo da corrente do transformador e da tensão de alimentação, o transistor poderá precisar de radiador de calor. A tensão de isolamento do capacitor deve ser de pelo menos 25 V.

Uma sugestão de placa de circuito impresso para esse projeto é mostrada na **figura 8.2**.

Não se esqueça de colocar o dissipador de calor em Q_1 .

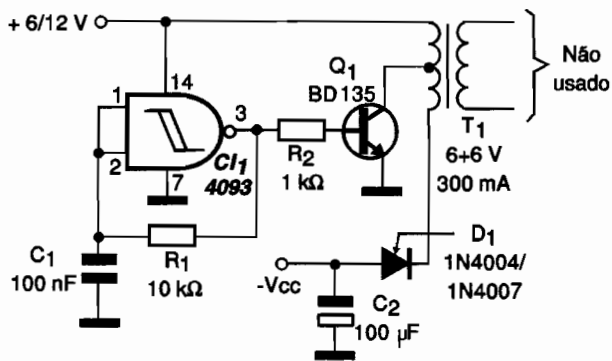


Figura 8.1

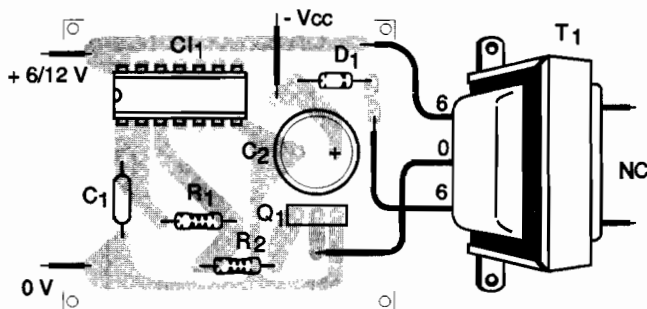
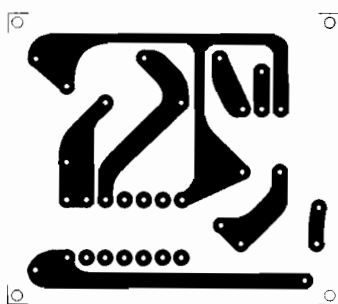


Figura 8.2

INFORMAÇÃO

BD135/137/139

Transistores NPN de média potência; (figura 8.3).



BD135/137/139

Figura 8.3

• Características:

	BD135	BD137	BD139	Unidade
V _{cb0} (máx)	45	60	100	volts
V _{ce0} (máx)	45	60	80	volts
P _{tot} (máx)	8	8	8	watts
hFE	40-250	40-250	40-250	min/máx
I _c (máx)	1	1	1	ampère

Lista de Material

- CI₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
- Q₁ - BD135 ou equivalente - transistor NPN de média potência
- D₁ - 1N4004 ou 1N4007 - diodo de silício
- T₁ - Transformador com qualquer primário (110 ou 220 V) e secundário de 6 +6 V com corrente entre 100 e 300 mA
- R₁ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- C₁ - 100 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
- C₂ - 100 µF/40 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para Q₁, fios, solda, etc.

INTERFACE PC

Com o circuito da **figura 9.1** é possível controlar um relé e, a partir dele, qualquer carga externa com os sinais disponíveis na porta paralela de um PC. O circuito que aciona no nível alto o relé empregado deve ter uma bobina de 12 V com corrente de acionamento de no máximo 50 mA. A alimentação do circuito deve ser separada do PC. O terra do diodo emissor do acoplador é o terra do PC. Observe que a alimentação do relé é independente da entrada. Assim, o terra do diodo emissor do 4N26 é o terra do PC, enquanto que o terra no emissor do transistor é o terra da fonte de 12 V. O resistor de 2k Ω , eventualmente, poderá ser alterado caso haja dificuldade em se obter o disparo do relé. Opto-acopladores equivalentes ao 4N26 podem ser utilizados (veja neste livro mais informações sobre o 4N26 e sua série).

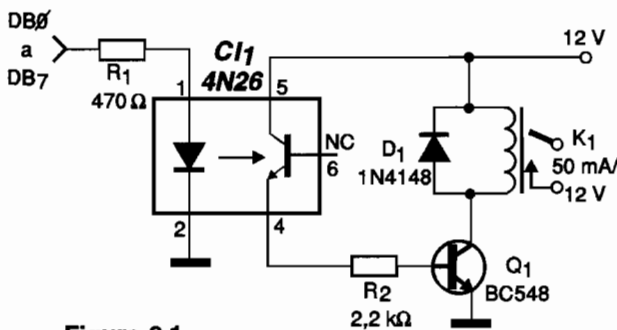


Figura 9.1

Na **figura 9.2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para esse circuito.

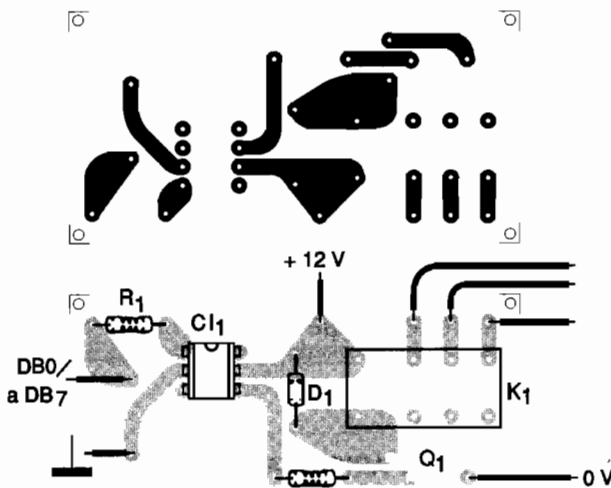


Figura 9.2

Lista de Material

- Cl_1 - 4N26 ou equivalente - acoplador óptico
- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de silício de uso geral
- R_1 - 470 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, marrom)
- R_2 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
- K_1 - Relé sensível de 12 V com bobina de no máximo 50 mA
- Diversos: placa de circuito impresso, conector e cabo para porta paralela, fonte de 12 V, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Pinagem da Porta Paralela do PC

Na **figura 9.3** temos a pinagem do conector DB-25 da Porta Paralela do PC.

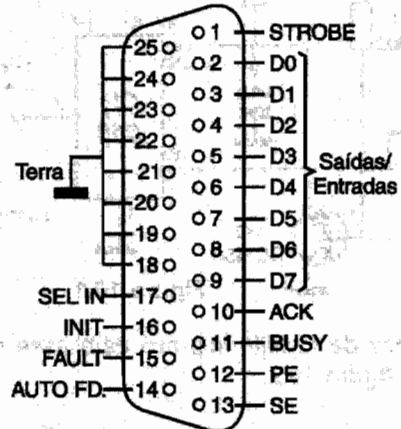
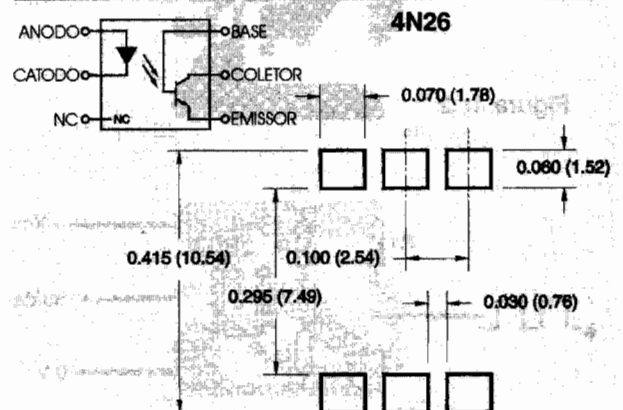


Figura 9.3



DETECTOR DE AUSÊNCIA DE PULSO

O circuito na **figura 10.1** é de grande utilidade em aplicações de controle e monitoria de sinais. Na saída, teremos um pulso negativo quando um pulso do sinal de entrada faltar numa seqüência que deve ter freqüência fixa. R e C devem ser calculados para comporem uma constante de tempo maior do que a de um pulso de entrada, porém menor do que a de dois pulsos de entrada. O circuito pode ser alimentado com tensões de 5 a 15 volts. O sinal de entrada deve ser retangular. Transistores equivalentes ao BC558 podem ser utilizados. Observamos que a tensão de disparo do circuito deve cair a pelo menos 1/3 da alimentação usada. A saída deste circuito pode ser empregada para alimentar uma etapa de potência ou ainda disparar um outro 555 que gere um sinal por tempo determinado, acionando um alarme ou sistema de aviso.

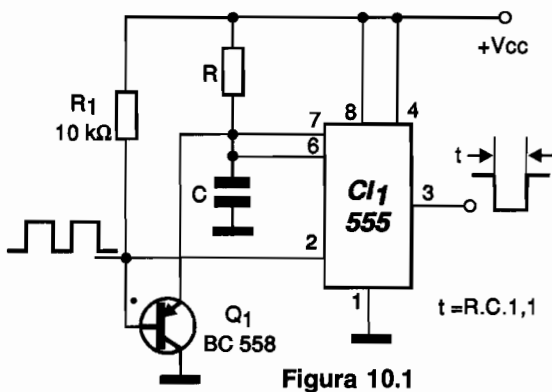


Figura 10.1

A placa de circuito impresso para esse circuito é dada na **figura 10.2**.

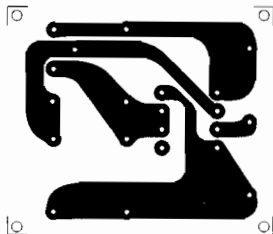
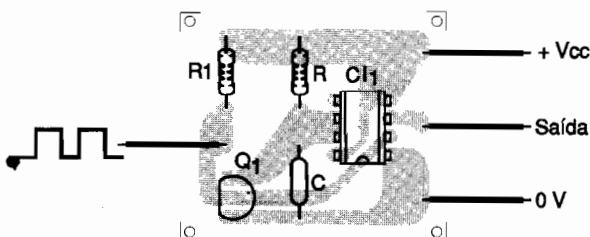


Figura 10.2



Lista de Material

- CI₁ - 555 - circuito integrado
- Q₁ - BC558 - transistor PNP de uso geral
- R₁ - 10 kΩ 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R - resistor (ver texto)
- C - capacitor (ver texto)
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

555 - Monoestável

Na **figura 10.3** temos a configuração básica do 555 como monoestável.

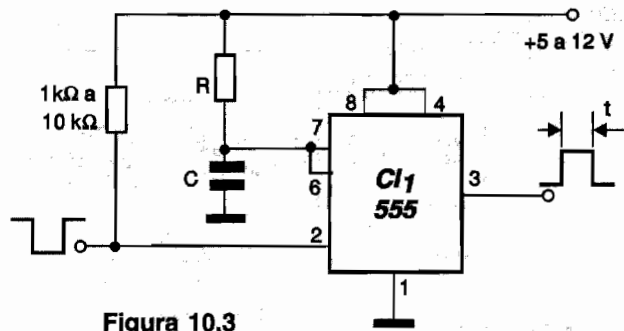


Figura 10.3

A saída permanecerá no nível alto por um intervalo de tempo dado por:

$$t = 1,1 \times R \times C$$

Onde:

- . t é dado em segundos
- . R em ohms, e
- . C em farads.

Valores limites:

- . 1k ohms < R < 2,2 M ohms
- . 100 pF < C < 2200 µF

INFORMAÇÕES ADICIONAIS NA INTERNET

<http://www.national.com/pf/LM/LM555.html>

PWM DE POTÊNCIA

Com o circuito apresentado na **figura 11.1**, aplicamos pulsos de controle de potência no sistema PWM sobre uma carga com corrente de até 3 A. O circuito integrado LM350 deve ser dotado de radiador de calor. Os pulsos variarão de amplitude entre 1,25 V e a tensão ajustada no *trimpot* de 10 kohms.

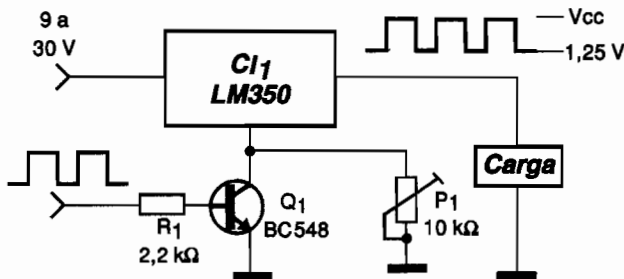


Figura 11.1

O sinal de controle pode ser obtido de lógica CMOS ou TTL, e não necessariamente com a mesma tensão de alimentação da carga e de seu circuito.

A tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior do que a ajustada para a carga. Se a carga for indutiva, será conveniente ligar em paralelo um diodo de proteção.

Uma aplicação possível para esse circuito, além do controle de motores e elementos de aquecimento, é no controle de SMA (músculos elétricos) em projetos de Robótica e Mecatrônica. Reguladores de tensão de três terminais equivalentes como os LM150, LM317 e outros, podem ser utilizados na mesma configuração.

Na **figura 11.2** temos a placa de circuito impresso para essa montagem.

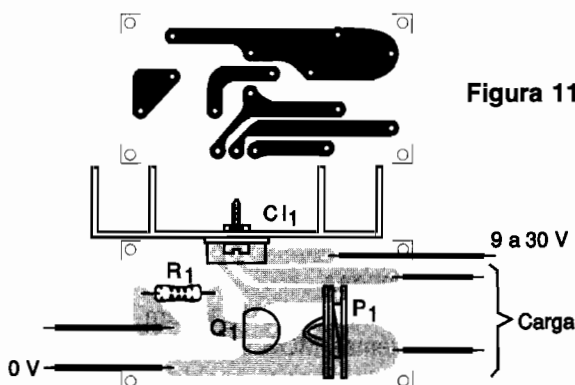


Figura 11.2

Lista de Material

- C_1 - LM350T - circuito integrado regulador de tensão
- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- R_1 - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
- P_1 - 10 k Ω - trimpot
- Diversos: radiador de calor, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

ÍNDICE DE FALHAS

O índice de falhas (I) é definido como a relação entre o número de componentes (n) que apresentam defeitos e o número de elementos (no) no começo do tempo de operação, multiplicado pelo tempo de operação (t)

$$I = no / (n \times t)$$

Unidade: 1 fit = 1 falha por milhão de horas

Valores típicos para componentes eletrônicos:

- Circuitos integrados digitais bipolares de silício = 10
- Circuitos analógicos bipolares (amplificadores operacionais) = 10
- Transistores de uso geral de silício = 5
- Transistores de potência de silício = 100
- Diodos de silício = 3
- Capacitores de tântalo = 10
- Capacitores eletrolíticos de alumínio = 20
- Capacitores cerâmicos = 10
- Capacitores de papel = 2
- Resistores de carbono maiores que 100k = 5
- Resistores de carbono menores que 100k = 0,5
- Resistores de filme metálico = 0,2
- Resistores de fio = 10
- Pequenos transformadores = 5
- Bobinas de alta frequência = 1
- Cristais = 10
- LEDs (tempo para reduzir a luminosidade em 50%) = 500
- Conexão soldada = 0,5
- Conexão tipo wrap = 0,0025
- Conexão crimpada = 0,25
- Contato de encaixe = 0,3

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO - 2

O MC1413/1414 contém os elementos de potência para o controle de motores de passo com corrente por bobina de até 500 mA. O circuito mostrado na **figura 12.1** funciona com alimentação de 12 V e os sinais de controle são aplicados em quatro entradas independentes.

A seqüência lógica e a freqüência dos sinais aplicados determinarão o modo de funcionamento do motor. Observe que a entrada deve ser feita com sinais de níveis apropriados para o acionamento das etapas.

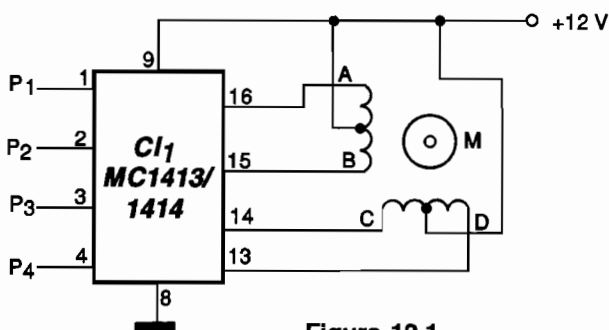


Figura 12.1

Na **figura 12.2** temos a sugestão de placa de circuito impresso para esta montagem.

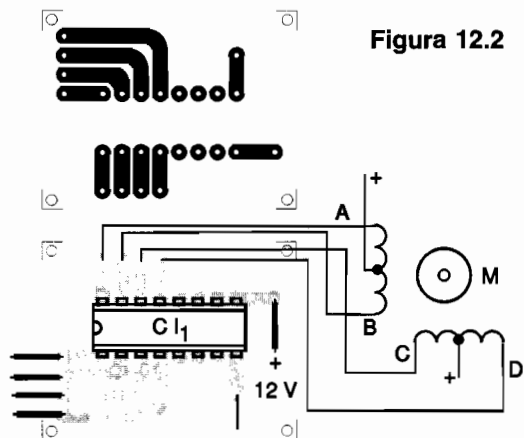


Figura 12.2

Lista de Material

CI₁ - MC1413 ou MC1414 - circuito integrado
Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- MC1411 (ULN2001A)
- MC1412 (ULN2002A)
- MC1413 (ULN2003A)
- MC1414 (ULN2004A)

Arrays de Transistores Darlington de Alta Corrente para o controle de motores de passo, motores DC e solenóides; (**figura 12.3**)

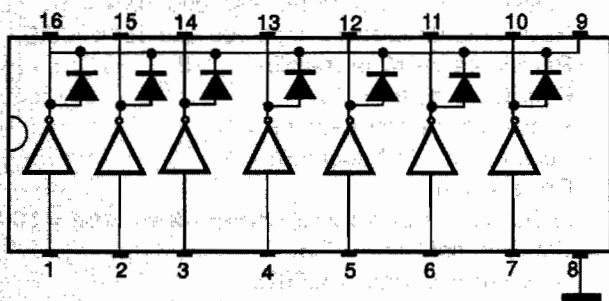


figura 12.3

• Características:

- Tensão de saída máxima: 50 V
- Corrente de coletor máxima: 500 mA
- Tensão máxima de entrada: 30 V

DIFERENÇAS:

- MC1411/ULN2001A
Para uso com tecnologia TTL/PMOS e CMOS;
- MC1412/ULN2002A
Com diodo zener interno é indicado para tecnologia PMOS de 14 a 25 V;
- MC1413/ULN2003A
Tem um resistor de 2,7 kΩ em série com a entrada para operar com saídas TTL e CMOS;
- MC1414/ULN2004A
Usa resistor de entrada de 10 k para operar com sistemas MOS de 8 a 18 V.

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO DE DUAS FASES

O circuito ilustrado na **figura 13.1** destina-se ao controle de motores de duas fases, que exigem fontes simétricas.

A corrente máxima depende apenas dos contatos dos relés. Os sinais de controle podem vir de lógica CMOS ou TTL, e os transistores admitem equivalentes.

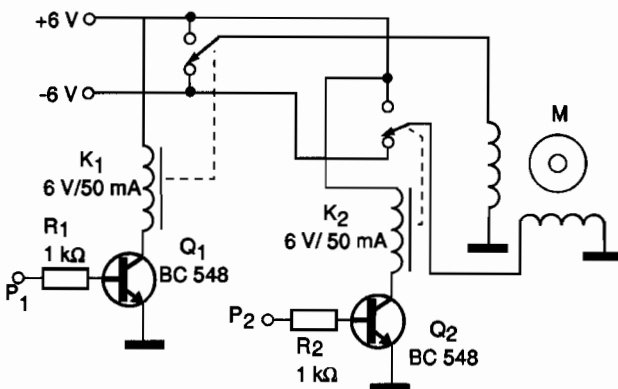


Figura 13.1

Os relés devem ter bobinas de até 50 mA com tensão de 6 V.

A seqüência dos sinais determinará o modo de operação do motor de passo controlado. Para o controle de relés de maior corrente podem ser utilizados transistores como os BD135 ou BD137.

A placa de circuito sugerida, utilizando-se relés com invólucros DIP é apresentada na **figura 13.2**.

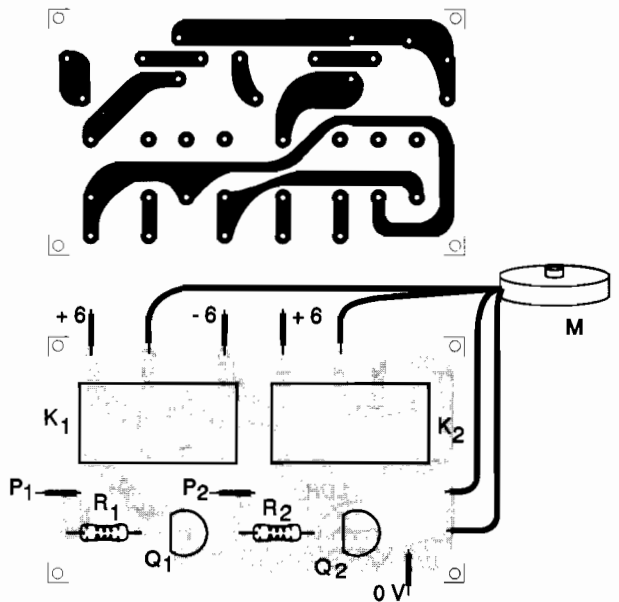


Figura 13.2

INFORMAÇÃO

PREFIXOS MÉTRICOS

Fator	Prefixo	Símbolo
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

Lista de Material

Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalentes - transistor NPN de uso geral

K_1, K_2 - Relés de até 50 mA de bobina - DIP

R_1, R_2 - $1k\Omega \times 1/8 W$ - resistores (marrom, preto, vermelho)

M - motor de passo de 2 fases.

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

OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ

A frequência do sinal retangular produzido pelo oscilador da **figura 14.1** dependerá da intensidade de luz que incide no LDR. Nesse circuito a frequência aumenta com a intensidade da luz. A faixa de frequência vai de alguns hertz a algumas dezenas de quilohertz e a frequência máxima de saída é da ordem de 1 MHz. Observe que esse circuito atua sobre a largura do pulso negativo do sinal, já que o pulso positivo tem sua duração constante determinada pelo resistor de 10 kohms a 1 Mohms. O circuito pode ser alimentado por tensões de 3 V a 15 V. A alimentação positiva é feita no pino 14 do CI e a negativa no pino 7. Uma aplicação sugerida para ele é como conversor analógico/digital, onde uma intensidade de luz é convertida em frequência ou ciclo ativo de um sinal. As outras portas do 4093 podem ser usa-

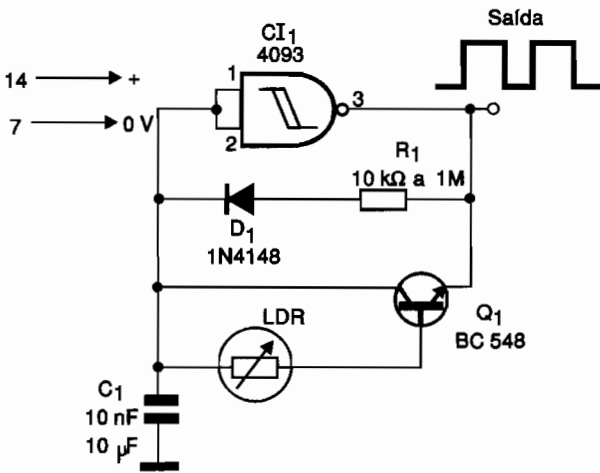


Figura 14.1

das em outras funções, pois são completamente independentes. Para o diodo, equivalentes como o 1N914 também podem ser utilizados.

Na **figura 14.2** temos uma placa de circuito impresso em que empregamos uma das quatro portas para implementar o oscilador. Evidentemente, o restante da placa depende do que vai ser usado a mais do 4093.

Observe que o formato do capacitor pode ser mudado conforme o valor.

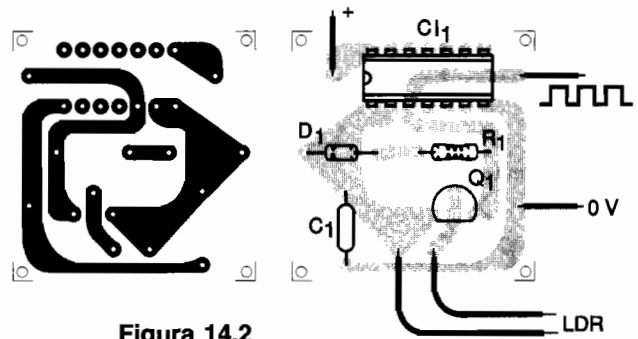


Figura 14.2

Lista de Material

- CI₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
- Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D₁ - 1N4148 ou equivalente - diodo de silício
- R₁ - 10 kΩ a 1 MΩ - conforme a frequência - ver texto - resistor
- LDR - LDR redondo comum
- C₁ - 10 nF a 10 μF - capacitor - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

4093

Quatro Portas Disparadoras CMOS (Schmitt Triggers) - **figura 14.3**.

• Características:

- Faixa de tensões de alimentação: 3 a 15 V
- Corrente máxima de saída (10 V): 2,2 mA
- Tempo de propagação (10 V): 120 ns
- Corrente quiescente máxima (10 V): 0,5 mA

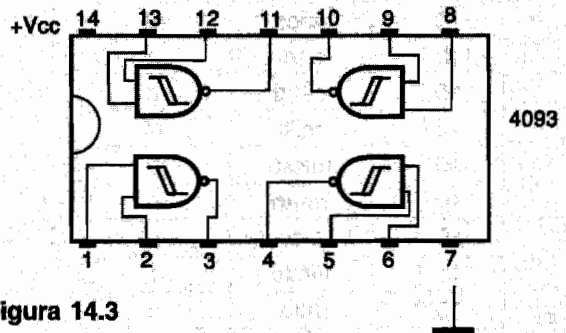


Figura 14.3

PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE

O relé dispara mantendo-se travado e desligando a carga quando a corrente no circuito supera o valor determinado por R_1 . R_1 deve ser calculado para se obter a tensão de disparo do SCR de acordo com a corrente desejada.

Normalmente, essa tensão varia entre 0,8 e 1,5 V para os SCRs da série TIC106, o que significa que o montador deve verificar antes, fazendo experiências e encontrando o valor ideal do resistor para a aplicação desejada. Os contatos do relé também podem ser utilizados para disparar um circuito externo.

Para rearmar o circuito, basta ligá-lo e desligá-lo. O relé deve ter bobina de acordo com a alimentação do circuito protegido. O circuito que faz isso é mostrado na figura 15.1.

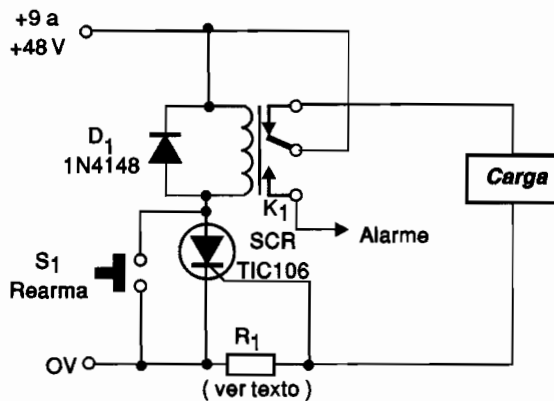


Figura 15.1

A placa de circuito impresso para esta montagem usando um relé DIP é apresentada na figura 15.2. As trilhas para a corrente principal devem ser alargadas, se ela for intensa.

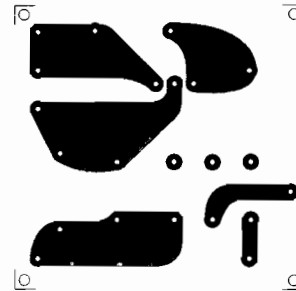
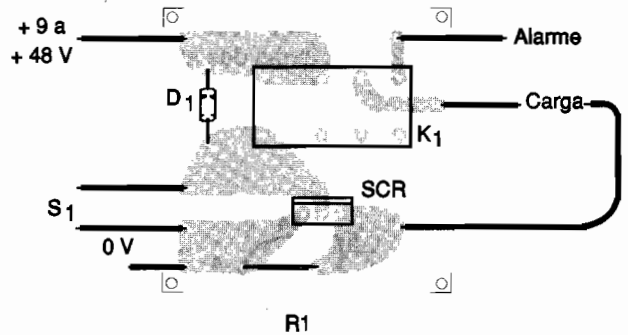


Figura 15.2



Lista de Material

- SCR - TIC106 - diodo controlado de silício
- D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
- K_1 - Relé de acordo com a corrente controlada e tensão
- R_1 - Resistor de fio - ver texto
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CONVERSÃO DE POLEGADAS DECIMAIS EM MILÍMETROS

Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros
0,001	0,0254	0,01	0,2540	0,1	2,540	1	25,40
0,002	0,0508	0,02	0,5080	0,2	5,080	2	50,80
0,003	0,0762	0,03	0,7620	0,3	7,62	3	76,20
0,004	0,1016	0,04	1,016	0,4	10,16	4	101,6
0,005	0,1270	0,05	1,270	0,5	12,70	5	127,0
0,006	0,1524	0,06	1,524	0,6	15,24	6	152,4
0,007	0,1778	0,07	1,778	0,7	17,78	7	177,8
0,008	0,2032	0,08	2,032	0,8	20,32	8	203,2
0,009	0,2286	0,09	2,286	0,9	22,86	9	228,6

CONTROLE PWM-1

Cargas de até uns 2 A podem ser controladas pelo circuito de potência ilustrado na **figura 16.1** e que opera por Modulação de Largura de Pulso (*Pulse Width Modulation*). Os valores dos componentes, principalmente do capacitor do oscilador, podem ser alterados de modo a se obter o melhor desempenho na aplicação desejada. O diodo D_3 deve ser usado se a carga controlada for indutiva. O transistor de potência admite equivalentes, inclusive Darlington, para maior corrente, aumentando-se assim o resistor de 1 k para 4k7, e deve ser montado em radiador de calor. Dentre os Darlington indicados, podemos citar os TIP110, TIP120 e outros da mesma série. Existe ainda a possibilidade de se alimentar a carga com tensão maior do que 15 V, mantendo-se a tensão de alimentação do oscilador com o 4093 num valor máximo em torno de 12 V. Os terras das alimentações devem ser comuns. Os diodos podem ser de qualquer tipo de uso geral como, por exemplo, os 1N4148 ou 1N914.

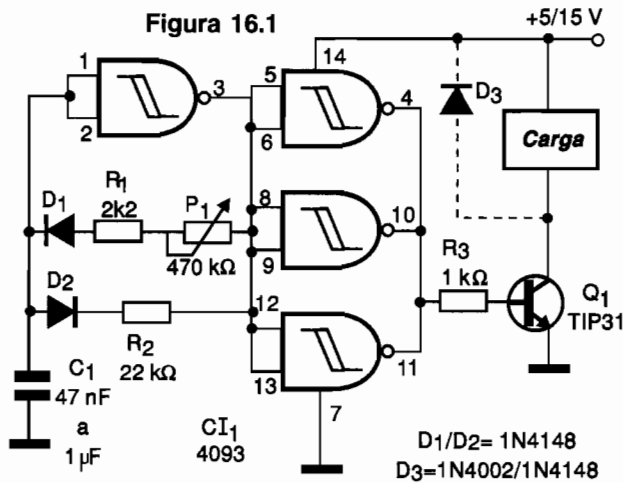


Figura 16.1

Na **figura 16.2** temos a placa de circuito impresso para esse controle, observando-se que as dimensões do dissipador, eventualmente, precisam ser aumentadas conforme a corrente da carga.

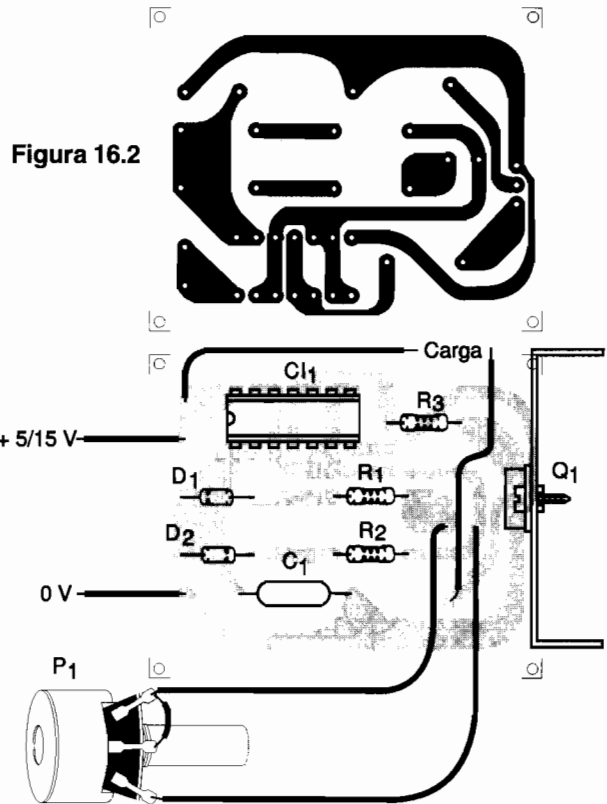


Figura 16.2

INFORMAÇÃO

- TIP31

Transistor NPN de potência, de silício; (**figura 16.3**)

• Características:

Tensão máxima coletor-emissor:

Sem sufixo : 40 V / Sufixo A: 60 V / Sufixo B: 80 V

Sufixo C: 100 V

Corrente máxima de coletor: 3 A (contínua)

Dissipação máxima: 40 W

Faixa de ganhos (hFE): 10 a 50

Freqüência de transição mínima: 3 MHz (10 V @ 500 mA).

Figura 16.3

TIP31



Lista de Material

CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS

Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência

D_1/D_2 - 1N4148 - diodos de uso geral

R_1 - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)

R_2 - 22 kΩ x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, laranja)

R_3 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)

C_1 - Capacitor de poliéster - ver texto

P_1 - 470 kΩ - potenciômetro

Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

PONTE H - DARLINGTON

A Ponte H exibida na **figura 17.1** pode controlar motores de até 1 A com sinais de baixa intensidade vindos de lógica TTL ou CMOS, graças ao ganho elevado dos transistores Darlington.

Motores de 5 a 15 V podem ser controlados e os transistores devem ser montados em radiadores de calor.

Os sinais têm que ser tais que façam os transistores conduzir alternadamente de acordo com o sentido do movimento que se deseja para o motor. Darlingtonos de maiores correntes podem ser usados nesse circuito.

Sugerimos os tipos TIP120 e TIP125 como alternativas de maior corrente.

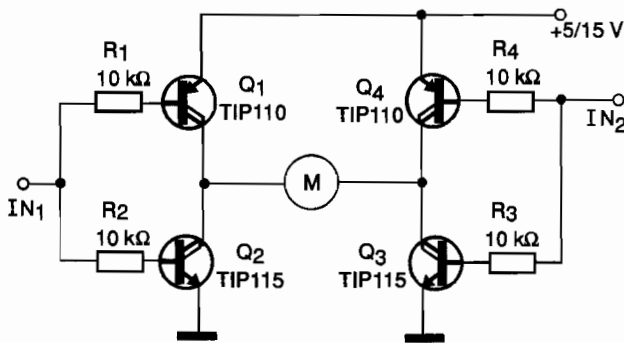


Figura 17.1

A placa de circuito impresso para a montagem com dissipadores de dimensões regulares é dada na **figura 17.2**.

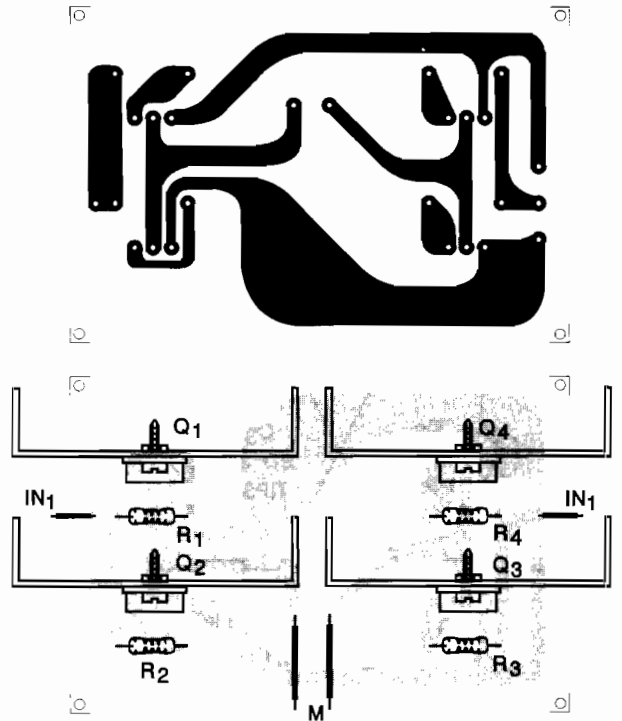


Figura 17.2

INFORMAÇÃO

- TIP125/126/127

Transistores Darlington de Potência, PNP; (figura 17.3)

• Características:

Tensão máxima coletor - emissor:

TIP125: 60 V

TIP126: 80 V

TIP127: 100 V

Corrente máxima de coletor: 5 A (contínua)

Dissipação máxima: 60 W

Ganho mínimo (hFE): 1000.



Figura 17.3

Lista de Material

Q_1, Q_4 - TIP110 - Transistores Darlington de Potência PNP

Q_2, Q_3 - TIP115 - Transistores Darlington de Potência NPN

R_1, R_4 - 10 kΩ x 1/8 W - resistores (marrom, preto, laranja)

M - motor controlado

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

PONTE H COM FEEDBACK

A ponte H ilustrada na **figura 18.1** possui um circuito de realimentação que facilita sua operação a partir dos sinais das duas entradas. Ela pode controlar motores de até 500 mA se os transistores usados forem os BD135. Esse circuito aceita sinais de saídas TTL e CMOS, e os resistores de realimentação podem ser alterados em função do ganho dos transistores.

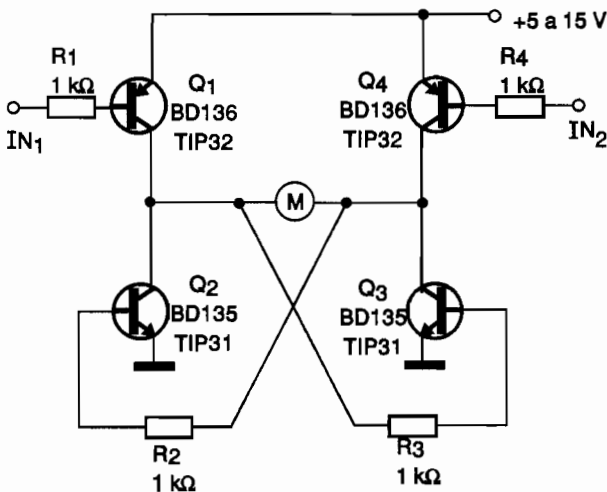


Figura 18.1

INFORMAÇÃO

CONVERSÃO DE MILÍMETROS PARA POLEGADAS DECIMAIS

Milímetros	Polegadas Decimais	Milímetros	Polegadas Decimais
0,01	0,000394	0,6	0,02358
0,02	0,000786	0,7	0,02751
0,03	0,001179	0,8	0,03144
0,04	0,001572	0,9	0,03537
0,05	0,001965	1	0,0389
0,06	0,002358	2	0,0786
0,07	0,002751	3	0,1179
0,08	0,003144	4	0,1572
0,09	0,003537	5	0,1965
0,1	0,003937	6	0,2358
0,2	0,00786	7	0,2751
0,3	0,01179	8	0,3144
0,4	0,01572	9	0,3537
0,5	0,01965	10	0,3890

Para os TIP31/32 a corrente controlada pode chegar aos 2 A. Os resistores de 1 kohms na realimentação podem, eventualmente, ser alterados na faixa de 470 ohms a 2,2 kohms para se otimizar o desempenho do circuito. Os transistores devem ser todos montados em radiadores de calor.

A placa de circuito impresso sugerida para essa montagem é dada na **figura 18.2**.

As trilhas de alta corrente devem ser largas de acordo com a corrente exigida pelo motor.

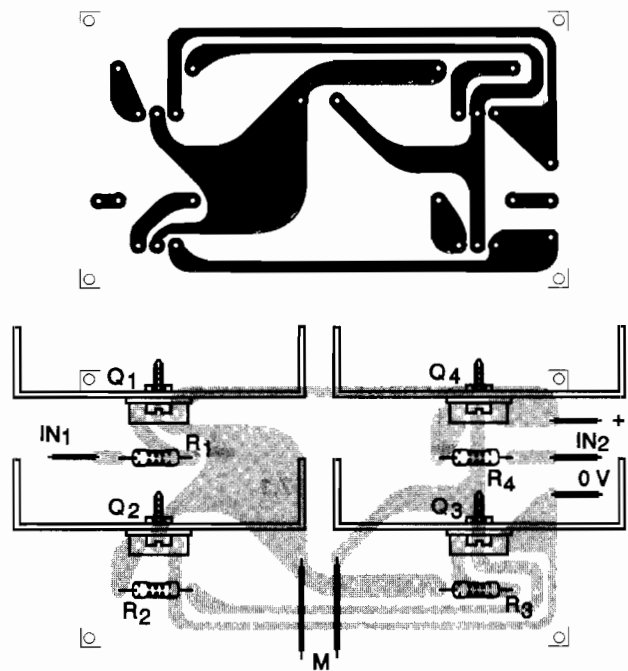


Figura 18.2

Lista de Material

Q₁, Q₄ - BD136 ou TIP32 - transistores PNP de potência
 Q₂, Q₃ - BD135 ou TIP31 - transistores NPN de potência
 R₁, R₂, R₃, R₄ - 1 kΩ x 1/8 W - resistores (marrom, preto, vermelho)
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, motor controlado, fonte, etc.

EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 1

Relés de 50 mA de corrente podem ser excitados com sinais de alguns microampéres com este circuito. Ele dispara o relé quando a entrada vai ao nível alto ou se uma tensão de pelo menos 1 V é aplicada. Saídas de portas paralelas, CMOS e TTL podem excitar esse circuito sem problemas. A carga controlada depende da capacidade dos contatos do relé usado. A tensão da bobina do relé deve ser a mesma aplicada na alimentação. Equivalentes aos transistores empregados podem ser utilizados. Para acionamento de relés de maior corrente ou mesmo cargas de até 500 mA, deve ser efetuada a troca do BC558 por um BD136. Nesse caso, o transistor deve ser montado em um radiador de calor. O circuito descrito é mostrado na **figura 19.1**.

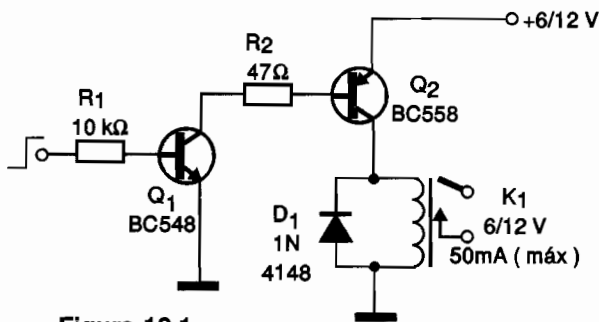


Figura 19.1

Uma placa de circuito impresso usando relé DIP é dada na **figura 19.2**. As linhas de corrente mais intensas devem ser alargadas, se necessário.

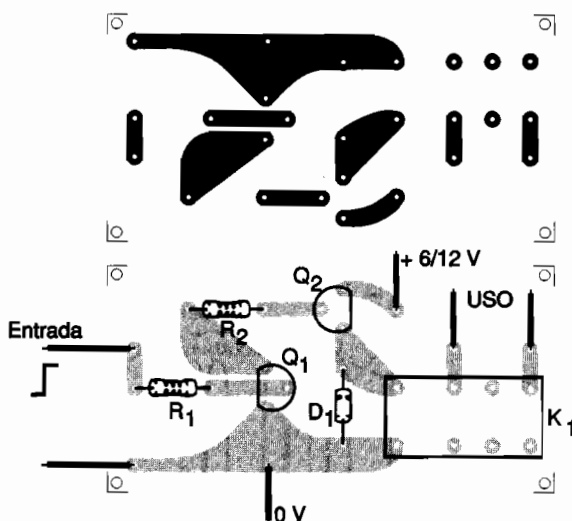


Figura 19.2

Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 - Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
 - D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
 - R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
 - R_2 - 47 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
 - K_1 - Relé de 6 V ou 12 V de bobina, com 50 mA ou menos
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

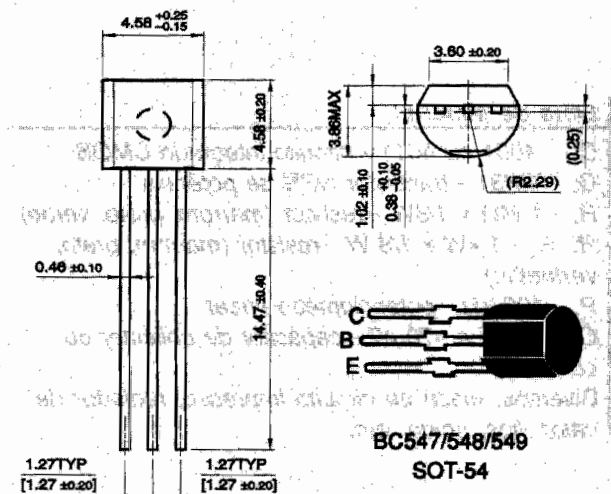
INFORMAÇÃO

BC547/548/549

Transistores NPN de uso geral, de silício; (figura 19.3)

	BC547	BC548	BC549	
V _{ce0} (máx)	45	30	30	volts
I _c	100	100	100	mA
P _{tot}	500	500	500	mW
f _T	300	300	300	MHz
h _{FE}	125-900	125-900	240-900	Min/Máx

Figura 19.3



PWM-2

Com o circuito fornecido na **figura 20.1**, cargas de até 2 A ou mais (se um Darlington de potência apropriado for colocado) podem ser controladas. O valor do capacitor determina a frequência do controle, a qual pode ser alterada em função da aplicação, principalmente no caso de motores a fim de se evitar oscilações.

Cargas indutivas exigem o emprego do diodo D_1 , que pode ser qualquer um de uso geral.

O circuito tem uma entrada de habilitação EN que permite paralisar seu funcionamento quando o nível lógico for baixo. Para controlar cargas de maior potência, sugerimos um Darlington como o TIP120, caso em que o resistor no pino 10 pode ser aumentado para 4,7 kohms.

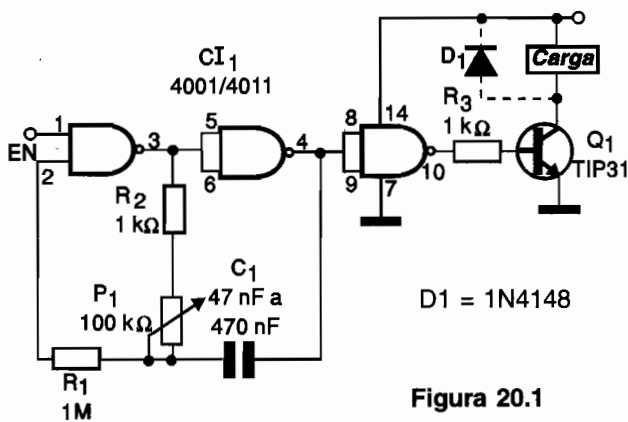


Figura 20.1

O terra desse circuito deve ser comum ao circuito de habilitação. O sinal de controle deve ser retangular.

Na **figura 20.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso com o transistor montado num dissipador para correntes até 1 A. Para correntes maiores, o dissipador deve ser aumentado.

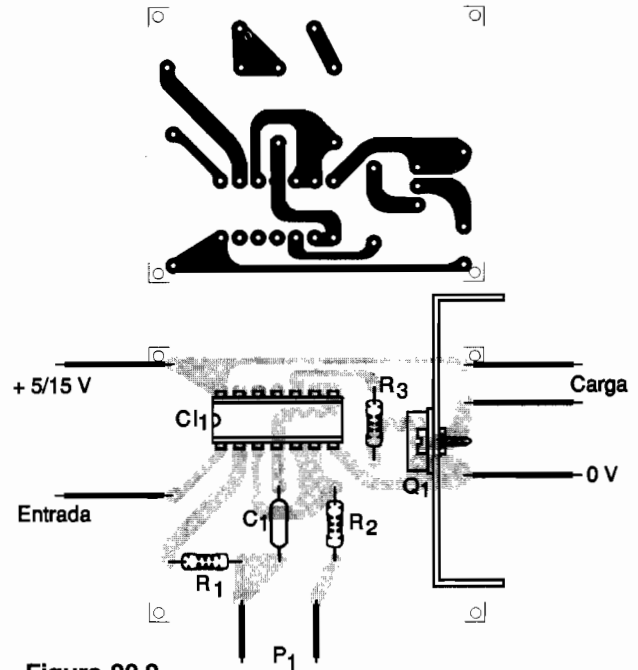


Figura 20.2

INFORMAÇÃO

Sensibilidade & Emissão de Luz

No gráfico da **figura 20.3** temos as curvas de emissão de algumas fontes de luz comuns, a sensibilidade do olho humano (com pico em torno de 0,45 nm) e de alguns tipos de LEDs. Os foto-sensores de silício também têm sua curva de atuação mostrada.

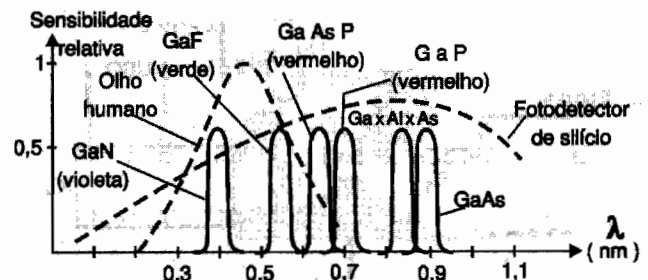


Figura 20.3

Lista de Material

- CI_1 - 4001 ou 4011 - circuito integrado CMOS
- Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência
- R_1 - 1 M Ω x 1/8W - resistor (marrom, preto, verde)
- R_2, R_3 - 1 kW x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- P_1 - 100 k Ω - potenciometro linear
- C_1 - 47 nF a 470 nF - capacitor de poliéster ou cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

PONTE H COM LÓGICA

O circuito de ponte H da **figura 21.1** controla motores de até 500 mA e possui uma lógica que impede que os níveis "proibidos" sejam aplicados às bases dos transistores, levando-os a um estado de curto-circuito. A lógica é CMOS, o que significa que esse circuito pode ser excitado por esse tipo de tecnologia. Sua alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 15 V e os transistores de potência devem ser montados em radiadores de calor.

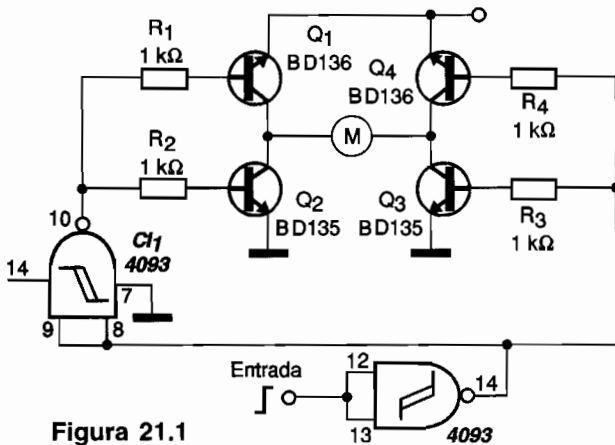


Figura 21.1

Em lugar das portas do 4093, podem ser utilizados outros CIs que permitam a ligação como inversores.

A placa de circuito impresso para essa montagem é apresentada na **figura 21.2**.

Observe o uso de dissipadores de calor de médias dimensões nos transistores para uma corrente de até 500 mA.

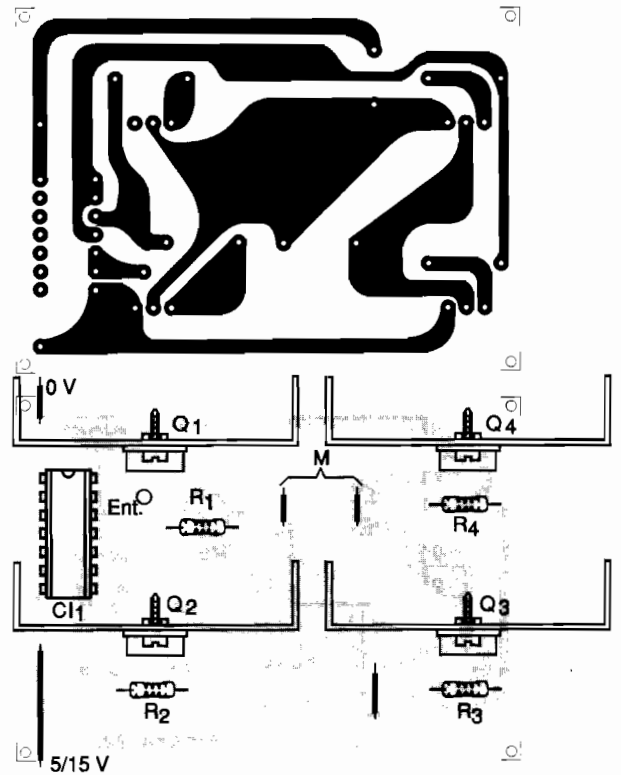


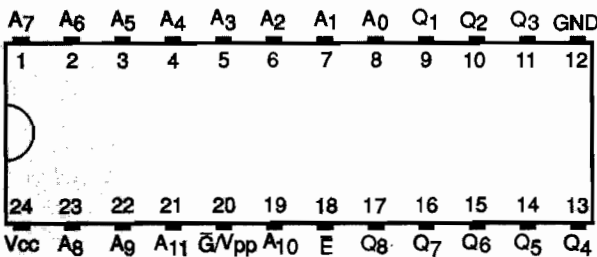
Figura 21.2

INFORMAÇÃO

TMS2732A

EPROM de 32k da Texas Instruments, organizada em 4096 palavras de 8 bits - (**figura 21.3**).

TMS2732A - EPROM



EPROM de 32 k - texas (4096 x 8)
 A0 - A11 - Entradas de endereços
 E - Chip Enable
 G/Vpp - Habilitação de saída/12 V
 GND - Terra
 Q1 - Q8 - Saídas
 Vcc - 5 V - Alimentação

Figura 21.3

Lista de Material

- CI₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
- Q₁, Q₄ - BD136 - transistores PNP de média potência
- Q₂, Q₃ - BD135 - transistores NPN de média potência
- R₁ a R₄ - 1 kΩ x 1/2 W - resistores (marrom, preto, vermelho)
- Diversos: placa de circuito impresso, radiadores de calor, fios, solda e motor (M).

PWM ANTI-FASE COM O 555

O controle PWM apresentado na **figura 22.1** é do tipo anti-fase, no qual, na posição central do ajuste a corrente média na carga M é nula, pois temos um ciclo ativo de 50%. A carga M pode ter correntes de até 100 mA e a frequência do controle deve ser ajustada de acordo com a aplicação pela escolha do valor apropriado do capacitor. O circuito pode ser usado para controlar motores pequenos de corrente contínua nos dois sentidos. Etapas de potência podem ser agregadas a esse circuito para controlar cargas de maiores potências. Os resistores também podem ser alterados numa boa faixa de valores para se otimizar o desempenho do circuito. Alertamos que os resistores, de forma alguma, devem ser inferiores a 1 kohms. O capacitor também não deve ser menor do que 1 nF nessa aplicação. Será conveniente desacoplar a fonte com capacitores de pelo menos 470 μ F em paralelo, caso ocorra interferência do motor no funcionamento do circuito.

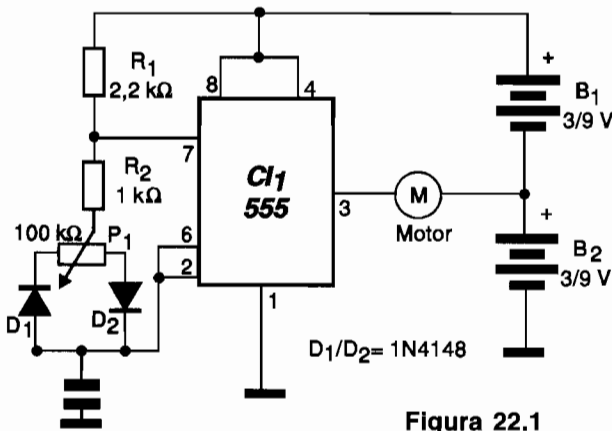


Figura 22.1

Na **figura 22.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para um motor DC de pequena corrente.

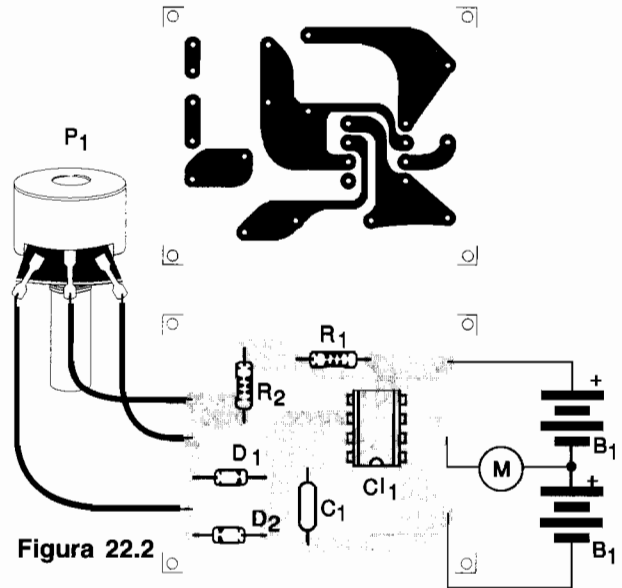


Figura 22.2

Lista de Material

- CI₁ - 555 - circuito integrado
- D₁, D₂ - 1N4148 - diodos de uso geral
- R₁ - 2,2 k Ω x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
- R₂ - 1 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- P₁ - 100 k Ω - potenciômetro linear
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

PWM Anti-Fase

Neste tipo de controle PWM (*Pulse Width Modulation*) ou modulação de largura de pulsos, a potência aplicada a carga é nula quando o ciclo ativo é 50%, ou seja $t_1 = t_2$ conforme mostra a **figura 22.3**.

Ao alterar-se a duração e a separação dos pulsos, torna-se possível fazer o motor girar num sentido ou noutro, com maior ou menor velocidade, conforme ilustra a mesma figura.

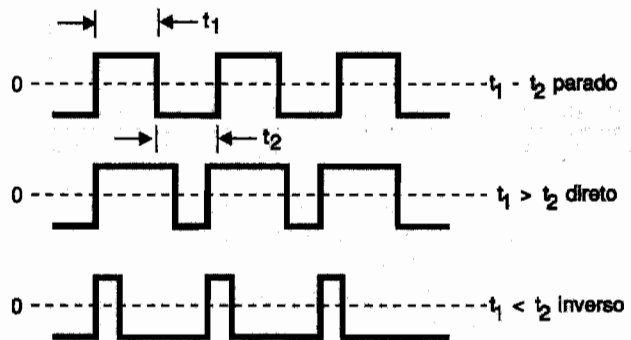


Figura 22.3

COMPARADOR NEGATIVO DE TENSÃO

O circuito da **figura 23.1** terá sua saída indo a zero quando a tensão de entrada ultrapassar o valor de referência (V_{ref}). Para tensões de entrada menores que a tensão de referência, a saída será positiva da mesma ordem que a alimentação do circuito. O circuito pode ser alimentado com tensões entre 3 e 12 V. Sua saída pode fornecer uma corrente máxima de alguns miliampéres. No entanto, com alimentação de 5 V o circuito é compatível com lógica TTL. Equivalentes ao LM324 podem ser usados, inclusive amplificadores operacionais.

Não damos a placa porque podemos montar quatro circuitos como este com apenas um LM324, e qualquer dos amplificadores/comparadores pode ser usado da mesma forma.

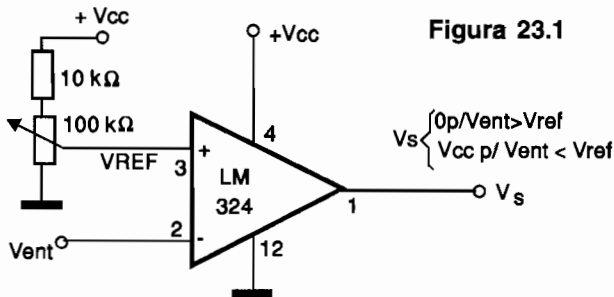


Figura 23.1

Lista de Material

CI - LM324 - Circuito Integrado - amplificador operacional quádruplo

R_1 - 10 kΩ - resistor (marrom, preto, laranja)

P_1 - 100 kΩ - trimpot

SOLUÇÃO

Oscilador Senoidal Com Amplificador Operacional (fórmula)

O circuito mostrado pode ser usado para gerar sinais senoidais de até algumas centenas de quilohertz (conforme o amplificador operacional). A fórmula é dada junto ao diagrama da **figura 23.2** e os valores dos componentes devem ser seguidos para que ocorram as oscilações.

Lembramos que a fonte de alimentação empregada deve ser simétrica.

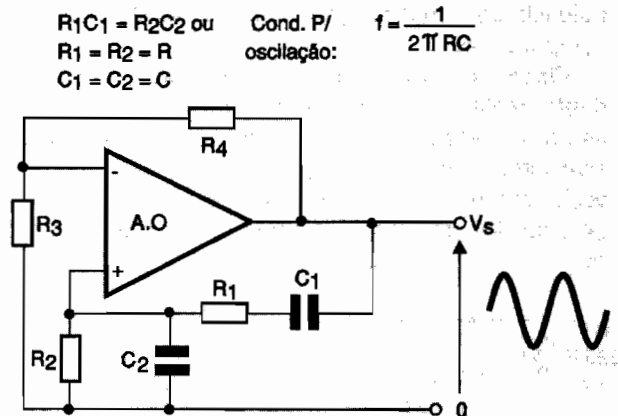


Figura 23.2

DIMMER COM TRIAC

Cargas de alta potência alimentadas pela rede de energia de 110 V ou 220 V podem ser controladas com o circuito da **figura 24.1**.

O TRIAC usado pode controlar correntes de até 6 A e deve ser montado em um radiador de calor. Este TRIAC deve ter o sufixo B se a rede for de 110 V, e D se a rede for de 220 V.

O DIAC pode ser de qualquer tipo e, eventualmente, o capacitor de 150 nF deve ser alterado para que se obtenha a cobertura da faixa total de potências com o potenciômetro empregado.

Um substituto para o TRIAC é uma lâmpada neon NE-2H ou equivalente. Outros TRIACS da mesma série como o TIC236 e TIC246, de maiores correntes, podem ser usados no controle de cargas de maior potência sem modificações nos valores dos demais componentes.

Observamos que esse circuito está conectado diretamente à rede de energia, devendo, portanto, serem tomadas as devidas precauções contra possíveis choques. Todos os pontos do circuito são "vivos". Também deve ser lembrada a necessidade de se usar fios grossos nas linhas de maiores correntes.

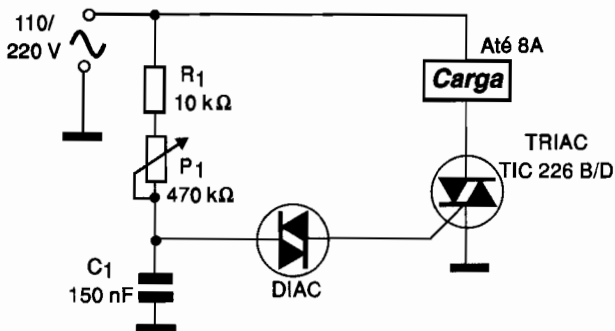


Figura 24.1

Na **figura 24.2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem. Observe o uso de trilhas mais largas para as correntes principais.

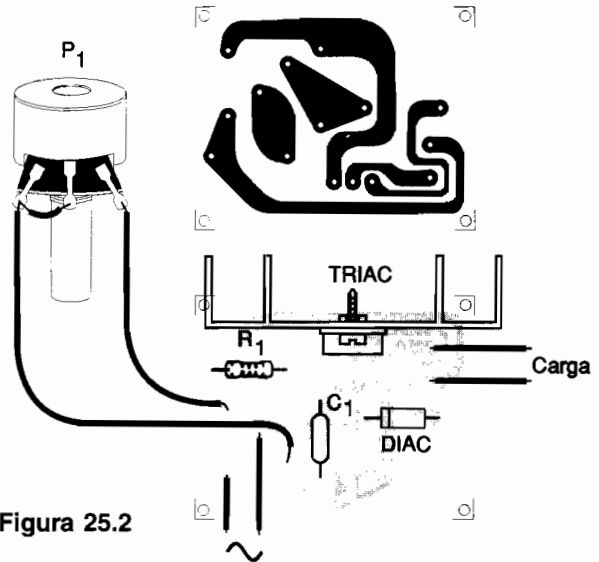


Figura 25.2

Lista de Material

- TRIAC - TIC226B (110V) ou TIC226D (220V)
- DIAC - Diac de qualquer tipo
- R_1 - 10 k Ω x 1/2 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- P_1 - 470 k Ω - potenciômetro
- C_1 - 150 nF x 100 V ou mais - capacitor de poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TIC226

TRIAC para 8 A - (figura 24.3)

• Características:

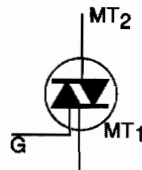


Figura 24.3

Corrente máxima: 8 A

Tensão de Pico: sufixo B: 200 V

sufixo D: 400 V

Corrente de disparo típica: 15 mA

Tensão de disparo típica: 1,2 V (2,5 V máx)

Corrente de manutenção típica: 20 mA.

FONTE DE 6 V/1 A

A fonte estabilizada ilustrada na **figura 25.1**, de 1 A, pode ser usada como eliminador de pilhas ou fonte de bancada com bom desempenho. O CI deve ser dotado de radiador de calor. Se forem empregados transformadores com correntes menores, a corrente máxima de saída será a dada por esse componente.

O capacitor de 1 000 μF deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 12 V enquanto que o transformador deve trazer um enrolamento primário de acordo com a rede de energia.

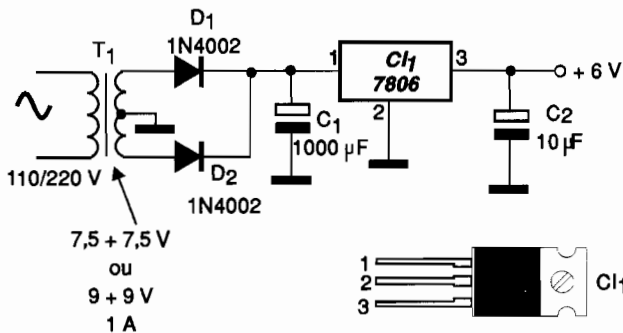


Figura 25.1

Na **figura 25.2** temos a placa de circuito impresso para essa fonte.

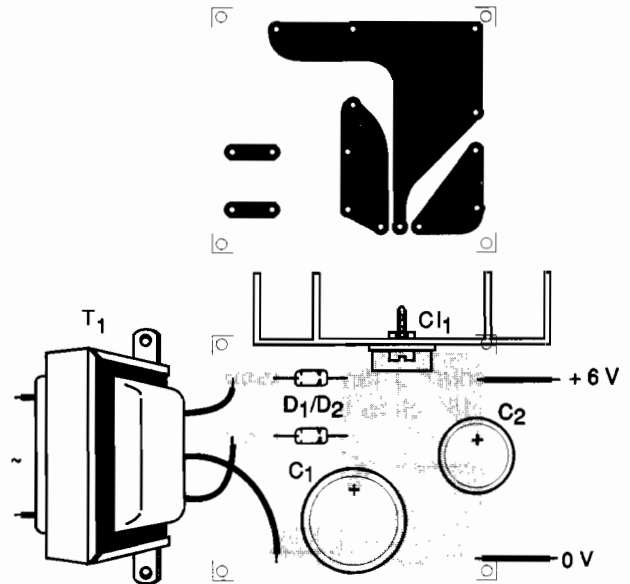


Figura 25.2

Lista de Material

CI_1 - 7806 - circuito integrado regulador de tensão
 D_1, D_2 - 1N4002 ou equivalentes - diodos de silício
 C_1 - 1000 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
 C_2 - 10 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
 T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede de energia e secundário de 7,5 + 7,5 V ou 9 + 9 V com 1 A
 Diversos: cabo de força, radiador de calor, caixa para montagem, placa de circuito impresso, etc.

INFORMAÇÃO

7806

Regulador de Tensão Positiva de 6 V x 1 A.



Figura 25.3

7806

• Características:

Faixa de tensões de entrada: 8 a 18 V
 Tensão de saída: 5,7 a 6,3 V
 Rejeição de ripple (tip): 75 dB
 Queda de tensão: 2,0 V

REOSTATO DC

Cargas de corrente contínua de até 3 A podem ser controladas com o simples reostato exibido na **figura 26.1**.

Se bem que o transistor indicado suporte correntes maiores, esse limite é fornecido para maior segurança de funcionamento.

O potenciômetro usado deve ser de fio e o resistor ter pelo menos 1 W de dissipação.

O transistor precisa ser montado num bom radiador de calor. Equivalentes de correntes menores podem ser utilizados para o transistor como, por exemplo, o TIP41 para até 3 A e o TIP31 para correntes até 2 A.

Se a tensão de saída não alcançar o máximo esperado (algo em torno de 1,5 V a menos que a tensão de entrada), deve-se reduzir o resistor de 220 ohms para 180 ohms ou mesmo 150 ohms.

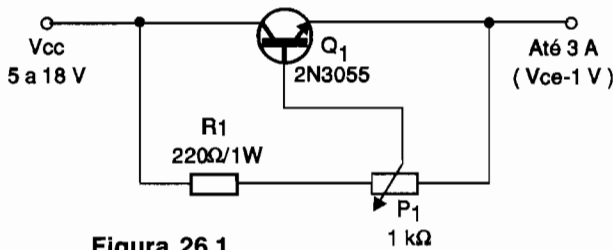


Figura 26.1

Na **figura 26.2** temos uma sugestão para a placa de circuito impresso. Lembre-se que o transistor deve estar sobre um bom radiador de calor.

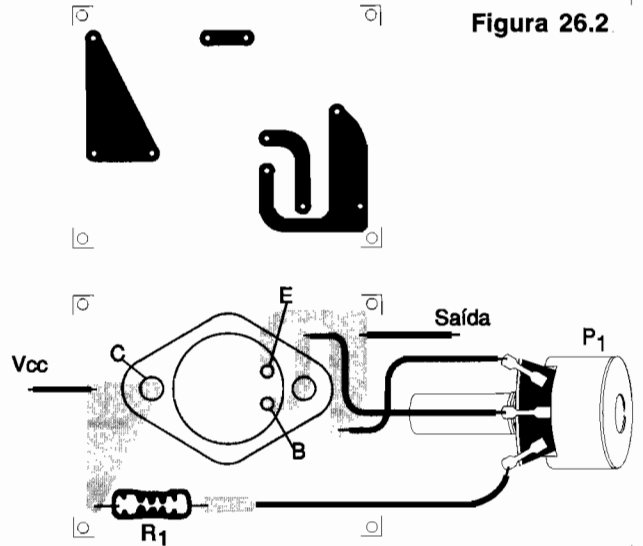


Figura 26.2

INFORMAÇÃO

2N3055

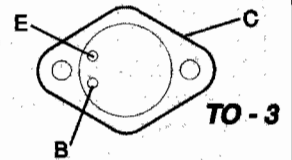
Transistor de silício NPN de alta potência para aplicações em áudio, corrente contínua e comutação de baixa e média frequência - (**figura 26.3**).

• Características:

- V_{ceo}..... 100 V
- I_c(máx)..... 15 A
- P_{tot}(máx).....115 W
- h_{FE}.....20 - 70
- f_T..... > 800 kHz



2N3055



TO - 3

Figura 26.3

Lista de Material

- Q₁ - 2N3055 - transistor NPN de alta potência
- R₁ - 220 Ω x 1 W - resistor de fio
- P₁ - 1 kΩ - potenciômetro de fio
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

FONTE DE 12 V/1 A

O circuito mostrado na **figura 27.1** pode fornecer uma tensão estabilizada de 12 V com corrente máxima de 1 A .

O circuito integrado deve ser montado em radiador de calor e o capacitor eletrolítico precisa ter uma tensão de trabalho de pelo menos 25 V. Ele tem proteção térmica e proteção contra curto-circuito na saída.

A corrente poderá ser menor se for usado um transformador com menor corrente.

O enrolamento primário deste transformador deve ser de acordo com a rede local.

Lista de Material

- CI_1 - 7812 - circuito integrado regulador de tensão
- D_1, D_2 - 1N4002 - diodos de uso geral
- C_1 - 1 000 μF x 25 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 10 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
- T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V ou 15 + 15 V x 1 A

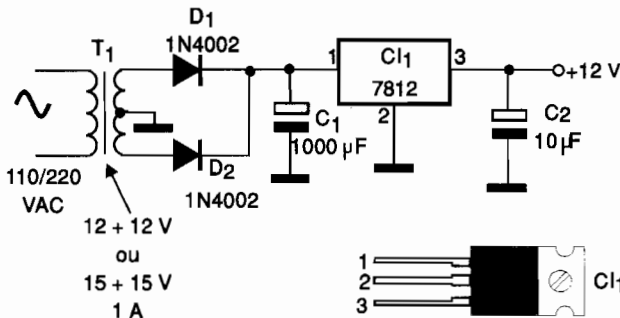


Figura 27.1

A placa de circuito impresso para a fonte é mostrada na **figura 27.2**.

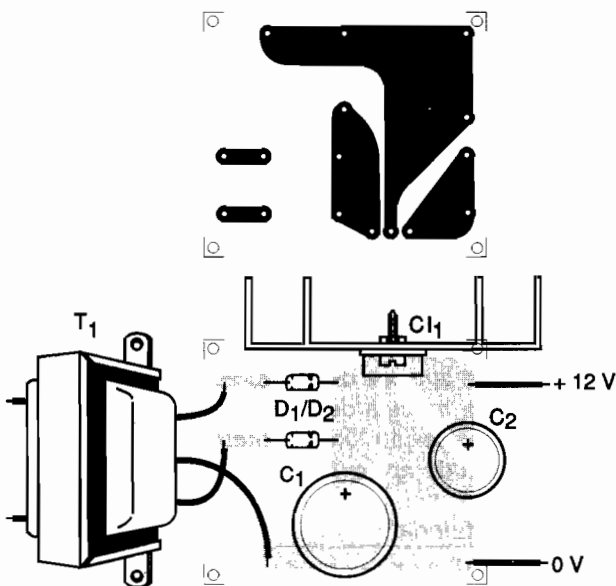


Figura 27.2

INFORMAÇÃO

CONVERSÃO DE GRAUS CELSIUS EM FARENHEIT

° C	° F	° C	° F
-50	-58	55	131
-45	-49	60	140
-40	-40	65	149
-35	-31	70	158
-30	-22	75	167
-25	-13	80	176
-20	-4	85	185
-15	5	90	194
-10	14	95	203
-5	23	100	212
0	32	105	221
5	41	110	230
10	50	115	239
15	59	120	248
20	68	125	257
25	77	130	266
30	86	135	275
35	93	140	284
40	104	145	293
45	113	150	302
50	122		

INDICADOR DE FUSÍVEL ABERTO

Esta aplicação faz uma lâmpada neon comum acender quando o fusível queimar. O circuito funciona tanto na linha de 110 v como 220 V. O resistor de 220 k em paralelo com a linha serve para polarizar a lâmpada, caso a carga seja desligada após o fusível queimar. Observamos que a lâmpada deve ser do tipo que não possui resistor interno já ligado. Circuito da **figura 28.1**.

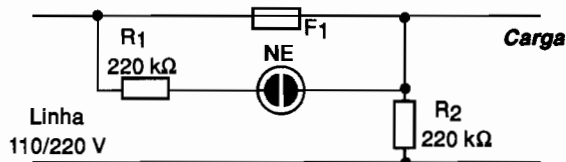


Figura 28.1

Na **figura 28.2** temos uma montagem alternativa com LED e que também serve para as redes de 110 V e 220 V. Podem ser usados LEDs de qualquer cor.

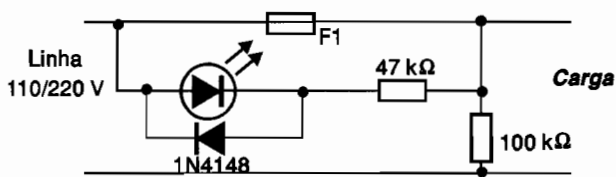
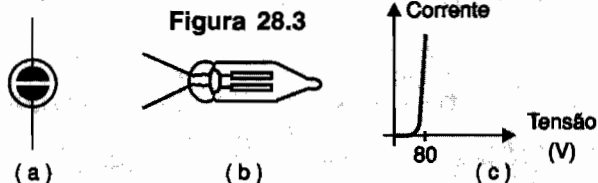


Figura 28.2

INFORMAÇÃO

Lâmpadas neon

As lâmpadas neon ionizam-se com tensões da ordem de 80 V. Ao acenderem, o brilho é alaranjado e elas exigem uma corrente extremamente pequena (da ordem de microampéres) para se manterem funcionando. Na **figura 28.3** temos o símbolo, o aspecto e a curva característica de uma lâmpada neon. As lâmpadas neon apresentam uma característica de resistência negativa que possibilita seu uso como elemento ativo de osciladores e em circuitos de disparos de SCRs e TRIAC.



Lista de Material (circuito da figura 21.1)

- NE - lâmpada neon comum (NE-2H ou equivalente)
- R₁, R₂ - 220 kΩ x 1/8 W - resistores (vermelho, vermelho, amarelo)
- Diversos: fios, solda, etc.

EXCITADOR SMA

O circuito mostrado na **figura 29.1** é indicado para aplicações em Robótica e Mecatrônica, excitando músculos elétricos ou SMAs. A corrente constante da fonte será determinada por R. Para calcular R, divida 1,25 pela corrente em ampéres desejada para a excitação da SMA. Com o valor da resistência da SMA, calcule sua tensão e use para entrada (Ven) uma tensão pelo menos 2 V mais alta. O LM350 deve ser dotado de radiador de calor. Por exemplo, para uma corrente de 0,5 A, a resistência R deve ser $R = 1,25/0,5 = 2,5$ ohms. Utilize sempre resistor de fio para essa função. Circuitos integrados reguladores de tensão equivalentes podem ser usados nessa aplicação, observando-se apenas o valor do zener de referência interno para o cálculo de R.

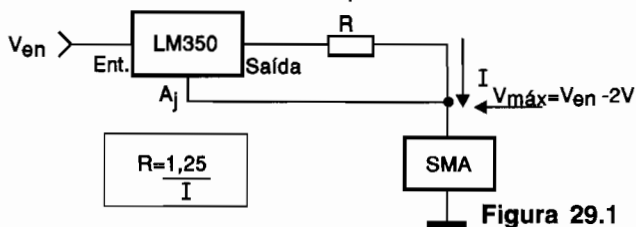
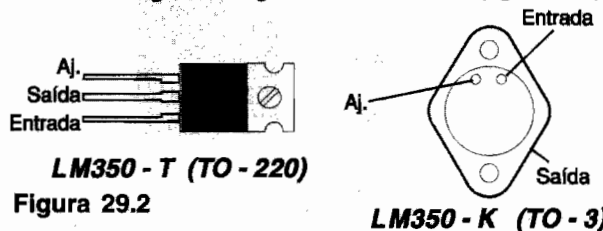


Figura 29.1

INFORMAÇÃO

LM350

Circuito Integrado Regulador de Tensão. (**figura 29.2**)



• Características:

- Faixa de tensões de saída: 1,25 a 33 V
- Corrente máxima de saída: 3 A
- Possui proteção térmica e contra curtos
- Rejeição de ripple: 86 dB.

Lista de Material

- CI - LM350T ou K - circuito regulador de tensão
- R - resistor de acordo com a corrente de saída
- Diversos: radiador de calor, placa de circuito impresso, fios, etc.

PROTEÇÃO CROWBAR AC

Quando a corrente supera um certo valor determinado por R, o SCR dispara colocando um curto-circuito que provoca a queima do fusível F_1 . Isso faz com que a interrupção da corrente seja bem rápida, protegendo assim a carga quando há uma sobretensão. O valor de R deve ser calculado para proporcionar uma queda de tensão entre 0,8 e 1,5 V, que é a tensão de disparo do SCR. Como cada tipo tem uma tensão diferente, o leitor deve fazer os testes antes do disparo. SCRs como TIC106 servem para correntes de fusível de até uns 3 A. Para correntes maiores podem ser usados SCRs de maior corrente. Esse circuito é mostrado na **figura 30.1**.

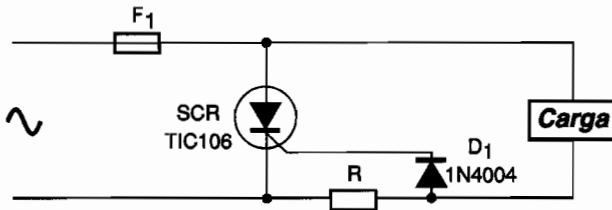


Figura 30.1

A placa de circuito impresso para a montagem é apresentada na **figura 30.2**. Observe que não se usa dissipador no SCR, pois ele conduz por apenas uma fração de segundo, não havendo tempo para ele se aquecer.

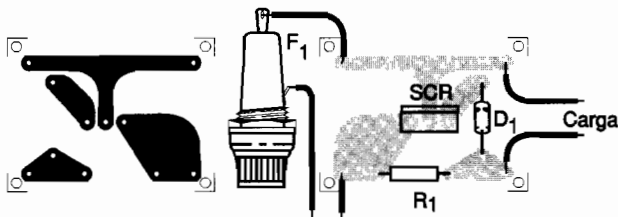


Figura 30.2

INFORMAÇÃO

1N4002/4003/4004/4005/4006/4007

Diodos retificadores de silício para 1 A .
(figura 30.3)



**1N4002/4003/4004/
4005/4006/4007**

Figura 30.3

• Características:

	V _{rrm} (V)	V _{ef} (V)	Corrente em meia onda (A)	Corrente em onda completa (A)
1N4001	50	25	0,8	1,28
1N4002	100	50	0,8	1,28
1N4003	200	100	0,8	1,28
1N4004	400	200	0,8	1,28
1N4005	600	300	0,8	1,28
1N4006	800	400	0,8	1,28
1N4007	1000	500	0,8	1,28

Lista de Material

SCR - TIC106B ou D

D₁ - 1N4004 - diodo de silício

R₁ - ver texto

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda.

SENSOR TACOMÉTRICO

A tensão na saída do circuito da **figura 31.1** será proporcional à frequência do sinal de entrada. A faixa de frequências que pode ser medida depende do valor de C_1 . Juntamente com o resistor de 10 kohms, a constante de tempo deste circuito deve ser igual à correspondente à maior frequência do sinal de entrada. A alimentação do circuito deve ser feita com tensões na faixa de 5 a 18 V e o sinal de entrada deve ser retangular. Esse circuito pode ser utilizado como interface de controle de velocidade de motores ou de movimento para robôs e outros projetos de Mecatrônica. Valores típicos de C_1 estão na faixa de 10 nF a 470 nF para frequências na faixa de algumas dezenas de hertz a alguns quilohertz. O resistor de 10 kohms ao pino 2 pode ser alterado em função da fonte de sinal de disparo. Sua faixa de valores pode ficar entre 1 kohms e 1 Mohms, tipicamente.

Lista de Material

- $C1_1$ - 555 - circuito integrado - timer
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1, R_2 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- P_1 - 10 k Ω - trimpot
- C_1 - ver texto - capacitor
- C_2 - 1 a 10 μ F - capacitor de poliéster, tântalo ou eletrolítico, conforme a tensão de alimentação
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

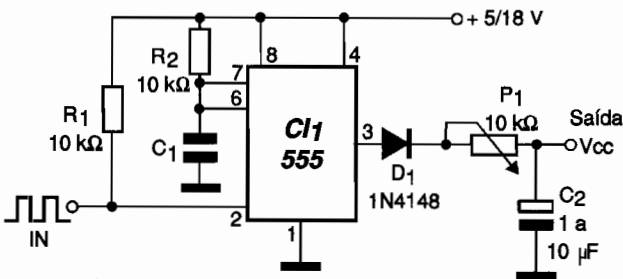


Figura 31.1

A placa de circuito impresso para esta configuração é dada na **figura 31.2**.

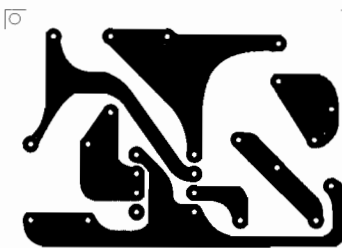
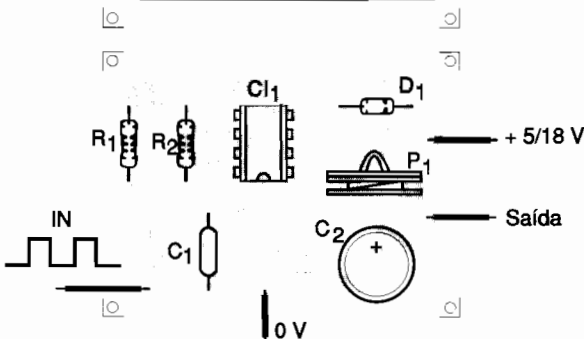


Figura 31.2



SOLUÇÃO

Oscilador de Relaxação com Lâmpada Neon

Na **figura 31.3** temos a configuração básica de um oscilador de relaxação que gera sinais dente-de-serra até algumas dezenas de quilohertz, usando uma lâmpada comum.

Observe que a tensão de alimentação deve ser capaz de ionizar a lâmpada. Valores típicos de R são maiores do que 22 kohms.

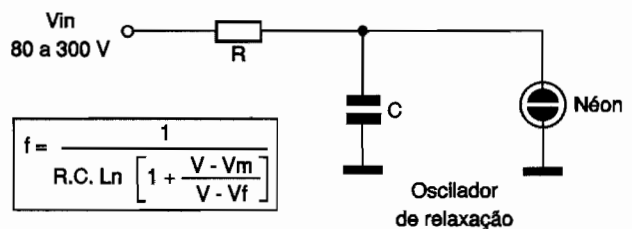


Figura 31.3

OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ - 2

O oscilador apresentado na **figura 32.1** gera um sinal retangular de frequência que depende da intensidade da luz que incide no LDR. A separação entre os pulsos é constante, e a luz sobre o LDR controla a largura dos pulsos produzidos. A frequência depende do capacitor e ficará entre alguns hertz e algumas dezenas de quilohertz. A alimentação do 4093 pode ser feita com tensões entre 3 e 15 V. Qualquer LDR comum pode ser utilizado nesta aplicação. Uma das aplicações usuais é em sensores convertendo uma grandeza dependente da luz em frequência. As outras portas não empregadas do 4093 podem ser usadas de forma independente. Qualquer LDR pode ser colocado como sensor.

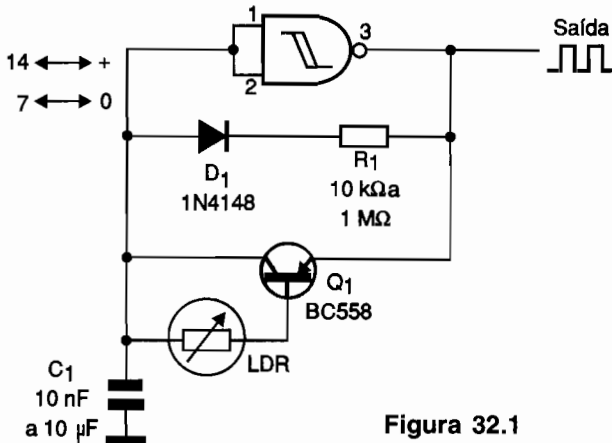


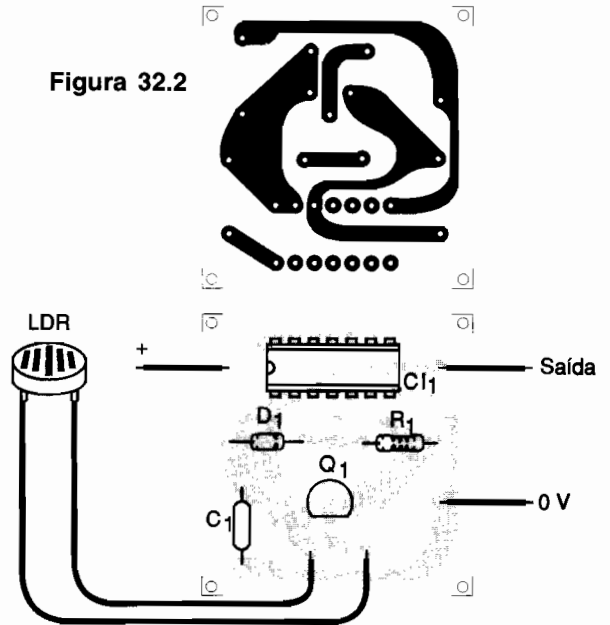
Figura 32.1

Lista de Material

- C_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
- Q_1 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- LDR - LDR comum
- R_1 - 10k a 1 M Ω x 1/8 W - resistor
- C_1 - 10 nF a 10 μ F - capacitor conforme a frequência
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na **figura 32.2** apresentamos uma placa em que apenas uma das portas do 4093 é usada na aplicação indicada. As outras podem ser empregadas com outra finalidade na mesma placa.

Figura 32.2



INFORMAÇÃO

LDR

Light Dependent Resistors ou Foto-Resistores (ou ainda células de sulfeto de cádmio) são componentes cuja resistência depende da luz incidente numa superfície sensível - (**figura 32.3**).

A resistência típica no escuro é maior que 1 M Ω , e no claro (luz solar) é menor que 1 000 ohms dependendo do tipo. Os LDRs são sensores relativamente lentos, mas podem controlar correntes algo intensas (alguns miliampéres). Note que na figura temos a curva característica, o símbolo e o aspecto dos tipos mais comuns.

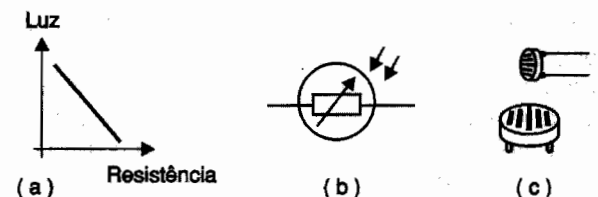


Figura 32.3

CONTROLE DE MOTOR DE PASSO

O circuito integrado ULN2003 possui etapas de potência capazes de controlar motores de passo com correntes por bobina de até 500 mA. A entrada é feita pelos pinos lógicos que devem ser programados com os pulsos na seqüência exigida pelo motor usado. A alimentação do circuito da **figura 33.1** é feita com tensões de 12 V.

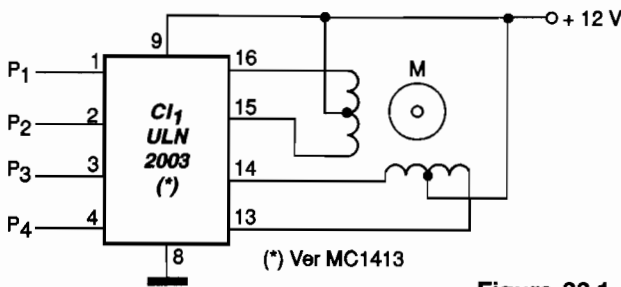


Figura 33.1

A placa de circuito impresso para esta montagem é mostrada na **figura 33.2**.

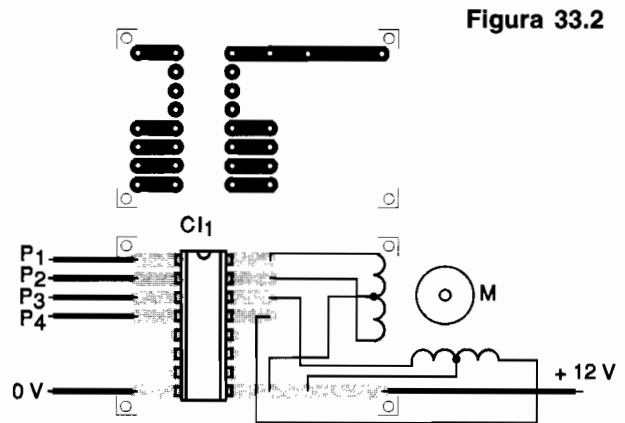
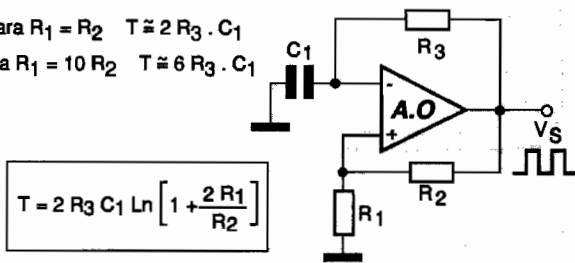


Figura 33.2

SOLUÇÃO

Para $R_1 = R_2$ $T \approx 2 R_3 \cdot C_1$
 Para $R_1 = 10 R_2$ $T \approx 6 R_3 \cdot C_1$



$$T = 2 R_3 C_1 \ln \left[1 + \frac{2 R_1}{R_2} \right]$$

Figura 33.3

Lista de Material

CI₁ - ULN2003 ou equivalente - circuito integrado
 Placa de circuito impresso, motor de passo até 500 mA, fios, solda, etc.

Na **figura 33.3** é dada a configuração para um oscilador de relaxação com amplificador operacional e a fórmula para determinar o valor da freqüência em função dos componentes usados.

A freqüência máxima, da ordem de algumas centenas de quilohertz, depende do amplificador operacional. A fonte de alimentação deve ser simétrica.

PROTEÇÃO

Quando a corrente se eleva além de um determinado valor (que depende de R), o SCR dispara e o fusível queima. O resistor R deve ser calculado para proporcionar a tensão de disparo entre 0,8 e 1,5 V, necessária à maioria dos SCRs comuns que podem ser usados neste tipo de aplicação. É importante notar que a tensão de disparo varia bastante dentre os componentes, ainda que do mesmo tipo, exigindo assim que o montador verifique antes qual é a tensão exata de disparo para se determinar o valor do resistor para a proteção desejada. Não será necessário dissipador de calor para o SCR, pois ele permanece em condução por um tempo muito curto até que o fusível queime. O circuito é mostrado na **figura 34.1**.

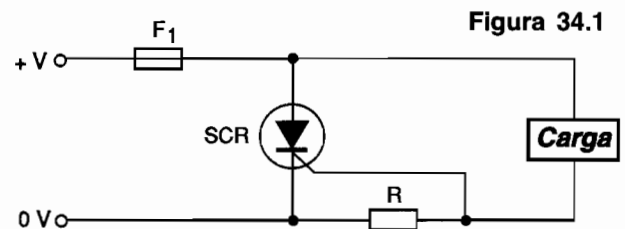


Figura 34.1

Lista de Material

SCR - TIC106 ou equivalente
 R - resistor de fio - ver texto
 F₁ - fusível de acordo com a aplicação
 Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

SÉRIE - PARALELO 1

No diagrama ilustrado na **figura 35.1** temos o modo segundo o qual uma chave reversível de 2 pólos x 2 posições (HH) pode ser usada para comutar o modo de alimentação de uma carga. Na posição A, a fonte de alimentação está em série e as tensões se somam. Na posição B, a fonte está em paralelo e temos maior capacidade de corrente. A chave S_1 pode ser os contatos de um relé, sendo que o circuito se presta a aplicações em Robótica e Mecatrônica. As tensões de alimentação dependem da carga e podem ser diferentes das indicadas no diagrama. Os contatos da chave devem ser capazes de trabalhar com as correntes exigidas pela carga controlada.

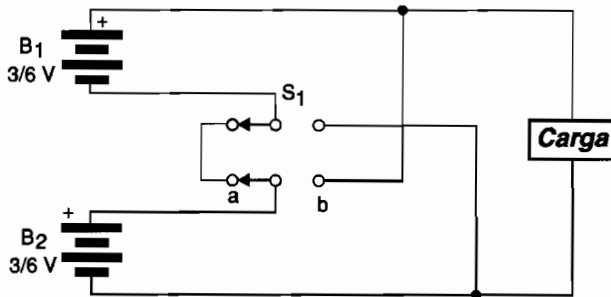


Figura 35.1

Lista de Material

S_1 - Chave de 2 pólos x 2 posições (qualquer tipo)
 B_1/B_2 - Fonte ou bateria de 3 a 6 V, conforme a carga
 Diversos: fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Resistores em Série/Paralelo

Na **figura 35.2** temos as associações de resistores em série (a) e em paralelo (b).

As fórmulas para cálculo de resistências equivalentes são:

a) Série:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Onde: as resistências são em ohms

b) Paralelo:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n$$

Onde: resistências em ohms.

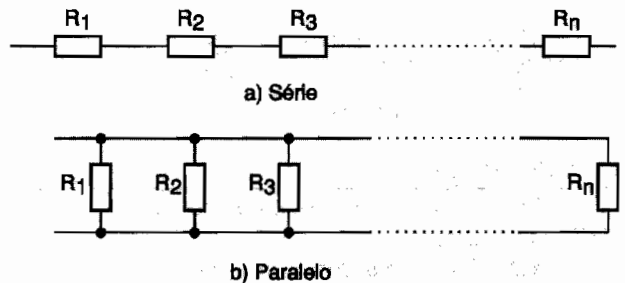


Figura 35.2

CROWBAR DC

A placa de circuito impresso para a montagem é exibida na **figura 34.2**.

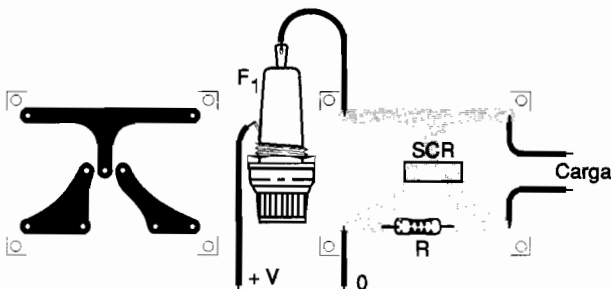


Figura 34.2

INFORMAÇÃO

2N2955

Transistor PNP de potência - complementar dos TIP3055 e 2N3055 - (**figura 34.3**)



TIP2955

Figura 34.3

Características:

Corrente Máxima de Coletor: 15 A
 Tensão máxima entre coletor e emissor: 100 V
 Dissipação máxima: 70 W
 h_{FE} : 20 a 50
 f_T : 10 kHz.

OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ - 3

O oscilador da **figura 36.1** produz um sinal retangular cuja frequência depende da intensidade da luz que incide no sensor (LDR) e também do valor do capacitor C. Esse capacitor pode ter valores na faixa de 100 pF a 100 nF (tipicamente) para a produção de sinais até uns 100 kHz. O circuito integrado pode ser alimentado com tensões de 5 a 15 V e o *trimpot* de ajuste do ponto de operação deve ser de 100 k ohms a 470 kohms. A alimentação positiva do CI é feita no pino 14 e a negativa no pino 7. As outras portas do CI podem ser usadas em outras aplicações, pois são independentes.

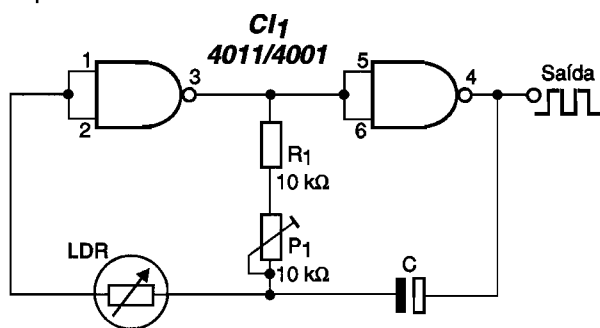


Figura 36.1

Lista de Material

- CI₁ - 4001 ou 4011 - circuito integrado CMOS
- LDR - LDR comum
- R₁ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- P₁ - 100 kΩ - trimpot
- C - 100 nF (sugestão) - capacitor de poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na **figura 36.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para esse oscilador.

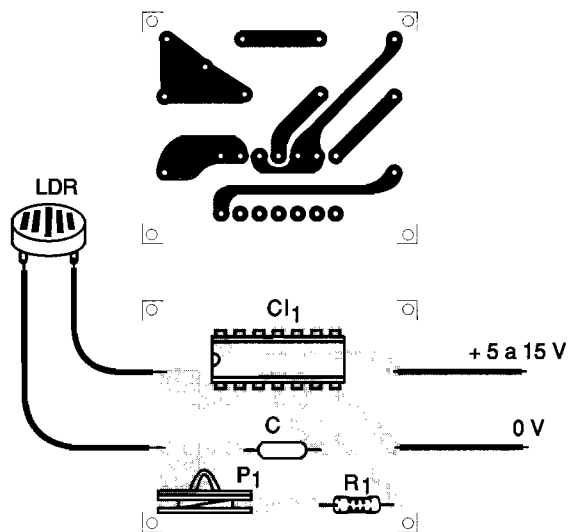


Figura 36.2

INFORMAÇÃO

4001

Quatro Portas Não-OU (NOR) de duas entradas. (figura 36.3)

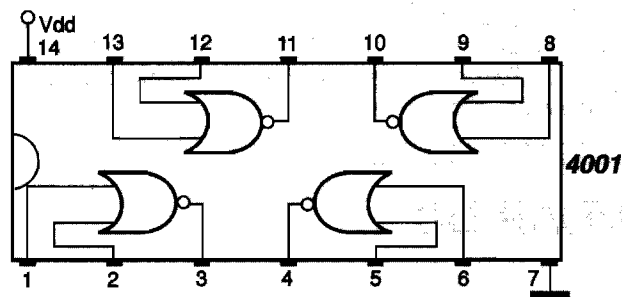


Figura 36.3

• Características:

- Faixa de tensões de alimentação: 3 a 15 V
- Corrente máxima de saída (10 V): 2,25 mA
- Tempo de propagação por porta (10 V): 60 ns.

PULSADOR SONORO

O oscilador da **figura 370.1** pode ser usado como sistema de aviso em máquinas, automóveis, brinquedos e outras aplicações que exijam um sinal sonoro de boa intensidade. O transdutor é do tipo piezelétrico de alta impedância, e o circuito pode ser alimentado com tensões de 3 a 12 V. A frequência do tom é dada por R_1 e C_1 , enquanto que a intermitência (intervalo

entre os *bips*) por C_2 e R_2 . Esses componentes podem ser alterados numa ampla faixa de valores. O consumo do circuito é da ordem de 0,5 mA apenas. Para acionamento de um alto-falante ou outro transdutor de impedância mais baixa, deve ser usada uma etapa transistorizada. O consumo no acionamento é da ordem de 5 mA.

A placa de circuito impresso para a montagem desse oscilador é sugerida na **figura 37.2**.

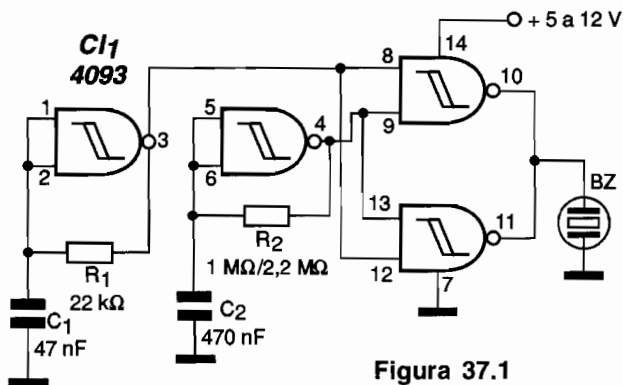


Figura 37.1

Lista de Material

- CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
- BZ - transdutor piezelétrico (cerâmico)
- R_1 - 22 kΩ x 1/8 W - resistor (verm., vermelho, laranja)
- R_2 - 1 MΩ a 2,2 MΩ x 1/8 W - resistor
- C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: Placa de circuito impresso, fios, solda, caixa para montagem, etc.

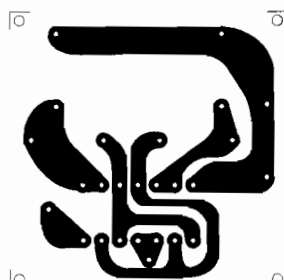
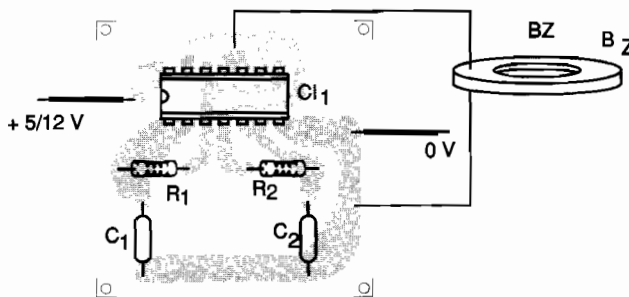


Figura 37.2



INFORMAÇÃO

Tabela de Fios Esmaltados - Standard Annealed Copper Wire (AWG and B&S)

AWG	Diâmetro (mm)	Seção (mm ²)	Resistência (ohms/km)
0000	11.86	107,2	0.158
000	10.40	85.3	0.197
00	9.226	67.43	0.252
0	8.252	53.48	0.317
1	7.348	42.41	0.40
2	6.544	33.63	0.50
3	5.827	26.67	0.63
4	5.189	21.15	0.80
5	4.621	16.77	1.01
6	4.115	10.55	1.2
7	3.665	10.55	1.70
8	3.264	8.36	2.03
9	2.906	6.63	2.56
10	2.588	5.26	3.23
11	2.305	4.17	4.07
12	2.053	3.31	5.13

AWG	Diâmetro (mm)	Seção (mm ²)	Resistência (ohms/km)
13	1.828	2.63	6.49
14	1.628	2.08	8.17
15	1.450	1.65	10.3
16	1.291	1.31	12.9
17	1.150	1.04	16.34
18	1.024	0.82	20.73
19	0.9116	0.65	26.15
20	0.8118	0.52	32.69
21	0.7230	0.41	41.46
22	0.6438	0.33	51.5
23	0.5733	0.26	56.4
24	0.5106	0.20	85.0
25	0.4547	0.16	106.2
26	0.4049	0.13	130.7
27	0.3606	0.10	170,0
28	0.3211	0.08	212.5

AWG	Diâmetro (mm)	Seção (mm ²)	Resistência (ohms/km)
29	0.2859	0.064	265.6
30	0.2546	0.051	333.3
31	0.2268	0.040	425.0
32	0.2019	0.032	531.2
33	0.1798	0.0254	669.3
34	0.1601	0.0201	845.8
35	0.1426	0.0159	1,069
36	0.1270	0.0127	1,339
37	0.1131	0.0100	1,700
38	0.1007	0.0079	2,152
39	0.0897	0.0063	2,669
40	0.0799	0.0050	3,400
41	0.0711	0.0040	4,250
42	0.0633	0.0032	5,312
43	0.0564	0.0025	6,800
44	0/0503	0.0020	8,500

COMPARADOR POSITIVO DE TENSÃO

Quando a tensão de entrada (V_{in}) supera a tensão ajustada no *trimpot* (V_{ref}), a saída do circuito vai ao nível alto, ou seja, apresenta uma tensão próxima da usada na alimentação. Para uma tensão de entrada menor que a de referência, a tensão de saída será zero. O circuito da **figura 38.1** pode ser alimentado com tensões de 3 a 15 V e operacionais equivalentes podem ser empregados. A corrente disponível na saída desse circuito é da ordem de alguns miliampéres. Isso significa que deve ser usada uma etapa de potência para acionamentos de cargas como relés e outros tipos de circuitos. Podem ser usados equivalentes ao LM324, inclusive amplificadores operacionais comuns.

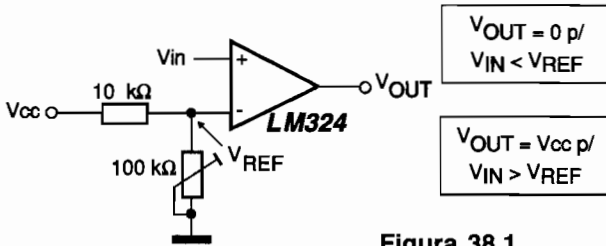
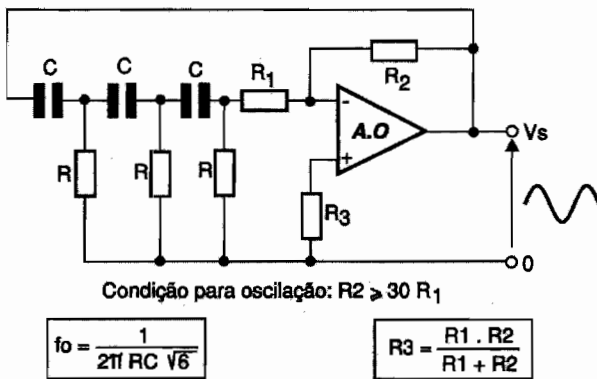


Figura 38.1

SOLUÇÃO

Oscilador RC com Amplificador Operacional (figura 38.2)

O oscilador de deslocamento de fase ou RC ilustrado na figura pode gerar sinais de até algumas dezenas de quilohertz. Os valores dos componentes devem manter as relações indicadas nas fórmulas para um funcionamento correto. O sinal é uma senóide com alguma distorção, que depende do amplificador e dos componentes selecionados além da frequência.



Condição para oscilação: $R_2 \geq 30 R_1$

$$f_o = \frac{1}{2\pi RC \sqrt{6}}$$

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Figura 38.2

Lista de Material

CI- LM324 ou qualquer comparador de tensão

R_1 - 10 kΩ - resistor

P_1 - 100 kΩ - trimpot

Diversos: placa, fios, solda.

Obs.: Não damos a placa uma vez que podem ser usados até quatro dos comparadores do LM324 num mesmo circuito.

INTERRUPTOR

Cargas de alta potência podem ser controladas por pequenos interruptores de lâmina, chaves de fim de curso e relés de baixa corrente usando a configuração mostrada na **figura 39.1**.

O TRIAC indicado pode controlar correntes de até 6 A e deve ser montado num bom radiador de calor. A corrente no interruptor será de algumas centenas de miliampéres.

O TRIAC deve ter sufixo B se a rede for de 110 V, e sufixo D se a rede for de 220 V. TRIACs de maior corrente como o TIC236 e até o TIC246 podem ser empregados neste circuito.

Observe que não existe isolamento do interruptor de controle em relação à rede de energia devendo, portanto, serem tomadas as devidas precauções contra choques.

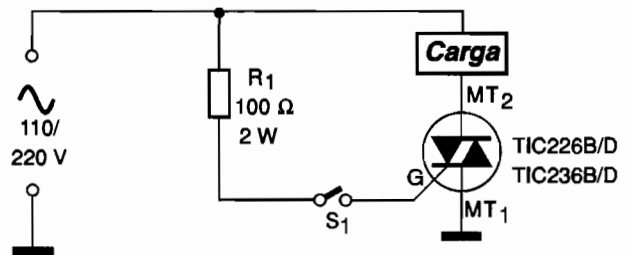


Figura 39.1

Lista de Material

TRIAC - TIC226, TIC236 ou equivalente

R_1 - 100 Ω x 2 W - resistor de fio

S_1 - Interruptor simples ou reed

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

MICRO-SINALIZADOR

O CI LM3909 da National Semiconductor contém um dobrador de baixíssimo consumo e um oscilador capaz de excitar um LED com tensões a partir de 1 V (a máxima é de 5 V). Com essa alimentação o LED piscará numa frequência determinada pelo capacitor. O reduzido consumo de corrente desse circuito faz com que a bateria tenha uma enorme durabilidade. A frequência e a intensidade das piscadas são dadas

pelo capacitor. Com o capacitor indicado, as piscadas ocorrem numa frequência entre 1 e 2 Hz. Na figura 40.1 temos o diagrama desta aplicação.

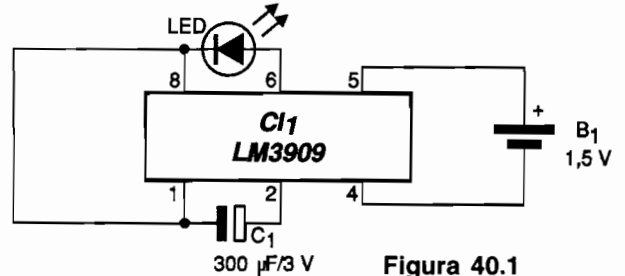


Figura 40.1

A placa de circuito impresso para a montagem do sinalizador de baixa tensão é mostrada na figura 40.2.

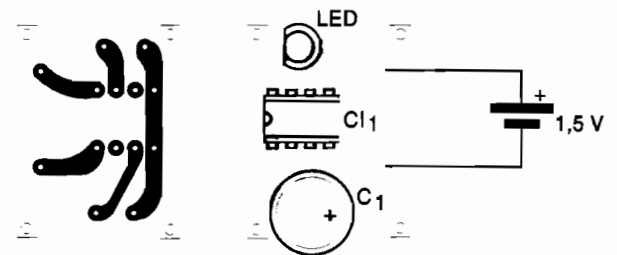


Figura 40.2

E POTÊNCIA

Na figura 39.2 damos uma sugestão de placa de circuito impresso para essa montagem. Atente para as trilhas largas para as correntes principais.

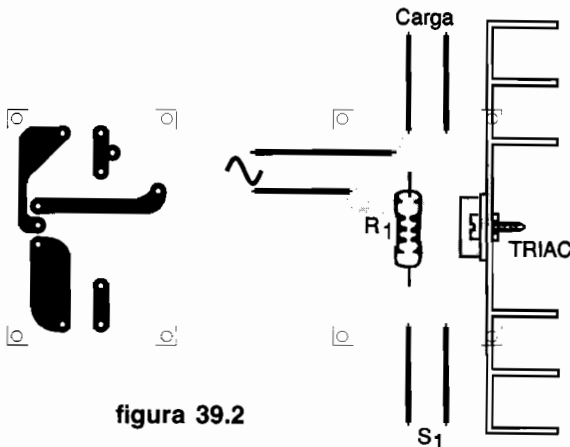
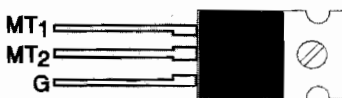


figura 39.2

INFORMAÇÃO

TIC236B/D - Triacs para 12 A; (figura 39.3)



TIC236B/D

TO - 220

figura 39.3

• **Características:**

- Sufixo B : 200 V
- Sufixo D: 400 V
- Corrente típica de disparo: 15 mA
- Corrente de manutenção: 50 mA
- Tensão típica de disparo: 1,2 V.

INFORMAÇÃO

LM3909

Pulsador/Oscilador de Baixa Tensão e Baixo Consumo (National Semiconductor) - figura 40.3.

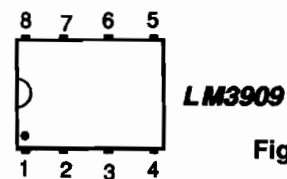


Figura 40.3

• **Características:**

- Faixa de Tensões de operação: 1,1 V a 3 V
- Faixa de frequências: 0,1 Hz a 2000 Hz.

Lista de Material

- CI₁ - LM3909 - circuito integrado (National)
- LED - LED vermelho ou de outra cor, comum
- C₁ - 300 µF ou 330 µF x 3 V - capacitor eletrolítico ou tântalo
- B₁ - 1,5 V - pilha AA, AAA (palito) ou botão
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

TRANSMISSOR SIMPLES DE FM

O transmissor da **figura 41.1** tem um alcance da ordem de 50 metros quando alimentado com 6 V, e seu sinal pode ser captado em qualquer receptor comum de FM com boa qualidade de som. A antena é telescópica ou um pedaço de fio de 10 a 30 cm de comprimento. A bobina L_1 é formada por 4 espiras de fio 26 ou 28 em forma de 1 cm sem núcleo. O *trimmer* CV pode ser de qualquer tipo com capacitância máxima de 20 a 30 pF. Os capacitores devem ser todos cerâmicos. Com o transistor indicado, o circuito pode oscilar entre frequências de 50 e 150 MHz, tipicamente. Pode ser usado um 2N2222 ou ainda um 2N2218 para maior potência com alimentação de 9 V.

A placa de circuito impresso para a montagem é exibida na **figura 41.2**.

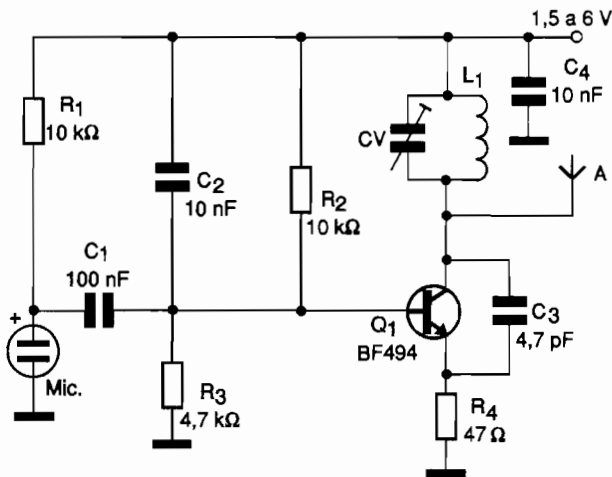


Figura 41.1

Lista de Material

- Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF
- MIC - microfone de eletreto de 2 terminais
- L_1 - Bobina - ver texto
- R_1, R_2 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_3 - 4,7 kΩ x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)
- R_4 - 47 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
- C_2, C_4 - 10 nF - capacitor cerâmico
- C_3 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
- A - antena - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, suporte de 2 ou 4 pilhas, fio, solda, etc.

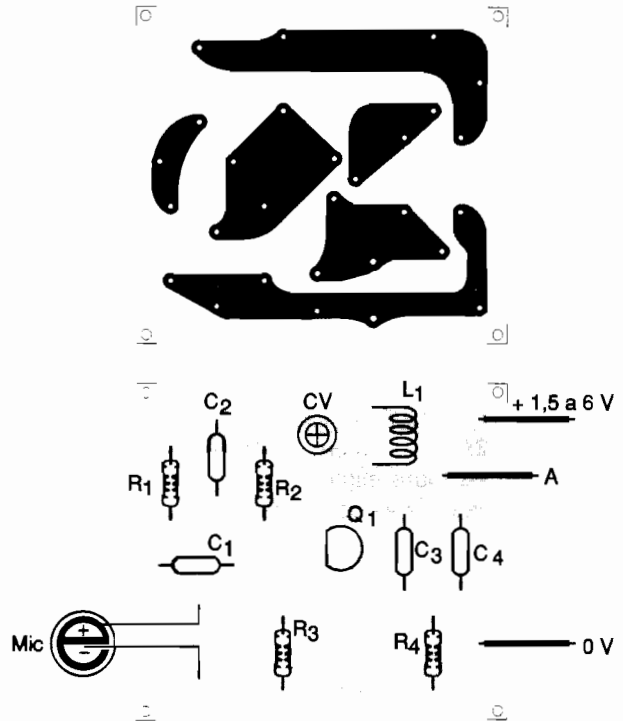


Figura 41.2

Correntes Máximas de Fios

Espessura mínima (AWG)	Corrente Máxima (A)
22	0,5
20	1
18	3
16	6
14	12
12	20
10	32

REOSTATO DARLINGTON

Cargas de até uns 2 ampères podem ser controladas com o circuito linear mostrado na **figura 42.1**. A tensão de entrada deve ser pelo menos uns 2 V maior que a tensão da carga. O transistor de potência admite equivalentes de maior corrente e deve ser montado num bom radiador de calor. Transistores Darlington de maiores correntes podem ser usados. O valor do potenciômetro pode ser eventualmente alterado para 4,7 k ohms para obter-se uma faixa mais precisa de controle, dependendo da aplicação e da corrente de carga.

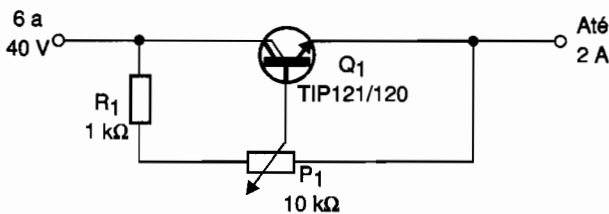


Figura 42.1

A placa de circuito impresso para montar esse reostato é ilustrada na **figura 42.2**.

Dependendo da carga, pode ser necessário o uso de um radiador de calor maior do que o indicado.

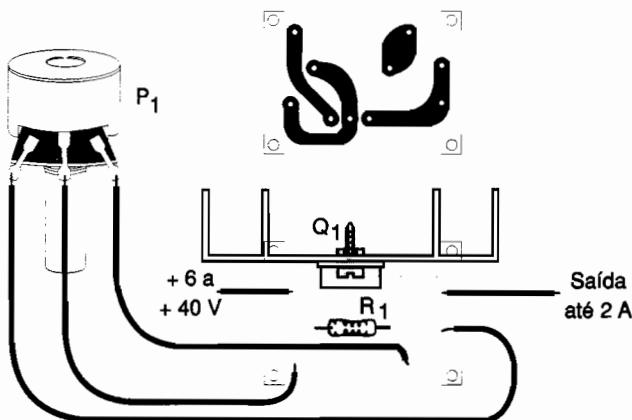


Figura 42.2

INFORMAÇÃO

TIP120/121/122

Transistores NPN Darlington de Potência,
(figura 42.3)



TIP 120/121/122

Figura 42.3

Características:

Corrente máxima de coletor: 5 A

Tensão máxima coletor-emissor:

- TIP120: 60 V

- TIP121: 80 V

- TIP122: 100 V

Dissipação máxima: 60 W

h_{FE} mínimo: 1000.

Lista de Material

Q_1 - TIP120 ou TIP121 - Transistor NPN Darlington de potência

R_1 - 1 kΩ x 1/2 W - resistor (marrom, preto, laranja)

P_1 - 10 kΩ - potenciômetro comum

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

SIMPLES RÁDIO AM

O simples rádio experimental/didático que é mostrado na **figura 43.1** sintoniza as estações locais da faixa de ondas médias. A antena deve ser externa e ter pelo menos uns 5 metros de comprimento. O potenciômetro P_1 ajusta a polarização para maior ganho e melhor qualidade do sinal de áudio. O transdutor é um pequeno alto-falante de 5 a 10 cm e a alimentação pode ser feita com pilhas comuns. A bobina L_1 é formada por 50+50 espiras de fio esmaltado de 28 a 32 AWG num bastão de ferrite de 1 cm de diâmetro aproximadamente e até 15 cm de comprimento. CV é qualquer variável de ondas médias comuns. Esse rádio também funcionará com fontes alternativas de energia a partir de 1,5 V. Para baixas potências, o alto-falante pode ser substituído por um fone de ouvido de baixa impedância. Em alguns casos pode-se reduzir as espiras da bobina para 10+10 ou 20+20, e com isso, captar-se também emissoras da faixa de ondas curtas.

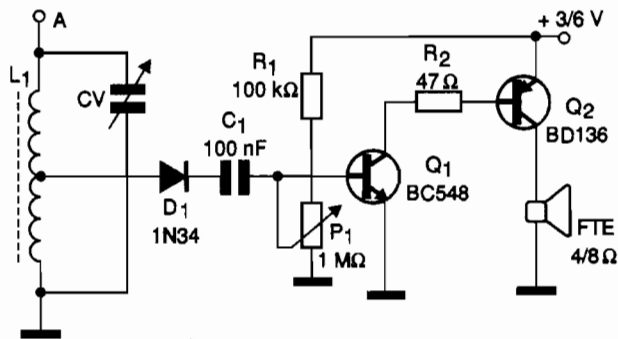


Figura 43.1

Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BD136 ou equivalente - transistor PNP de média potência
- D_1 - 1N34 ou equivalente - diodo de germânio
- L_1 - Bobina (ver texto)
- CV - capacitor de sintonia para rádios de ondas médias
- FTE - alto-falante pequeno de 4 ou 8 Ω
- P_1 - 1 M Ω - trimpot
- R_1 - 100 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, amarelo)
- R_2 - 47 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
- Diversos: antena, placa de circuito impresso, pilhas ou fonte, fios, solda, ligação à terra, etc.

A placa de circuito impresso para a montagem desse rádio é mostrada na **figura 42.2**.

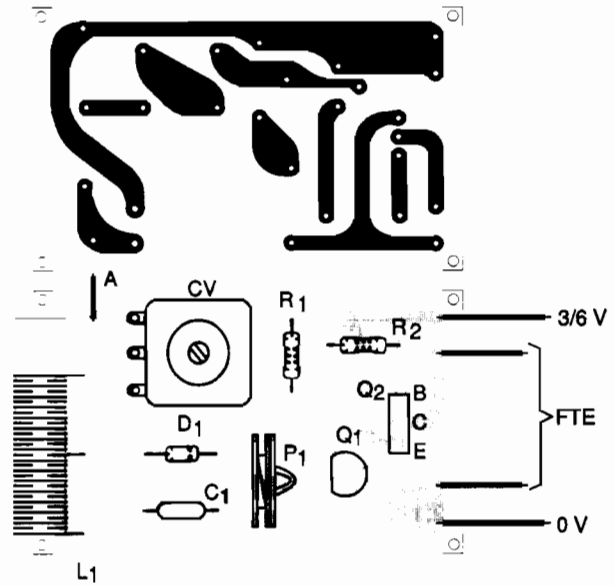


Figura 43.2

BD136/138/140

Transistores PNP de média potência (figura 43.3)

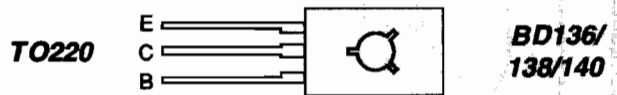


Figura 43.3

• Características:

	BD136	BD138	BD140	
V _{cb0} (máx)	45	60	100	V
V _{ce0} (máx)	45	60	80	V
I _{cm} (máx)	1,5	1,5	1,5	A
P _{tot} (máx)	8	8	8	W
h _{FE}	40-250	40-160	40-160	min/máx
f _T (típica)	75	75	75	MHz

CONTADOR BCD

O circuito mostrado na **figura 44.1** tem tecnologia TTL e faz a contagem BCD dos pulsos retangulares aplicados à sua entrada. Esse circuito deve ser alimentado com 5 V e é capaz de excitar um decodificador para *display* de 7 segmentos. Também é possível cascatear etapas como essa para um contador de dezenas, centenas ou milhares. Para indicação direta em BCD podem ser ligados nas saídas LEDs comuns vermelhos em série com resistores de 470 ohms.

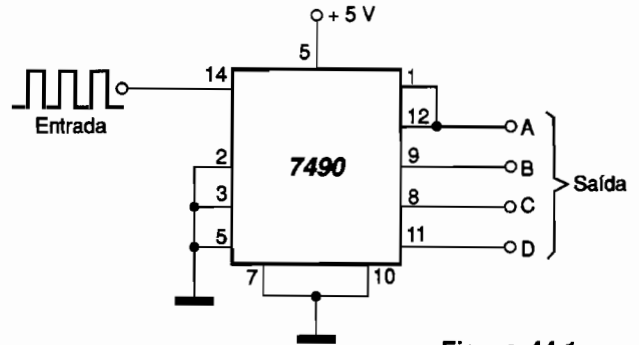


Figura 44.1

Lista de Material

CI, - 7490 ou de outra família - circuito integrado (1 para cada dígito)

Diversos: placa de circuito impresso, soquete DIL, etc.

INFORMAÇÕES

7490

Circuito integrado TTL contador de década e divisor por 10 - (**figura 44.2**).

• Características:

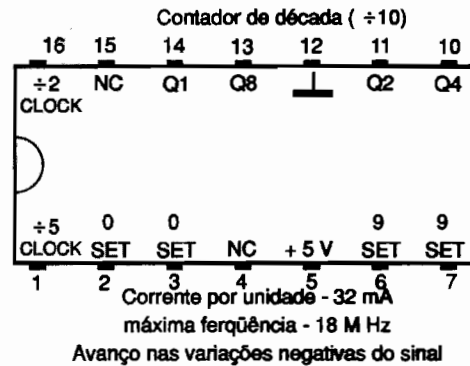
Freqüência máxima de operação (série normal):

10 MHz

Corrente por unidade (série normal): 32 mA

Avança uma unidade com as transições negativas do sinal de entrada.

Conta no sentido progressivo.



7490 - TTL

Figura 44.2

Características de SMAs

Nome do fio	Diâmetro do fio (microns)	Resistência Linear ohm/m)	Corrente Típica (mA)	Peso de Deformação (gramas)*	Peso de Recuperação (gramas)	Relação Típica ** (LT/HT)
Flexinol 025	25	1770	20	2	7	55/n.a.
Flexinol 037	37	860	30	4	20	52/68
Flexinol 050	50	510	50	8	35	46/67
Flexinol 100	100	150	180	28	150	33/50
Flexinol 150	150	50	400	62	330	20/30
Flexinol 250	150	20	1000	172	930	9/13
Flexinol 300	300	13	1750	245	1250	7/9
Flexinol 375	375	8	2750	393	2000	4/5

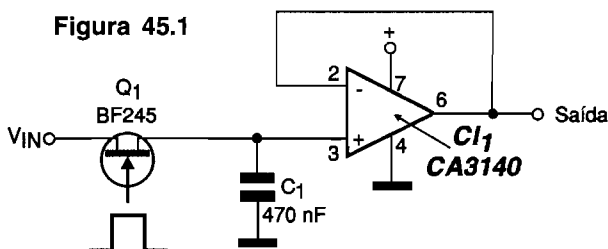
• • Multiplique por 0,0098 para encontrar a força em Newton (N)

• • • Ciclos por minuto ao ar livre a 20° C

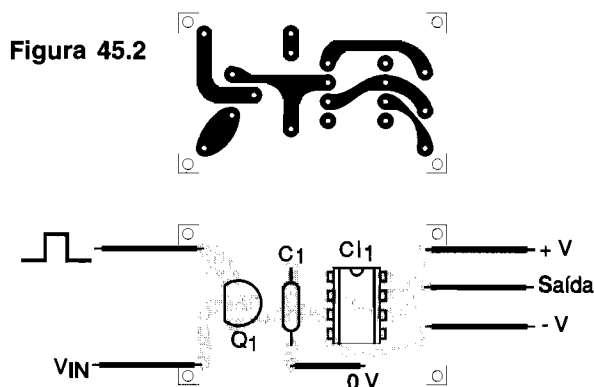
• LT = Low temperature - 70 °C, HT = High Temperature 90 °C

AMOSTRAGEM E RETENÇÃO

O circuito de amostragem ilustrado na **figura 44.1** (*Sample and Hold*) é usado em conversores Analógico/Digitais (ADC) e em outras aplicações que envolvam a captura de tensão para posterior leitura. A tensão de entrada é armazenada no capacitor quando o transistor é habilitado. O capacitor fica carregado com essa tensão, que se mantém disponível na saída do CI mesmo depois de a tensão de entrada ter desaparecido. O circuito deve ter alimentação simétrica e o capacitor precisa ser de excelente qualidade (pouca fuga). O valor do capacitor pode ser alterado em função da aplicação. Transistores equivalentes ao BF245 como, por exemplo, o MPF102 podem ser usados neste circuito. Outros operacionais com FET na entrada (JFET) equivalentes ao CA3140 também podem ser usados nesse circuito.



A placa de circuito impresso para uma aplicação é dada na **figura 45.2**



Lista de Material

- CI₁ - CA3140 ou equivalente - amplificador operacional com JFET na entrada
- Q₁ - BF245 ou equivalente - FET de junção
- C₁ - 470 nF - capacitor de poliéster de alta qualidade
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

AMPLIFICADOR OPERACIONAL

CA3140

Amplificador Operacional com FET na entrada. (**figura 44.3**)

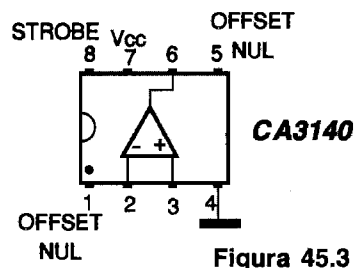


Figura 45.3

• Características:

- Resistor de ajuste de *offset null*:
 - 4,7 kΩ para CA3140
 - 18 kΩ para o CA3140A
- Resistência de entrada: 1,5 T Ω
- Capacitância de entrada: 4 pF
- Tensão máxima de alimentação: 36 V
- Resistência de saída: 60 Ω
- Ganho: 100 dB (100 V/mV)
- Faixa passante: 4,5 MHz.

SINALIZADOR DE ALTA POTÊNCIA

O circuito da **figura 46.1** produz piscadas de curta duração numa lâmpada incandescente de até 500 W. A frequência é ajustada no *trimpot* e o capacitor determina tanto a frequência como a intensidade das piscadas. O TRIAC é o TIC226B se a rede for de 110 V, e TIC226D se a rede for de 220 V. Esse componente deve ser dotado de um bom radiador de calor. O capacitor deve ser de poliéster com uma tensão de trabalho de pelo menos 150 V. Valores maiores podem ser experimentados. O resistor de 2k2 também pode ser alterado para se modificar a intensidade e duração das piscadas. O diodo deve ser o 1N4004 se a rede de energia for de 110 V, ou o 1N4007 se a rede for de 220 V. Observamos que esse circuito está ligado diretamente à rede de energia e, portanto, deve ter suas partes protegidas contra contatos acidentais capazes de provocar choques perigosos.

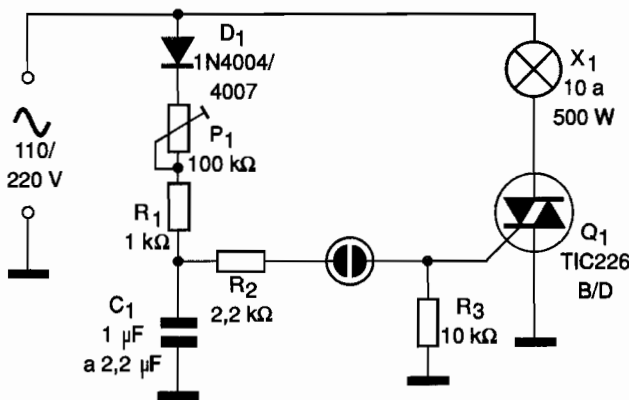


Figura 46.1

Lista de Material

- TRIAC - TIC226B ou D - conforme a tensão
- D₁ - 1N4004 (110V) ou 1N4007 (220V) - diodo de silício
- lâmpada comum
- P₁ - 100 kΩ - potenciômetro
- R₁ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- R₂ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
- R₃ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- C₁ - 1 μF a 2,2 μF x 200 V - capacitor de poliéster
- X₁ - lâmpada incandescente comum para a tensão da rede local (110 V ou 220 V)
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

Na **figura 46.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para esse circuito.

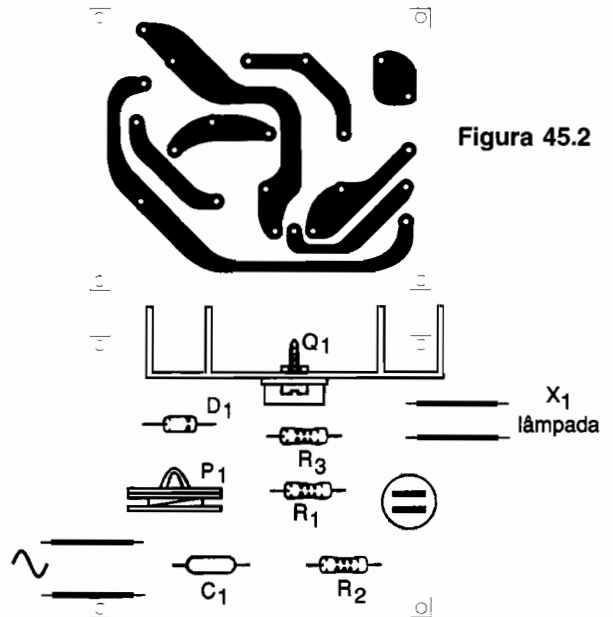
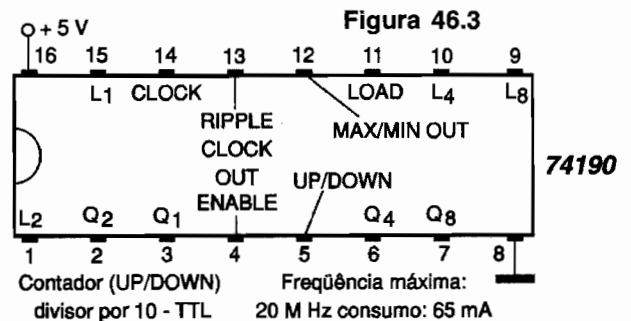


Figura 45.2

INFORMAÇÃO

74190

Contador progressivo-regressivo (*up-down*) TTL e divisor de frequência por 10 - (**figura 46.3**)



Características:

Frequência máxima para a série normal: 20 MHz
 Consumo por unidade para a série normal: 65 mA
 Para contagem regressiva a entrada UP/DOWN deve ser levada ao nível alto
 Na operação normal LOAD=1, EN=0 e UP/DOWN=0.
 O contador avança uma unidade na transição positiva do *clock*.

FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 1

A intensidade da corrente na carga depende do ajuste de P_1 e, eventualmente, do valor do diodo zener que pode ser alterado na faixa de 2,1 a 6,6 V. O diodo zener é de 400 mW e esse circuito pode fornecer correntes de carga de até 2 A. O transistor de potência deve ser montado em radiador de calor. Maiores correntes podem ser obtidas com transistores equivalentes e zeners de maior potência. O potenciômetro P_1 deve ser de fio. O circuito em questão é mostrado na figura 47.1.

INFORMAÇÃO

Série de diodos zener BZX79 de 400 mW, (figura 47.3).

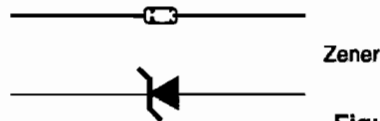


Figura 47.3

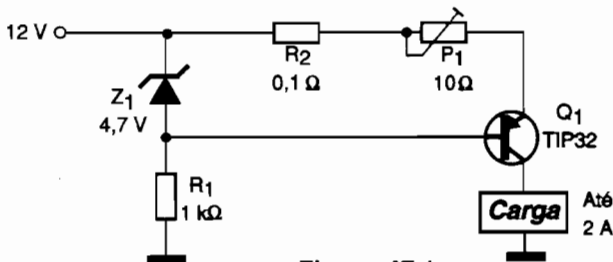


Figura 47.1

A placa de circuito impresso para essa montagem é apresentada na figura 47.2.

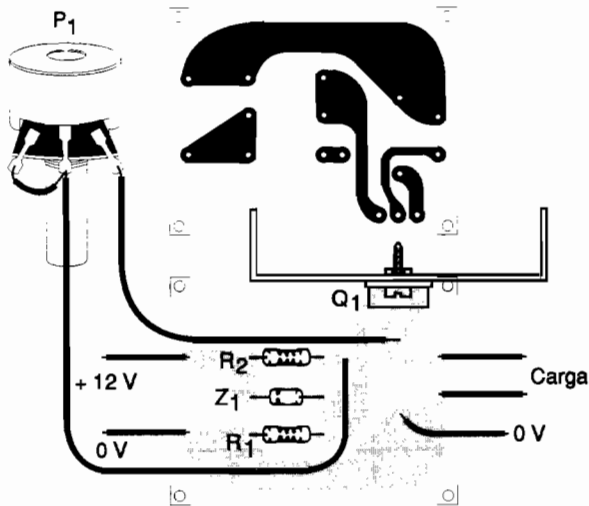


Figura 47.2

Lista de Material

- Q_1 - TIP32 ou equivalente - transistor PNP de potência
- Z_1 - Diodo zener de 4,7 V x 400 mW (BZX79C4V7)
- R_1 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- R_2 - 0,1 Ω - resistor de fio
- P_1 - 10 Ω - trimpot de fio
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda.

Tipo	Tensão (V)	Corrente (mA)
BZX79C4V7	4,7	10
BZX79C5V1	5,1	10
BZX79C5V6	5,6	10
BZX79C6V2	6,2	10
BZX79C6V8	6,8	10
BZX79C7V5	7,5	10
BZX79C8V2	8,2	10
BZX79C9V1	9,1	10
BZX79C10	10	10
BZX79C11	11	5
BZX79C12	12	5
BZX79C13	13	5
BZX79C15	15	5
BZX79C16	16	5
BZX79C18	18	5
BZX79C20	20	5
BZX79C22	22	5
BZX79C24	24	5
BZX79C27	27	2
BZX79C30	30	2
BZX79C33	33	2
BZX79C36	36	2
BZX79C39	39	2
BZX79C43	43	2
BZX79C47	47	2
BZX79C51	51	2
BZX79C56	56	2
BZX79C62	62	2
BZX79C68	68	2
BZX79C75	75	2

FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 2

A intensidade da corrente na carga (de até 3 ampéres), no circuito da **figura 48.1**, pode ser ajustada no *trimpot* de 1 ohm (fio). Essa corrente pode ser calculada pela fórmula junto ao diagrama. A tensão de entrada depende da tensão que aparece na carga com a corrente ajustada. Ela deve ser pelo menos 2 V maior. O circuito integrado regulador de tensão precisa ser montado em radiador de calor. Para uma corrente de 100 mA (0,1 A), por exemplo, a resistência total apresentada por R_x deve ser de: $1,25/0,1 = 12,5$ ohms. Neste caso, devemos usar um *trimpot* de ajuste maior do que 1 ohm. Este circuito tem aplicações em Robótica no controle de SMAs.

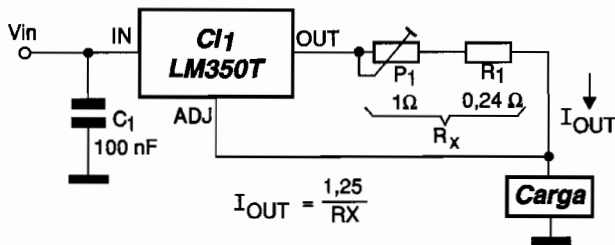


Figura 48.1

Na **figura 48.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte de corrente constante.

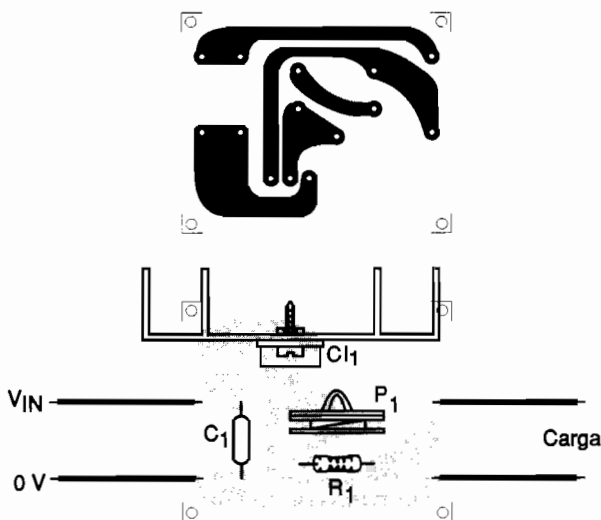


Figura 48.2

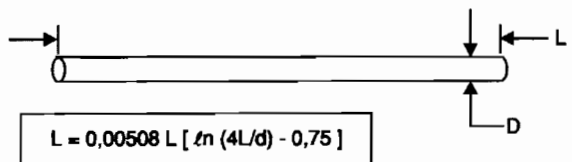
Lista de Material

- CI_1 - LM350T - circuito integrado regulador de tensão
- P_1 - 1 Ω - trimpot de fio
- R_1 - 0,24 Ω - resistor de fio (quatro resistores de 1 Ω em paralelo)
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Indutância de Fio Reto

Um condutor retilíneo apresenta uma indutância que depende de seu comprimento e espessura. Essa indutância (em henry) pode ser calculada pela fórmula abaixo, onde o comprimento e o diâmetro são dados em polegadas - (**figura 48.3**).



Onde: L é o comprimento em polegadas e do diâmetro em polegadas

Figura 48.3

REOSTATO PNP

O reostato (controle linear de potência) da **figura 49.1** emprega um transistor PNP e admite cargas de até 2 A. O potenciômetro deve ser de fio e a tensão de entrada deve ser igual à tensão máxima a ser aplicada na carga. O resistor de 470 ohms deve ser de fio. O transistor de potência admite equivalentes e tem que ser montado num bom radiador de calor. Podem ser usados transistores de maior ganho, caso em que o potenciômetro de 1 kohm terá valores alterados para 4,7 kohms. Se, com o transistor indicado não se alcançar a tensão máxima de saída (2 volts a menos que a tensão de entrada, tipicamente), será necessário reduzir o resistor de 470 ohms para 330 ohms ou mesmo 270 ohms.

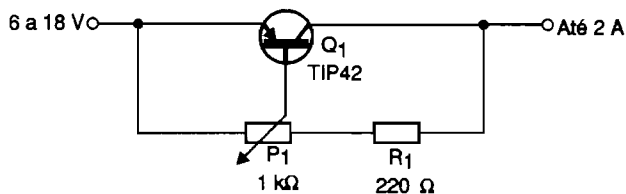


Figura 49.1

Na **figura 49.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do reostato. Eventualmente, o tamanho do radiador de calor deve ser aumentado.

Observe as trilhas mais largas para as correntes principais.

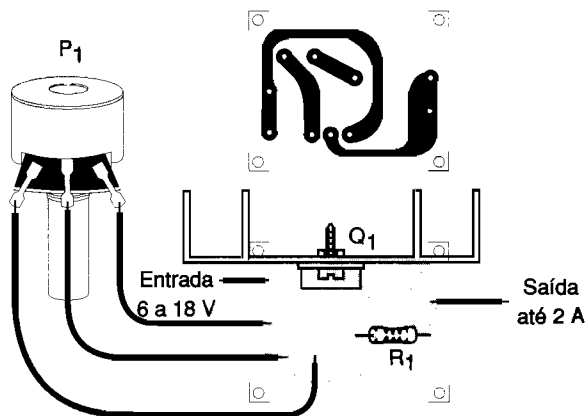


Figura 49.2

Lista de Material

- Q_1 - TIP42 ou equivalente - transistor PNP de potência
- P_1 - 1 k Ω - potenciômetro de fio
- R_1 - 220 Ω x 2 W - resistor (vermelho, vermelho, marrom)
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

RECOMENDAÇÃO

- TIP42

Transistor PNP de potência, de silício, (**figura 48.3**).



Figura 49.3

• Características

Tensão coletor-emissor máxima:

- TIP42: 40 V
- TIP42A: 60 V
- TIP42B: 80 V
- TIP42C: 100 V

Corrente máxima de coletor: 6 A

Dissipação máxima: 65 W

Faixa de ganhos (h_{FE}): 15 - 75

f_T (min): 3 MHz

ESPANTA PERNILONGOS

Insetos como os pernilongos (muriçocas) têm uma característica especial: são as fêmeas que picam, e elas não suportam a presença de outras fêmeas. Assim, com um aparelho que imite o ruído de uma fêmea, espantamos as outras (reais) que, então, deixam de nos picar. Esse é o princípio de funcionamento dos "espanta mosquitos" que podem ser encontrados em casas especializadas em *camping*, pesca, etc. Evidentemente, sua eficiência dependerá de diversos fatores que não estão sob o nosso controle como, por exemplo, a fidelidade (ajuste) com que podemos imitar o ruído da fêmea do inseto, e ainda (evidentemente) o fato de não nos depararmos com uma fêmea que, além de faminta demais

para se incomodar com a presença das outras, ainda seja "surda"!

Mas, nosso aparelho consiste então de um oscilador de áudio que opera entre 500 e 3000 Hz (frequência do inseto) a ser ajustada em P_1 , e que aplica esse sinal num transdutor de cerâmica. A alimentação é feita por pilhas ou bateria de 9 V com um consumo da ordem de 5 mA, o que garante autonomia razoável para a fonte. O circuito do espanta mosquitos é mostrado na **figura 50.1**.

Lista de Material

CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
 BZ - Transdutor piezelétrico de cerâmica
 P_1 - 100 k Ω - trimpot
 R_1 - 4,7 k Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)
 C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
 B_1 - 6 ou 9 V - pilhas ou bateria
 Diversos: placa de circuito impresso, suporte de pilha ou conector de bateria, caixa para montagem, fios, solda, etc.

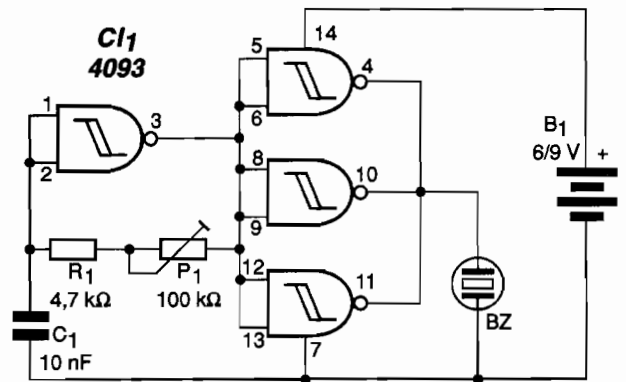


Figura 50.1

A placa de circuito impresso para essa montagem é sugerida na **figura 50.2**.

INFORMAÇÃO

UNIDADES E CONVERSÕES DE CAPACITÂNCIAS

Submúltiplos do Farad:

Unidade	Símbolo	Valor em Farads (F)
Microfarad	μF	0,000 001=10 ⁻⁶ F
Nanofarad	nF	0,000 000 001=10 ⁻⁹ F
Picofarad	pF	0,000 000 000 001=10 ⁻¹² F

Tabela de Conversão:

Para converter	Em	Multiplique por
Microfarads	Nanofarads	1.000
Microfrads	Picofarads	1.000.000
Nanofarads	Picofarads	1.000
Nanofarads	Microfarads	0,001
Picofarads	Microfarads	0,000 001
Picofarads	Nanofarads	0,001

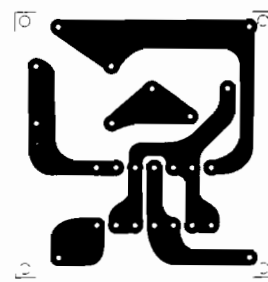
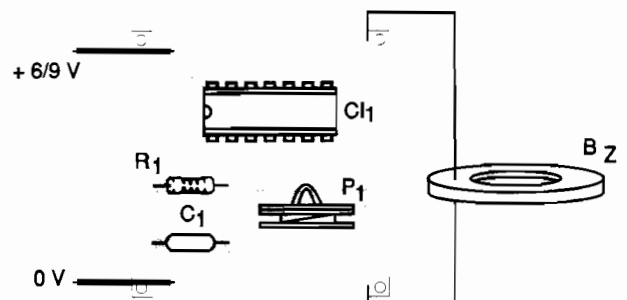


Figura 50.2



SENSOR SPST

O circuito mostrado na **figura 51.1** produz sinais lógicos a partir de uma chave de 1 pólo x duas posições. Na versão indicada ele é usado com tecnologia TTL devendo, portanto, ser alimentado com 5 V. Dentre as aplicações desse circuito estão os sensores de máquinas industriais e para Robótica. A mesma configuração vale para portas CMOS, caso em que os resistores terão os seus valores aumentados para a faixa entre 10 k ohms e 1 M ohms, tipicamente. A tensão no caso poderá ficar na faixa de 5 a 15 volts, dependendo da aplicação.

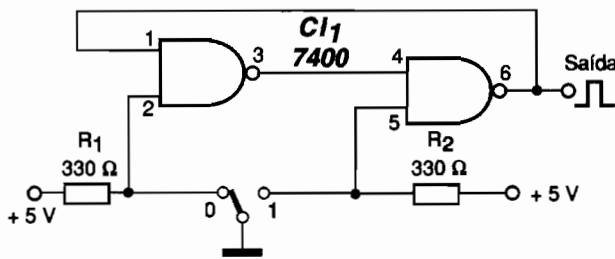


Figura 51.1

Uma placa de circuito impresso para esse circuito é mostrada na **figura 51.2**.

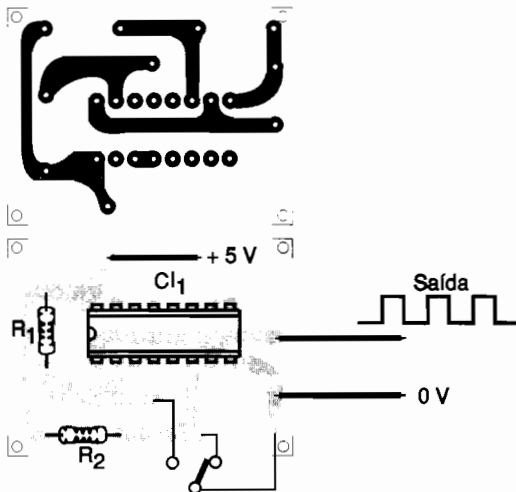


Figura 51.2

INFORMAÇÃO

7400

Quatro Portas NAND TTL

As quatro portas deste CI podem ser usadas de forma independente. A pinagem é mostrada na **figura 51.3**.

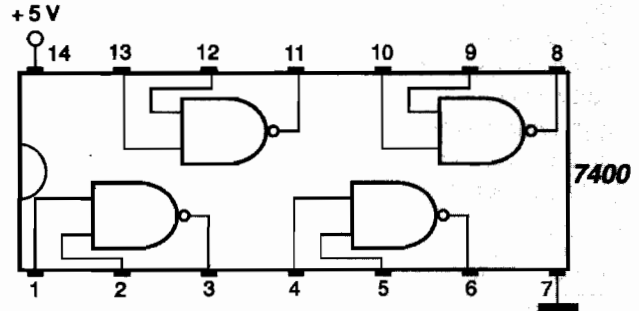


Figura 51.3

• Características:

Tensão de alimentação: 5 V

Tempo de propagação do sinal: 10 ns (*standard*)

Corrente por invólucro: 12 mA (*standard*)

Lista de Material

CI₁ - 7400 - 4 portas NAND TTL

R₁, R₂ - 330 Ω x 1/8 W - resistores - laranja, laranja, marrom

S₁ - Chave de 1 pólo x 2 posições

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

SCR COM RETARDO

O circuito ilustrado na **figura 52.1** aciona uma carga depois de transcorrido certo tempo em que S_1 foi fechado. O tempo de retardo depende do resistor R (que pode ter valores entre 1k e 100 k ohms) e do capacitor C que pode ter valores entre 10 μF e 200 μF . O SCR deverá ser dotado de radiador de calor se a corrente na carga for maior do que 500 mA. Deve ser previsto que, ao ligar, há uma queda de tensão de 2V no SCR, a qual deverá ser compensada na tensão de alimentação. Observamos que esse circuito é válido apenas para SCRs da série 106, que possuem correntes muito baixas de disparo. Para SCRs com menor sensibilidade o resistor não poderá ter valores muito acima de 1 k ohms e, com isso, ficará difícil obter intervalos de tempos maiores.

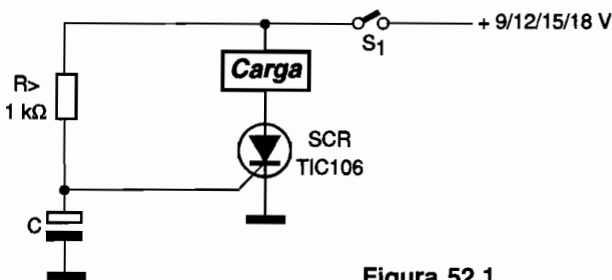


Figura 52.1

A placa de circuito impresso para a montagem desse circuito é sugerida na **figura 52.2**. O dimensionamento do dissipador de calor irá depender da intensidade da corrente que deverá ser controlada.

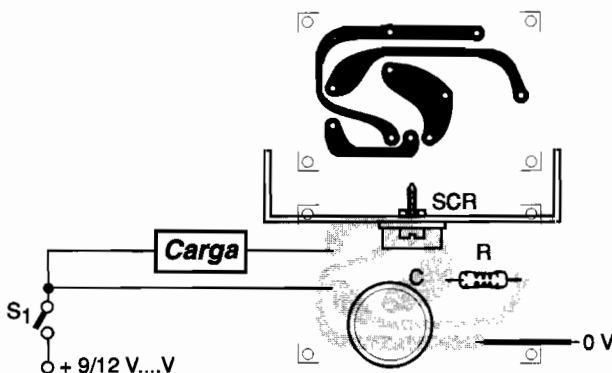


Figura 52.2

Lista de Material

- SCR - TIC106 - SCR conforme a tensão de alimentação
- R - resistor - ver texto
- C - capacitor eletrolítico para 6 V ou mais - ver texto
- S_1 - Interruptor simples.

INFORMAÇÃO

Constante de Tempo RC

A constante de tempo de um circuito RC-série é definida como o tempo que o capacitor demora para se carregar com 63,2% de sua carga total, ou seja, da tensão total de alimentação.

$$t = RC$$

Onde: t é a constante de tempo

R é a resistência do resistor, em ohms

C é a capacitância do capacitor, em farads

A **figura 52.3** mostra a curva de carga de um capacitor em um circuito RC com o valor RC indicado.

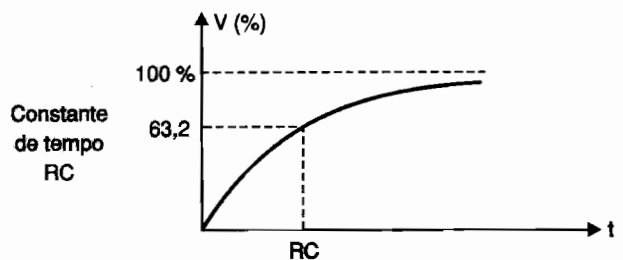


Figura 52.3

CONTROLE LINEAR DC

Cargas de até 2 A podem ter a tensão aplicada controlada com o circuito dado na **figura 53.1**. O diodo zener V_Z determina a tensão máxima aplicada, a qual será ajustada em P_1 . A tensão de entrada deverá ser pelo menos 2 V maior que a tensão máxima na carga, que é a tensão determinada pelo zener. O transistor deve ser montado num bom radiador de calor. Os capacitores eletrolíticos devem ter tensões de trabalho maiores que a máxima aplicada na carga. Esse circuito também serve de base para uma fonte experimental de 0 a 12 V (conforme o zener) para a banca de trabalhos. Um LED em paralelo com a entrada poderá ser usado para monitorar seu funcionamento.

Lista de Material

- Q_1 - TIP31 ou TIP41 - Transistor NPN de potência
- V_Z - Diodo zener de 6 a 15 V x 400 mW - ver texto
- P_1 - Potenciômetro de 10 k Ω
- R_1 - 1 k Ω x 1 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- C_1 - 10 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 10 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

PROVA DE CAPACITORES ELETROLÍTICOS COM O MULTÍMETRO

Na **figura 53.3** mostramos como testar um capacitor eletrolítico utilizando as escalas mais altas de resistências de um multímetro analógico comum (os digitais não são recomendados para esta prova pois não possuem uma agulha para se observar o movimento).

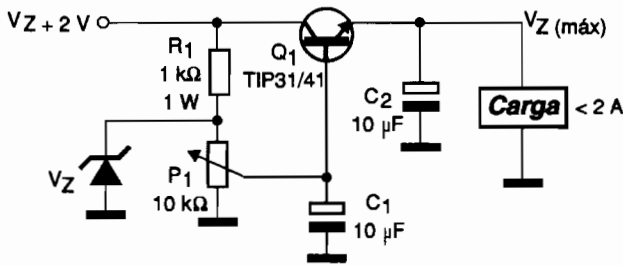


Figura 53.1

Uma placa de circuito impresso para esse circuito é apresentada na **figura 53.2**. Observe que as trilhas que conduzem as correntes mais intensas devem ser mais largas.

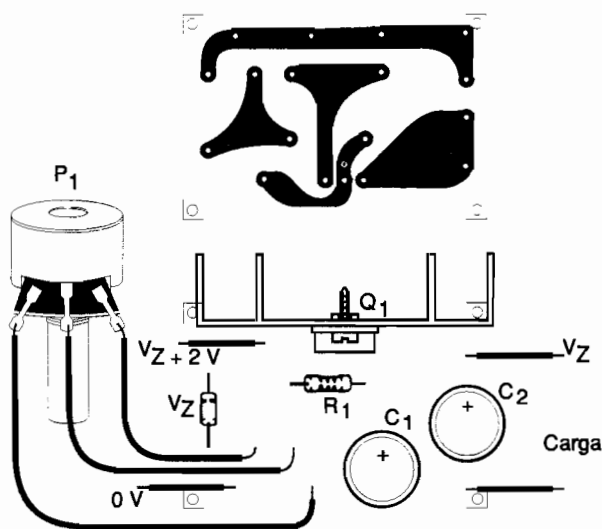


Figura 53.2

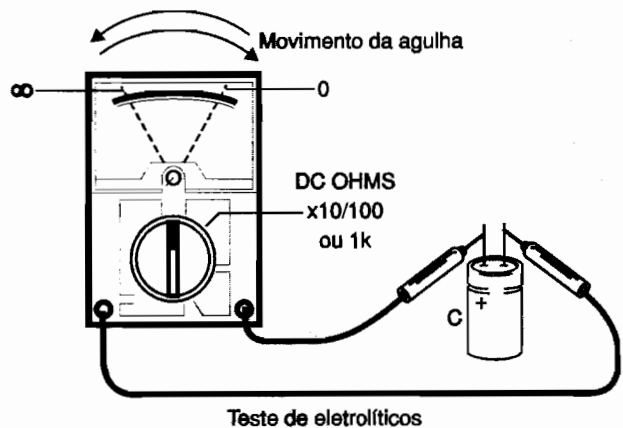


Figura 53.3

Encostando as pontas de prova no capacitor, a agulha desloca-se em direção às baixas resistências e depois volta devendo parar perto de infinito (8), para um capacitor em bom estado. Se o capacitor estiver aberto, a agulha mal se move. Se estiver em curto pára nas baixas resistências e se tiver fugas pára em resistências que podem variar entre 50 k ohms a 500 k ohms, dependendo do tipo.

EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 2

O circuito exibido na **figura 54.1** aciona um relé de 50 mA de bobina com correntes muito pequenas, quando o nível de sinal na entrada vai a zero (aterrado). A sensibilidade dessa etapa permite que ela seja acionada com sinais de circuitos lógicos TTL e CMOS, e até mesmo da porta paralela de um PC. A bobina do relé deve ser especificada de acordo com a tensão de alimentação. Esse circuito pode funcionar com relés de maiores correntes (até 500 mA) efetuando-se a troca do BC548 por um BD135 dotado de um pequeno radiador de calor. A tensão de bobina do relé também poderá ser maior, chegando aos 24 volts. Nesse caso, cargas podem ser controladas diretamente pelo sinal de entrada sem a necessidade do relé.

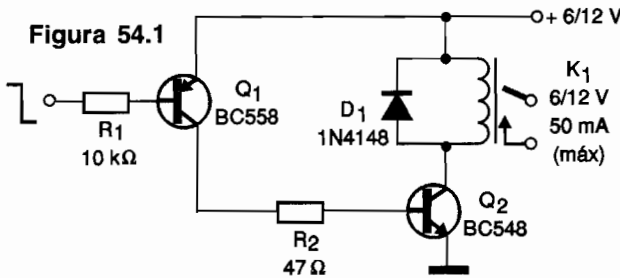


Figura 54.1

Lista de Material

- Q_1 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- Q_2 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_2 - 47 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V, com bobina de no máximo 50 mA
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na **figura 54.2** ilustramos uma placa de circuito impresso para a montagem desse dispositivo.

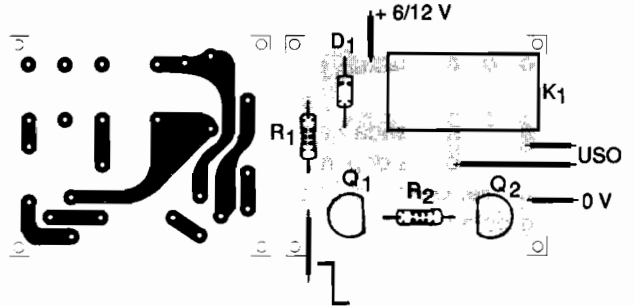


Figura 54.2

INFORMAÇÃO

BD235 (NPN), BD236 (PNP)
Transistores Complementares de média potência, (figura 54.3).

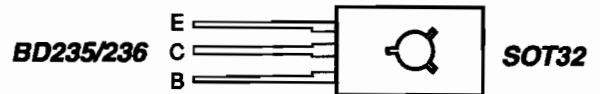


Figura 54.3

• Características:

V_{ce0} (máx)	60 V
I_c (máx)	2 A
P_{tot} (25°C)	25 W
h_{FE} ($I_c = 150$ mA)	40 - 250
f_T	> 3 MHz

PISCA-PISCA COM RELÉ

Um sistema de aviso para falhas de máquinas industriais, alarmes e outras aplicações poderá ser elaborado com base num relé e um capacitor apenas. A constante de tempo é dada pela resistência ôhmica do relé e pelo valor do capacitor usado, o qual pode ser alterado numa ampla faixa de valores. O relé deve ser de 50 ohms ou mais, sensível, e com tensão de acordo com a utilizada na alimentação da aplicação. A carga controlada depende da capacidade dos contatos do relé. O capacitor deverá ter uma tensão de trabalho pelo menos 3 vezes maior do que a usada na alimentação. O circuito em questão é mostrado na figura 55.1.

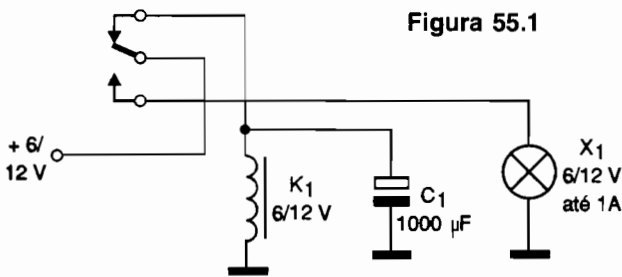


Figura 55.1

Uma placa de circuito impresso para se obter uma montagem bem compacta é apresentada na figura 55.2.

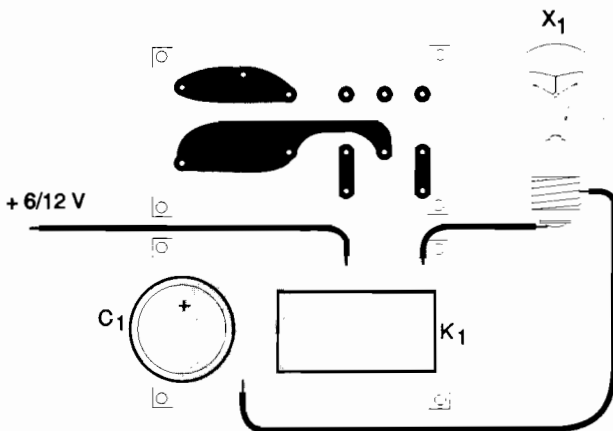


Figura 55.2

Lista de Material

- K_1 - Relé de 6 ou 12 V
- C_1 - 1 000 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
- X_1 - Lâmpada de 6 ou 12 V para corrente até 1 A
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda.

Diagrama de Cromaticidade

Diagrama de Cromaticidade

O diagrama da figura 55.3 é usado para definir as cores em função de comprimentos de onda e intensidades relativas.

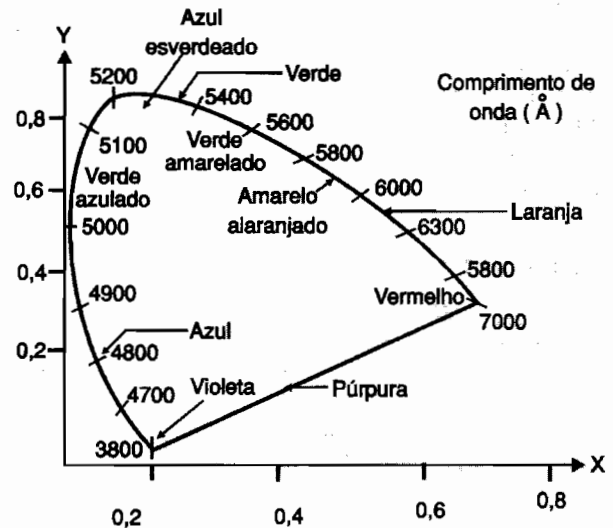


Figura 55.3

SÉRIE/ PARALELO 2

Duas cargas podem ser ligadas em série ou em paralelo com a configuração esquematizada na **figura 56.1**, a qual é de grande utilidade para aplicações em controles industriais, robótica e mecatrônica. Com a chave na posição (a), as cargas ficam ligadas em paralelo, e em (b) são alimentadas em série pela bateria B_1 . A chave poderá ser substituída pelos contatos reversíveis de um relé. A corrente máxima controlada depende da capacidade dos contatos da chave usada. A tensão de entrada deverá ser de acordo com as cargas.

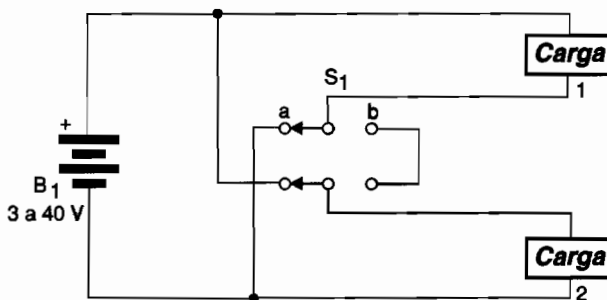


Figura 56.1

O aspecto real da montagem com duas chaves comutadoras comuns é dado na **figura 56.2**.

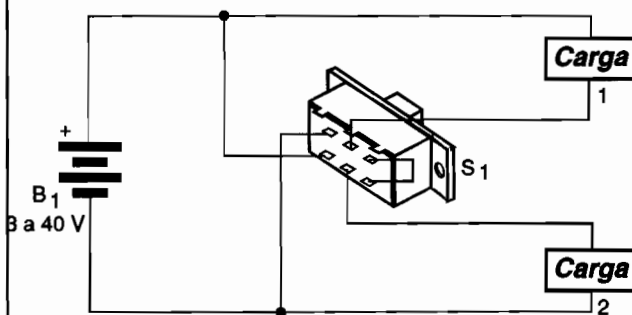


Figura 56.2

Lista de Material

B_1 - Fonte de alimentação de acordo com a carga
 S_1 - Chave de 2 pólos x 2 posições
 Diversos: fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Polarização de Transistores

O cálculo simples da polarização de um transistor na configuração de emissor comum pode ser feito pelas seguintes fórmulas, em função do circuito apresentado na **figura 56.3**.

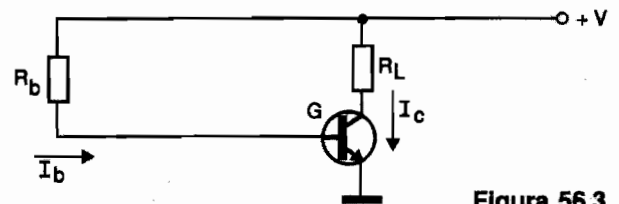


Figura 56.3

$$I_c = V/R_L$$

$$I_b = V/(G \times R_L)$$

$$R_b = G \times R_L$$

Onde:

- G é o ganho do transistor;
- V é dado em volts;
- I em ampères;
- Ra e Rb em ohms.

CHAVE DE ONDA COMPLETA COM SCR

Com o circuito ilustrado na **figura 57.1** pode-se controlar uma carga com um interruptor ou sensor de baixa corrente em onda completa.

A ponte de diodos deverá ter uma corrente máxima de acordo com a carga. Diodos 1N4004 em 110 V podem controlar até 1 A.

Para 220 V, podem ser usados diodos 1N4007. Para cargas maiores, até 3 A, que é o máximo suportado pelo SCR, devem ser utilizados diodos de maiores correntes como os da série 1N5404. O SCR deve ser montado em radiador de calor.

Para a rede de 220 V, use o 1N4007 e SCRs com sufixo D.

Observamos que esse circuito não está isolado da rede de energia, o que significa que deve-se tomar cuidado com a proteção contra choques, principalmente junto ao interruptor de acionamento. Para correntes maiores do que 3 A, os componentes deverão ter seus valores alterados de acordo com a corrente de disparo necessária ao SCR.

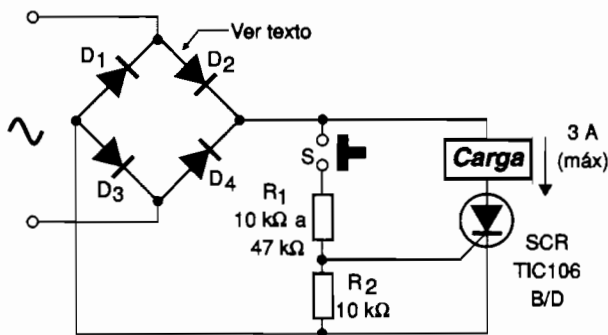


Figura 57.1

A montagem completa desse circuito pode ser feita tomando-se como referência o desenho da placa de circuito impresso da **figura 57.2**.

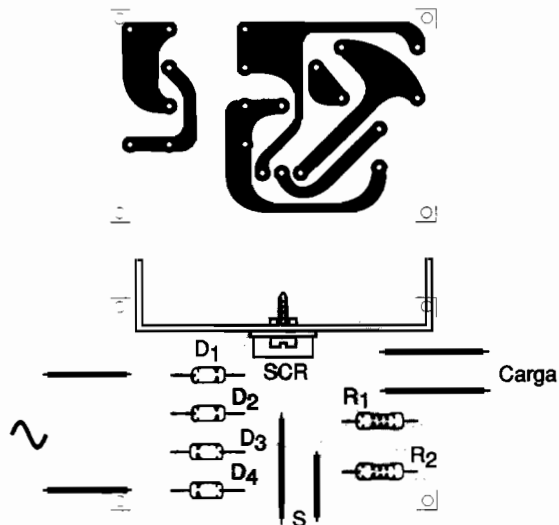


Figura 57.2

AMPLIFICAÇÃO

TIP47/48/49/50

Transistores de alta tensão para uso industrial e eletrônica de consumo - NPN de silício - (figura 57.3).



Figura 57.3

Lista de Material

SCR - TIC106B ou D - diodo controlado de silício
 D₁ a D₄ - Diodos de acordo com a tensão e carga - ver texto

S - Interruptor normalmente aberto

R₁ - 10 kΩ a 47 kΩ - resistor

R₂ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)

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

• Características:

V_{cb}(máx): . TIP47 - 350 V . TIP48 - 400 V . TIP49 - 450 V . TIP50 - 500 V	I_c (máx): 1 A
V_{ce} (máx): . TIP47 - 250 V . TIP48 - 300 V . TIP49 - 350 V . TIP50 - 400 V	P_d (máx): 40 W
	h_{fe}(min): 25

PWM ANTI-FASE COM O 555 - 2

Um motor de corrente contínua pode ter sua rotação controlada num sentido ou noutro com o circuito anti-fase da **figura 58.1**. Na posição central o ciclo ativo do sinal de saída é 50%, e na média a corrente no motor é nula.

O capacitor deve ser modificado na faixa de valores indicada para casar as características do circuito com as do motor que deve ser controlado. Os transistores de potência podem controlar até 2 A e eles devem ser montados em radiadores de calor. Observe que o circuito precisa de fonte de alimentação simétrica. Para correntes maiores podem ser usados os TIP41/42.

Também podem ser empregados Darlingtonos complementares, caso em que os resistores de base podem ser aumentados para 4,7 k ohms.

Os diodos do circuito de controle podem ser do tipo 1N4148 ou qualquer equivalente de silício de uso geral.

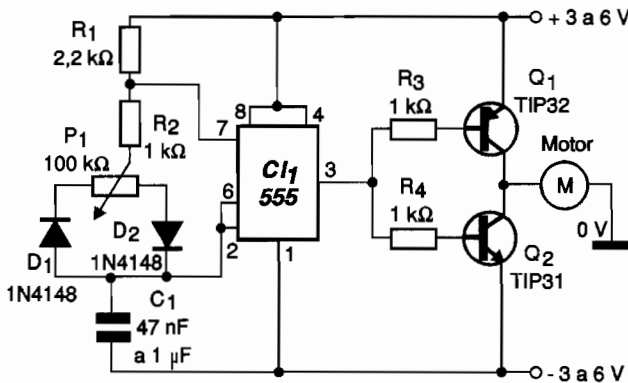


Figura 58.1

Lista de Material

- CI₁ - 555 - circuito integrado
- Q₁ - TIP32 - Transistor PNP de potência
- Q₂ - TIP31 - Transistor NPN de potência
- D₁, D₂ - 1N4148 - diodos de uso geral
- R₁ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
- R₂, R₃, R₄ - 1 kΩ x 1/8 W - resistores (marrom, preto, vermelho)
- P₁ - Potenciômetro de 100 kΩ
- C₁ - 47 nF a 1 μF - capacitor cerâmico ou de poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, radiadores de calor, etc.

Uma sugestão de placa de circuito impresso para esse controle é mostrada na **figura 58.2**.

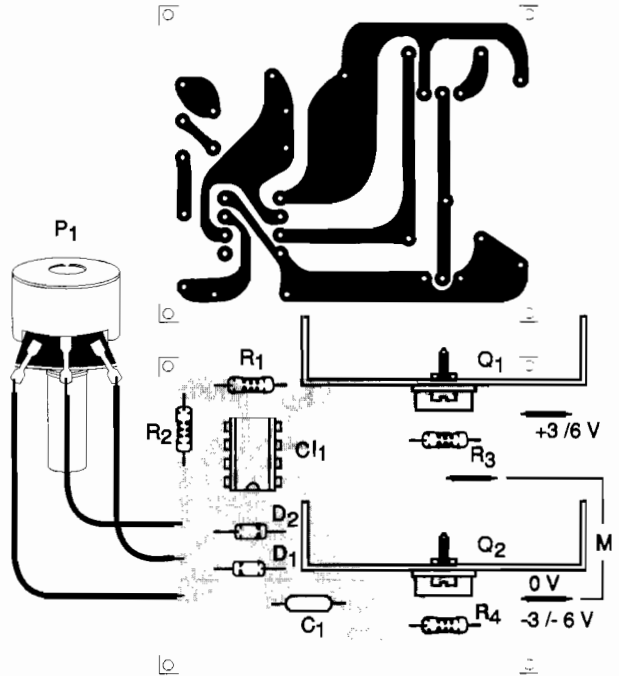


Figura 58.2

INFORMAÇÃO

NE-2H (Lâmpada de uso geral)

Esta é uma das mais usadas em aplicações tais como circuitos de tempo, osciladores de relaxação, disparo de SCRs e TRIACs, etc - (**figura 58.3**)

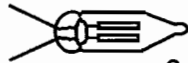
Lâmpada		NE - 2H
vida útil: 25 000 horas		
resistência para 110 V: 30 kΩ		
comprimento: 1,9 cm		
		Corrente: 1,7 mA
		Watts: 1/5

Figura 58.3

• Características:

- Vida útil: 25 000 horas
- Resistência para 110 V: 30 kΩ
- Comprimento: 1,9 cm
- Corrente: 1,7 mA
- Watts de potência: 1/5 W.

EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 3

Sinais de pequena intensidade com correntes de alguns miliampères podem ser usados para excitar um relé sensível na configuração desenhada na **figura 59.1**. O transistor é um Darlington de potência e relés de até 200 mA de correntes de bobina poderão ser excitados. O circuito é compatível com a saída de lógicas TTL e CMOS. A alimentação poderá ser feita com a faixa de tensões indicadas de acordo com as características da bobina do relé usado.

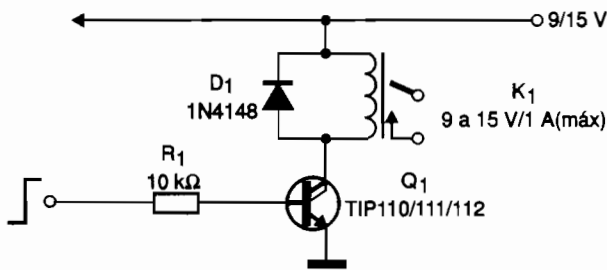


Figura 59.1

Lista de Material

- Q_1 - TIP110 ou equivalente - transistor NPN Darlington de potência
- D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de silício
- K_1 - Relé de 9 a 15 V conforme alimentação
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- Diversos: fios, solda, etc.

Um exemplo de placa de circuito impresso para o excitador de relé é mostrado na **figura 59.2**.

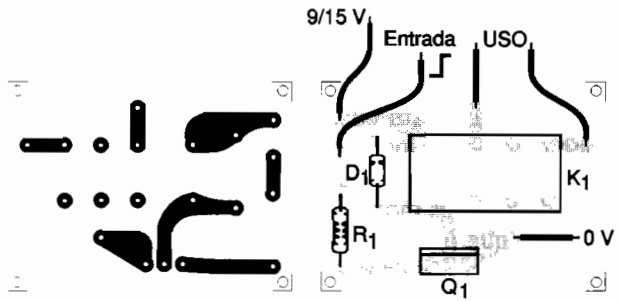


Figura 59.2

INFORMAÇÃO

1N4148

Diodo de silício de uso geral - (figura 59.3)

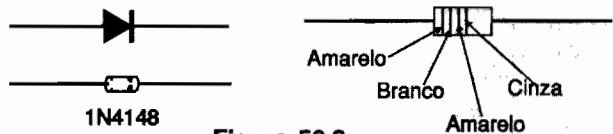


Figura 59.3

• Características:

- V_F (máx) 75 V
- I_F (máx) 10 mA

OSCILADOR 555 COM CICLO ATIVO

O ciclo ativo do sinal de saída depende do ajuste do potenciômetro. O circuito fornecido na **figura 60.1** pode gerar sinais de alguns hertz até aproximadamente 500 kHz, dependendo do valor do capacitor C.

Esse componente tem um valor mínimo da ordem de 100 pF. Os diodos são de uso geral como os 1N4148 ou equivalentes, e o potenciômetro pode ter valores maiores até 1 M ohms, conforme a faixa de ajuste de ciclos ativos desejados para o sinal de saída.

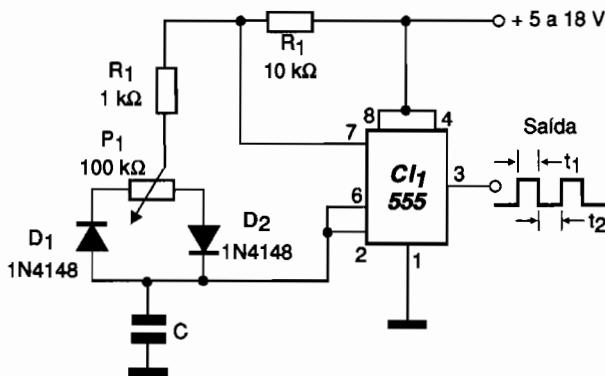


Figura 60.1

Na **figura 60.2** mostramos uma placa de circuito impresso que pode ser usada com esse circuito.

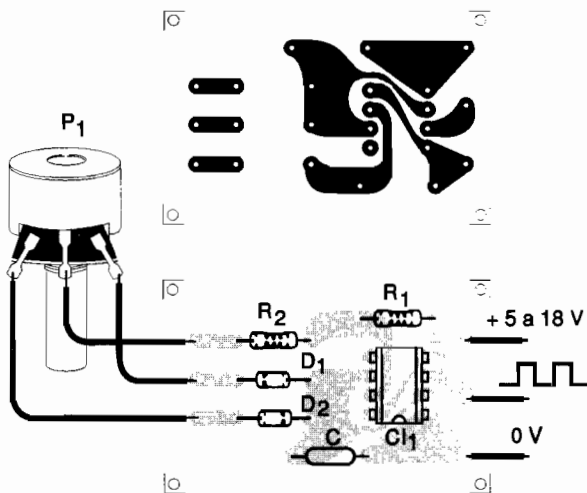


Figura 60.2

Lista de Material

- CI₁ - 555 - circuito integrado - timer
- D₁, D₂ - 1N4148 ou equivalente - diodos de silício
- P₁ - 100 kΩ - potenciômetro
- R₁ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R₂ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- C - Capacitor conforme frequência (ver no item seguinte a fórmula)
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

555 - Astável

Na configuração astável o capacitor se carrega através de Ra e Rb e se descarrega através de Rb, gerando um sinal cujo ciclo ativo depende justamente da relação de valores entre os tempos de carga e descarga do capacitor. A frequência máxima desse circuito é de 500 kHz e a configuração básica é a ilustrada na **figura 60.3**.

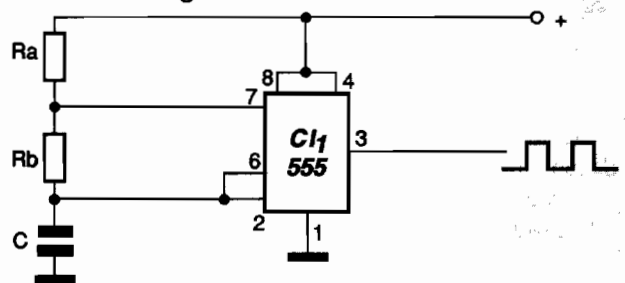


Figura 60.3

Fórmula:

$$f = 1,44 / [(Ra + 2Rb) \times C]$$

Onde:

- f é a frequência, em Hz
- Ra e Rb são os resistores de temporização, em ohms
- C é a capacitância, em farads

Valores limites:

- 100 pF < C < 2 200 μF
- 1 kΩ < Ra, Rb < 2,2 M ohms

TIMER 555

No circuito mostrado na **figura 61.1**, o tempo que o relé permanece ativado depois que se pressiona S_1 é dado pelo ajuste do *trimpot* de 1Mohms e pelo capacitor de 2200 μF . No máximo, ele chegará a perto de 1 hora com esses componentes. O interruptor de acionamento S_1 poderá ser substituído por sensores em aplicações industriais e de controle. O circuito funciona com relés de 50 ohms ou mais para 6 e 12 V, e o dispositivo controlado depende apenas da capacidade dos contatos desse componente. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 e 12 V. O diodo de proteção em paralelo com o relé poderá ser de qualquer tipo, de uso geral, como os 1N4148 ou 1N914. Para relés que exijam mais de 100 mA de corrente de disparo (até 500 mA), o transistor deverá ser substituído pelo BD135 ou BD137.

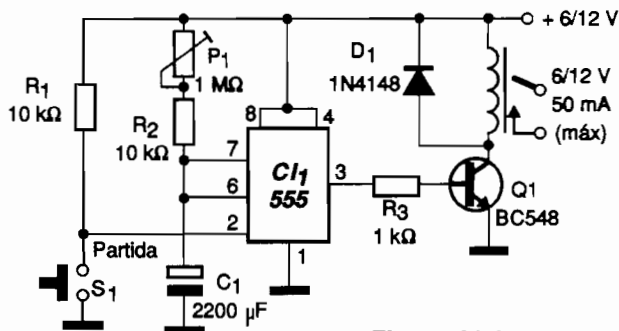


Figura 61.1

Uma placa de circuito impresso para a montagem desse temporizador (*timer*) é ilustrada na **figura 61.2**.

Esse desenho deverá ser adaptado ao formato do relé usado.

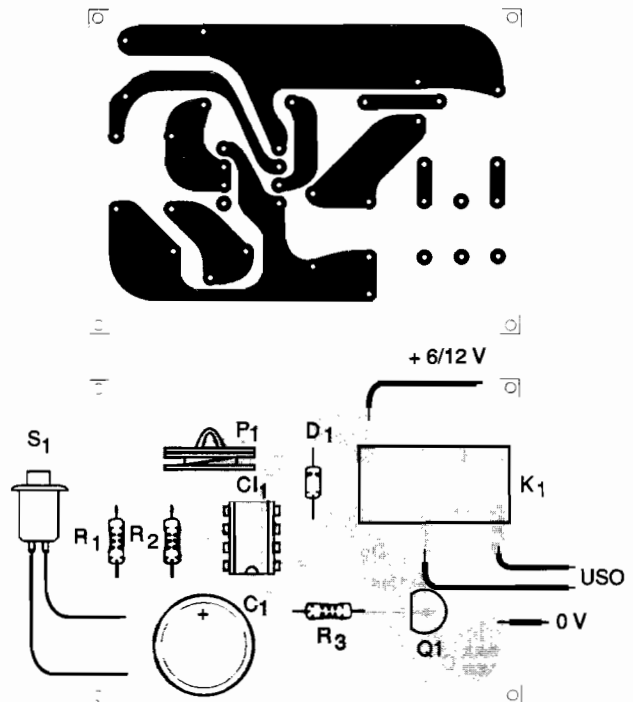


Figura 61.2

Lista de Material

- C_1 - 555 - circuito integrado - timer
- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de silício
- 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 - 1 M Ω - potenciômetro ou trimpot
- K_1 - Relé sensível de 6 ou 12 V, com bobina de no máximo 50 mA
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Um amplificador operacional pode ser usado para diferenciar um sinal transformando sua forma de onda de triangular para retangular. O circuito é apresentado na **figura 61.3** e deve ter fonte de alimentação simétrica.

A fórmula que relaciona o sinal de entrada com o sinal de saída em função dos valores dos componentes é dada junto ao diagrama.

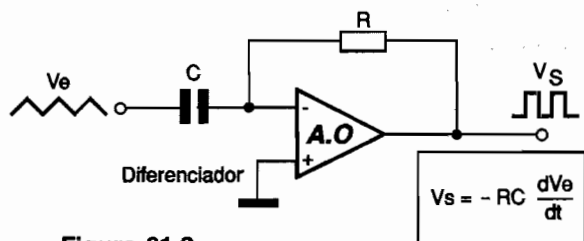


Figura 61.3

CROWBAR COM RETARDO

O circuito ilustrado na **figura 62.1** queima o fusível depois de um certo tempo de acionamento, servindo assim de proteção. O disparo do SCR põe em curto a alimentação provocando a interrupção do relé. O retardo é dado pelos componentes RC do circuito, que podem ter valores máximos em torno de 1 M ohms para R e 2 200 μ F para C com o que pode-se obter um retardo da ordem de até meia hora. A tensão de alimentação poderá ficar na faixa de 6 a 48 V e o fusível deverá ser no máximo de 3 A. O SCR suporta correntes máximas de 3 A, sendo esse o valor máximo recomendado para o fusível. Para correntes maiores podem ser usados outros SCRs, mas nesse caso o valor máximo de R estará limitado pela corrente de disparo necessária. Como o SCR conduz apenas por um intervalo de tempo muito pequeno, não será necessário dotá-lo de radiador de calor.

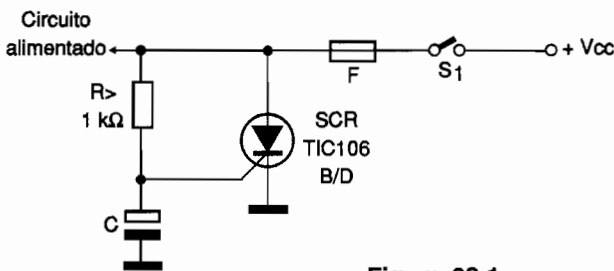


Figura 62.1

Uma placa de circuito impresso para a montagem dessa proteção é sugerida na **figura 62.2**.

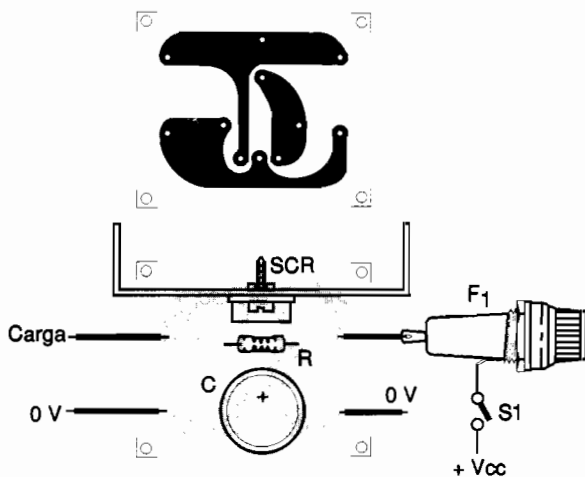


Figura 62.2

Lista de Material

- SCR - TIC106 - diodo controlado de silício, conforme a tensão
- R - resistor (ver texto)
- C - capacitor eletrolítico para 6 V ou mais
- F - fusível conforme a proteção desejada
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, suporte de fusível, fios, solda, etc.

- Tomadas DIN

Na **figura 62.3** vemos a principais pinagens das tomadas DIN conforme sua aplicação. Essa disposição de ligações vem de uma padronização seguida internacionalmente e encontrada na maioria dos equipamentos de consumo.

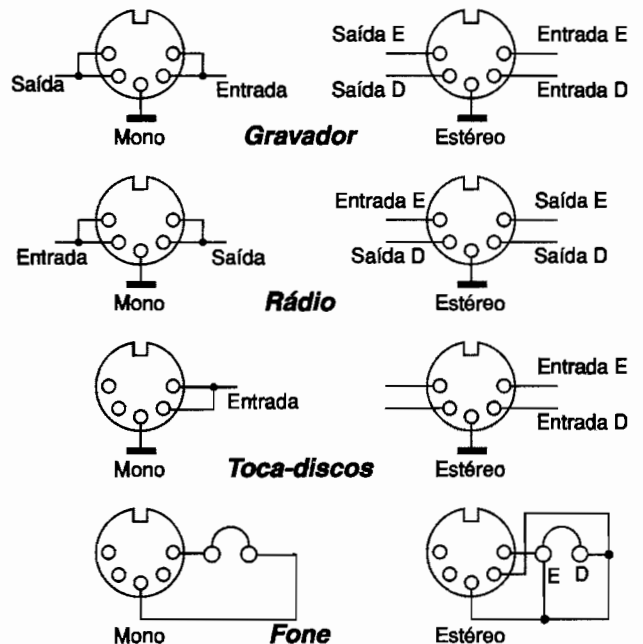


Figura 62.3

OSCILADOR DE BLOQUEIO

O circuito da **figura 63.1** gera sinais em uma faixa de 500 kHz a mais de 10 MHz, dependendo da bobina L_1 e do capacitor de 100 pF que determinam sua frequência. Para 1 MHz, L_1 será formada por 80 espiras de fio 28 a 32 AWG num bastão de ferrite de 8 a 15 cm de comprimento e L_2 por 30 espiras do mesmo fio sobre L_1 . Para operar em torno de 10 MHz, enrole para L_1 20 espiras de fio 28 e para L_2 8 espiras do mesmo fio. O sentido do enrolamento de L_2 é importante para manter as oscilações. Com um BD135 e redução do resistor para 4k7, o circuito pode gerar sinais de boa potência. Os capacitores devem ser todos cerâmicos.

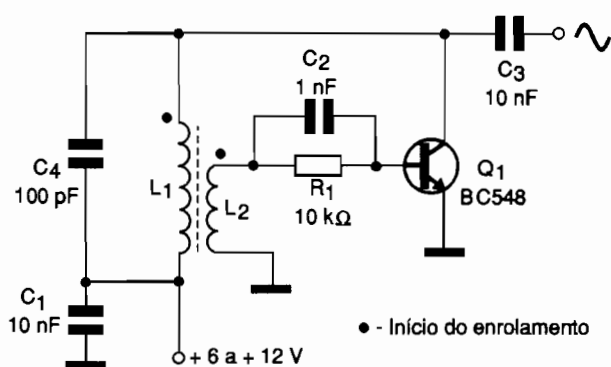


Figura 63.1

Uma placa de circuito impresso é dada na **figura 63.2**.

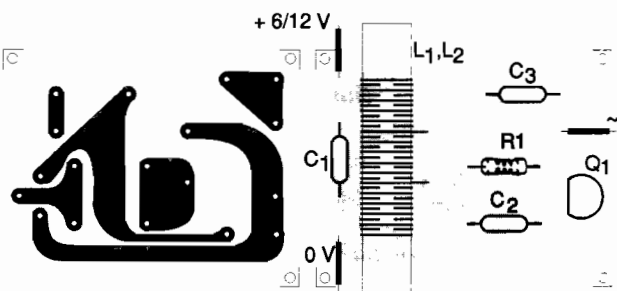


Figura 63.2

MÉTODO DE MEDIÇÃO DE INDUTÂNCIA

- Ponte de Schering

A ponte de Schering é usada para a medida de indutâncias e capacitâncias. A fonte de sinal é um gerador de áudio e o detector de nulo é um fone de ouvido de alta impedância.

A condição de equilíbrio da ponte é alcançada quando os valores dos componentes mantêm as relações indicadas nas fórmulas junto à **figura 63.3**.

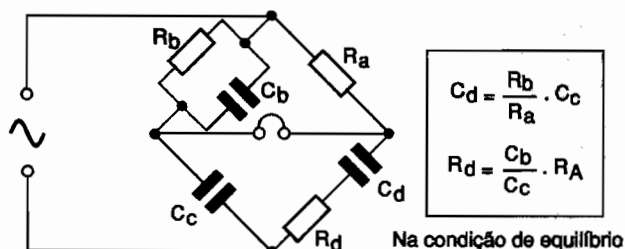


Figura 63.3

Para a medida de indutâncias, C_c é trocada por uma indutância padrão (da mesma ordem de valor que a indutância que deve ser medida).

Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- L_1/L_2 - Bobinas conforme a frequência - ver texto
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- C_1, C_3 - 10 nF - capacitor cerâmico
- C_2 - 1 nF - capacitor cerâmico
- C_4 - 100 pF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

REVERSÃO DE MOTOR DC

Para aplicações em Robótica, Mecatrônica e Eletrônica Industrial pode ser necessário inverter o sentido de rotação de um motor a partir de um controle que seja um sensor de sinais do tipo interruptor simples de baixa corrente. Para essa finalidade pode ser empregado um relé conforme o circuito mostrado na **figura 64.1**. Com a chave de reversão aberta, o motor roda num sentido. Ao ser fechada, o relé comuta e o motor passa a rodar no sentido contrário. O relé deve ter bobina de acordo com a tensão fornecida pelo sensor ou interruptor de controle. Os contatos devem ser de acordo com a tensão e corrente exigidas pelo motor controlado. Observe que o circuito é de ação momentânea, ou seja, o motor reverte a rotação apenas durante o tempo em que a chave de reversão está acionada.

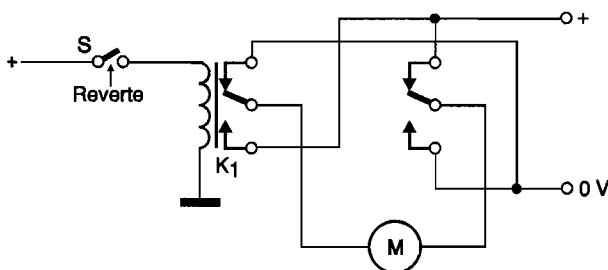


Figura 64.1

O aspecto real da montagem com um relé padrão com base DIL numa pequena placa de circuito impresso é dado na **figura 64.2**.

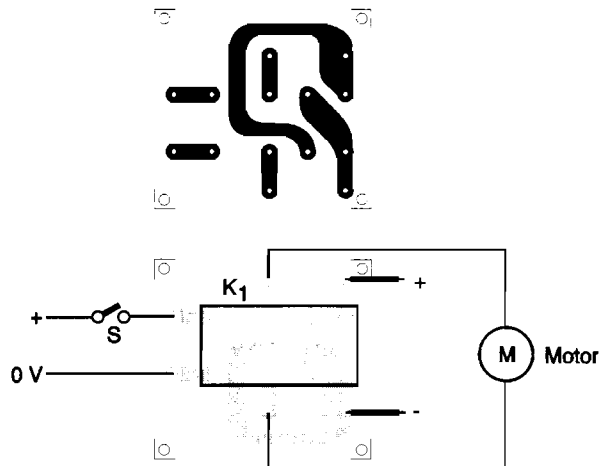


Figura 64.2

Lista de Material

- K_1 - Relé de dois contatos reversíveis
- S - Interruptor simples
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Capacitores em Série e em Paralelo

Na **figura 64.3** temos o modo de se associar capacitores em série (a) e em paralelo (b). A capacitância equivalente é calculada pelas fórmulas dadas junto a cada diagrama.

• Propriedades:

a) Série:

- A capacitância equivalente é menor do que o menor capacitor associado
- Todos os capacitores ficam carregados com a mesma carga.

b) Paralelo:

- A capacitância equivalente é maior que o maior capacitor associado

Todos os capacitores ficam submetidos à mesma tensão.

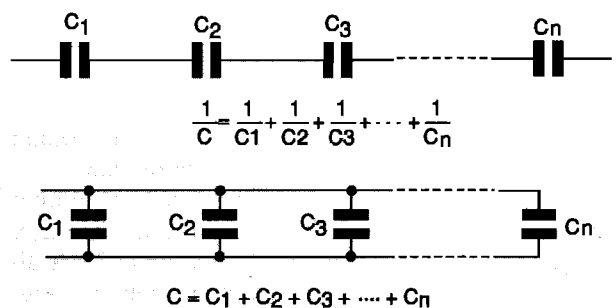


Figura 64.3

OSCILADOR DE DUPLO T

Sinais senoidais na faixa de 1kHz a aproximadamente 20 kHz podem ser obtidos com o oscilador de duplo T mostrado na **figura 65.1**. A frequência depende do duplo T e as relações de valores entre os componentes devem ser mantidas. Para os componentes indicados, a frequência será de aproximadamente 1 kHz. Para outras frequências, altere os valores apenas dos capacitores. O *trimpot* de 47 k ohms ajusta o ponto de oscilação. Transistores equivalentes ao indicado poderão ser utilizados. O circuito também gera oscilações amortecidas, bastando para isso fazer o ajuste no *trimpot*. Para excitar o circuito externamente de modo que ele gere oscilações amortecidas, pode ser usado um resistor de 100 k ohms na base do transistor como entrada de sinal. O sinal deverá ser um pulso de curta duração aplicado via circuito capacitivo.

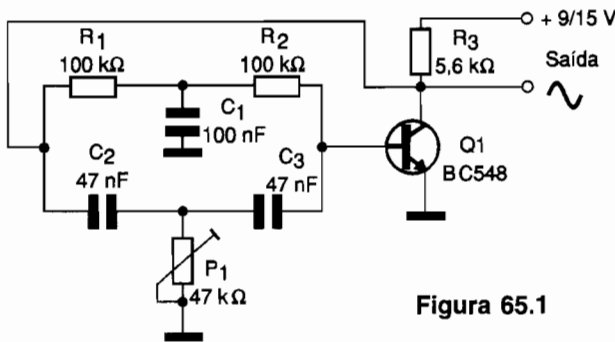


Figura 65.1

A placa de circuito impresso para a montagem desse oscilador é ilustrada na **figura 65.2**.

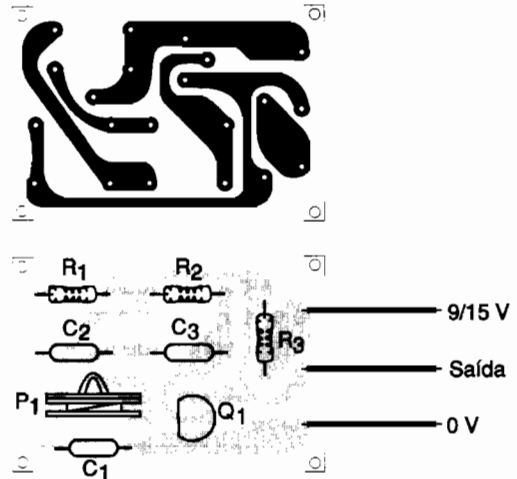


Figura 65.2

Lista de Material

- Q₁* - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- R₁, R₂* - 100 kΩ x 1/8 W - resistores (marrom, preto, amarelo)
- R₃* - 5,6 kΩ x 1/8 W - resistor (verde, azul, vermelho)
- P₁* - 47 kΩ - *trimpot*
- C₁* - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C₂, C₃* - 47 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Frequência do Duplo T

A frequência de ressonância de um duplo T é dada pela fórmula junto ao diagrama da **figura 65.3**.

Observe que os resistores e capacitores devem manter a relação de valores indicada junto a fórmula.

Esse tipo de oscilador se presta à geração de sinais senoidais até uma frequência de algumas dezenas de quilohertz.

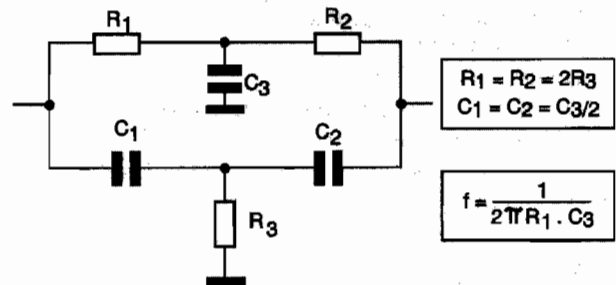


Figura 65.3

FONTE SIMÉTRICA

A fonte simétrica da **figura 66.1** é ideal para a alimentação de circuitos que façam uso de amplificadores operacionais como, por exemplo, os que usam o 741 no desenvolvimento de projetos. A fonte pode fornecer até 1 A de corrente, e os circuitos integrados estabilizadores de tensão devem ser montados em radiadores de calor. Os capacitores eletrolíticos de 1 000 μF devem ter tensões de trabalho de pelo menos 25 V. O transformador poderá ter corrente de secundário menor, mas ela será a máxima fornecida pela fonte. Os diodos podem ser 1N4002 ou equivalentes. O mesmo circuito pode ser usado, sem alterações, para fornecer tensões de 6 + 6 V, trocando-se os circuitos integrados 7812 e 7912 pelos 7806 e 7906.

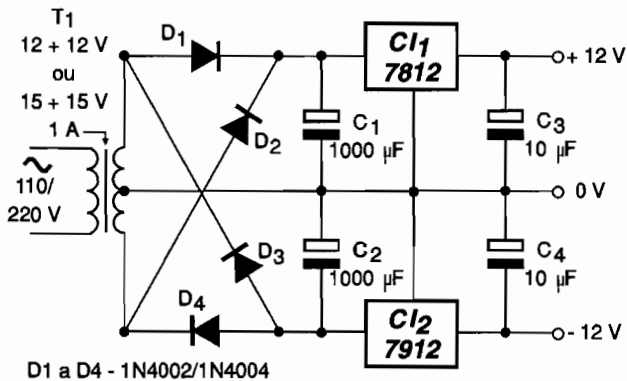


Figura 66.1

Uma placa de circuito impresso para a montagem desta fonte é mostrada na **figura 66.2**.

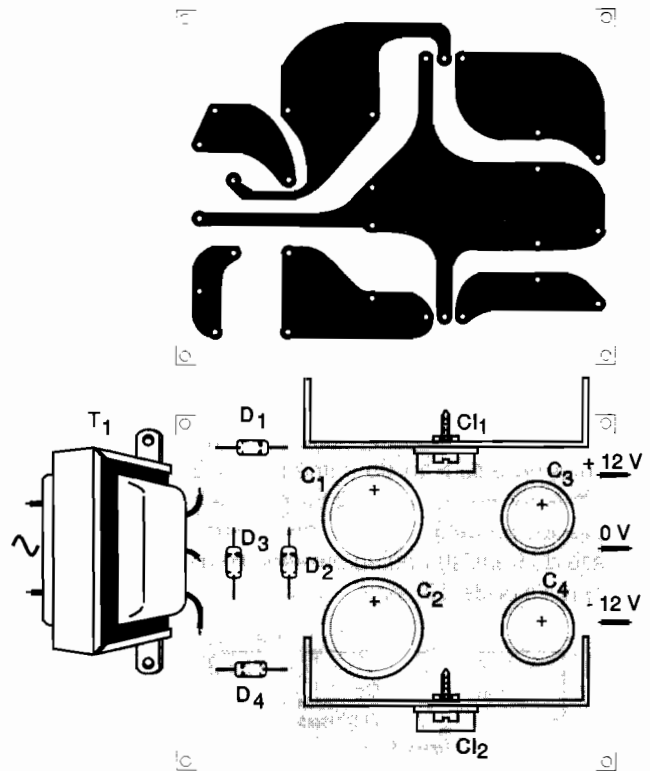


Figura 66.2

Lista de Material

CI_1 - 7812 - Regulador positivo de tensão
 CI_2 - 7912 - Regulador negativo de tensão
 D_1 a D_4 - 1N4002 ou 1N4004 - diodos de silício
 T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V ou 15 + 15 V, com 1 A de corrente
 C_1 , C_2 - 1 000 μF x 25 V - capacitores eletrolíticos
 C_3 , C_4 - 10 μF x 16 V - capacitores eletrolíticos
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- 7906 (6 V) e 7912 (12 V)
 Reguladores de tensão negativa para correntes de até 1 A - (**figura 66.3**).

- **Características:**
 Tensão de entrada: de 2 V a mais que a saída até 18 V.
 Corrente máxima: 1 A .



Figura 66.3

OSCILADOR HARTLEY

Se o leitor precisar de sinais na faixa de 100 kHz a 20 MHz, o circuito da **figura 67.1** poderá resolver o seu problema. A frequência depende tanto do capacitor de 220 pF como da bobina. Para uma bobina de 100 espiras de fio 28 a 32 AWG num bastão de ferrite e um capacitor com o valor indicado, a frequência será de aproximadamente 800 kHz. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 12 V e os capacitores devem ser cerâmicos. Para frequências maiores, o capacitor de 220 pF deverá ser reduzido. Para uma frequência em torno de 10 MHz esse capacitor terá algo em torno de 22 pF e a bobina será formada por 20 espiras de fio 28 a 32 num bastão de ferrite. O controle da frequência pode ser obtido com o uso de um capacitor variável em paralelo com a bobina. Maiores potências podem ser obtidas com o emprego de um transistor BD135 e alterando-se o do resistor de 10 k ohms para valores entre 2 k ohms e 4,7 k ohms, conforme a tensão de alimentação. Eventualmente, com essa troca, o transistor poderá precisar de um radiador de calor. Modulação poderá ser aplicada à base do transistor ou ao emissor, ligando-se em série um resistor de 10 ohms.

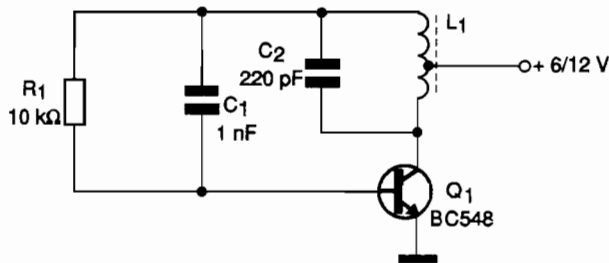


Figura 67.1

Uma placa de circuito impresso para a montagem desse oscilador é mostrada na **figura 67.2**.

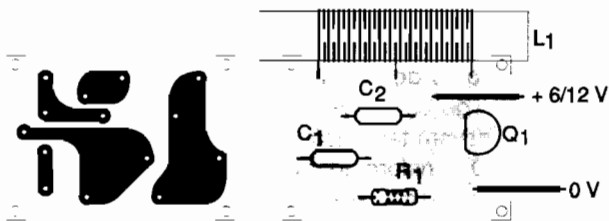


Figura 67.2

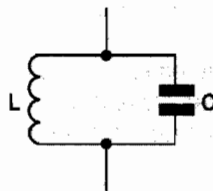
Lista de Material

- Q, - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- L, - Bobina osciladora - ver texto
- R, - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- C₁, - 1 nF - capacitor cerâmico
- C₂, - 220 pF - capacitor cerâmico
- Diversos: placa de circuito impresso, bastão de ferrite, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Frequência do Circuito LC Paralelo

A frequência de ressonância do circuito ressonante LC paralelo é dada pela fórmula junto ao diagrama da **figura 67.3**.



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Figura 67.3

Nesta fórmula:

- . L, em henry;
- . C, em farad;
- . f, em hertz.

FOTO-SCR

No circuito da **figura 68.1** o SCR disparará quando a luz que incide no LDR for cortada. O ajuste do ponto de disparo e, portanto, da sensibilidade é feito no *trimpot* de 1 Mohms. Para intensidades de luz maiores o valor desse componente poderá ser reduzido para um ajuste mais preciso. Se a carga for de mais de 500 mA, o SCR precisará de radiador de calor. Esse circuito pode ser alimentado com tensões de 12 a 48 V e, para rearmá-lo após o disparo, deve ser usada a chave RST. O SCR recomendado pode controlar cargas de até 3 ampères. SCR's de maior potência como o TIC226 são menos sensíveis e exigem um *trimpot* menor (10 k para ajuste) e a redução do resistor para 1 k ohms. O LDR precisará ter mais luz para ser cortado e haver o disparo. Veja que esse circuito tem trava, ficando disparado mesmo depois que a luz seja restabelecida sobre o SCR. O LDR pode ser de qualquer tipo redondo comum, e para obter-se maior diretividade e sensibilidade deverá ser instalado num tubo opaco com uma lente convergente na sua frente.

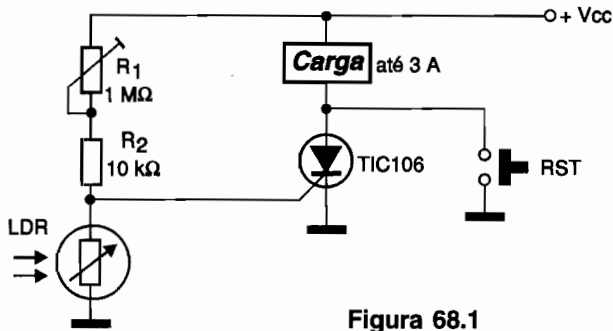
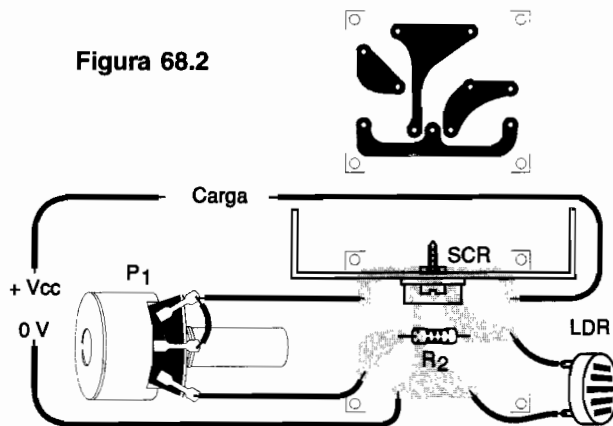


Figura 68.1

A placa de circuito impresso para a montagem desse dispositivo é apresentada na **figura 68.2**.

Figura 68.2



Lista de Material

- SCR - TIC106 ou equivalente - diodo controlado de silício
- LDR - Foto-resistor LDR de qualquer tipo
- R₁ - 1 MΩ - trimpot
- R₂ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- RST - Interruptor de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

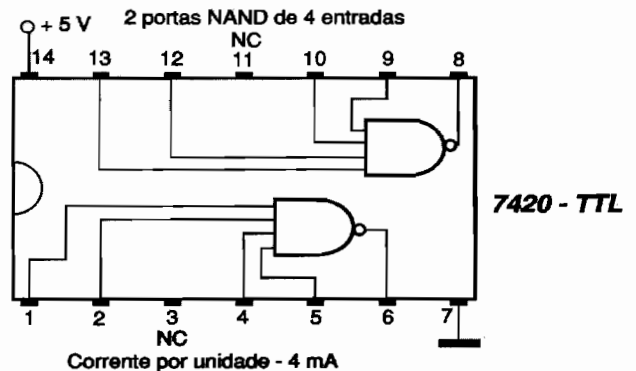
INFORMAÇÃO

- 7420

2 Portas NAND de 4 entradas TTL

As duas portas desse CI podem ser usadas de modo independente e a alimentação deverá ser feita com 5 V. Cada CI consome tipicamente 4 mA - (**figura 68.3**).

A tabela-verdade para as portas é dada junto à pinagem desse circuito integrado.



A	B	C	D	S
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1

A	B	C	D	S
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

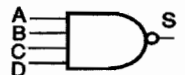


Figura 68.3

PRÉ-AMPLIFICADOR DE ALTA IMPEDÂNCIA

O amplificador de alta impedância de entrada exibido na **figura 69.1** pode ser usado com fontes de sinais tais como microfones piezelétricos e outros transdutores que operem com sinais de áudio. O baixo consumo possibilita sua alimentação com uma única bateria de 9 V. Equivalentes do BF245 como o MPF102 podem ser utilizados. As entradas e saídas de sinais devem ser feitas com cabos blindados e com as malhas aterradas para se evitar a captação de zumbidos. Dependendo da intensidade do sinal de entrada, o resistor de 1 M ohms deverá ser alterado.

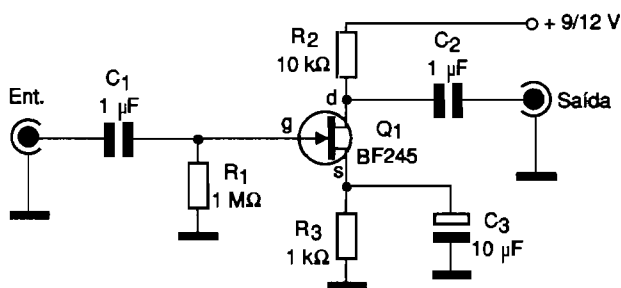


Figura 69.1

Lista de Material

- Q_1 - BF245 ou MPF102 - transistor de efeito de campo de junção
- 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 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- C_1, C_2 - 1 μF - capacitores de poliéster
- C_3 - 10 μF x 6 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, jaques de entrada e saída, fios, solda, fios blindados, etc.

Uma placa de circuito impresso para esse pré-amplificador é mostrada na **figura 69.2**. Lembramos que os cabos de sinal aos capacitores C_1 e C_2 devem ser curtos e blindados.

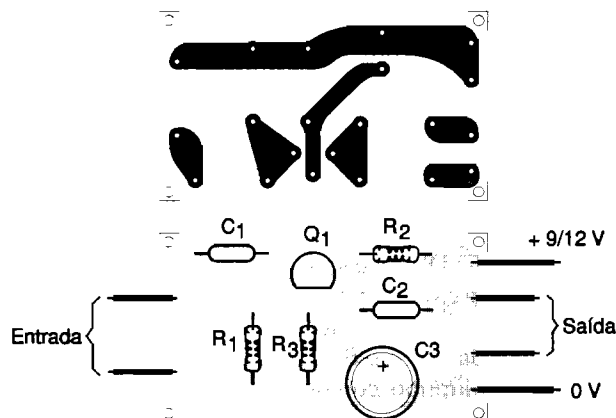


Figura 69.2

INFORMAÇÃO

- BF245A

Transistor de efeito de campo de junção canal N, (figura 69.3).

• Características:

- Vds (máx) 30 V
- Ptot (máx) 300 mW
- Igss (máx) 5 mA
- Idss (min-máx) 2 - 6,5 mA
- Crs (máx) 1,1 pF.

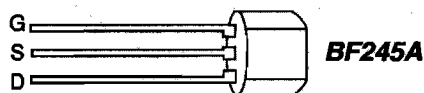


Figura 69.3

TIMER SENSÍVEL - 1

No circuito da **figura 70.1**, quando S_1 é fechado o capacitor de 10 a 1000 μF carrega-se lentamente através do *trimpot* de 1 M ohms e do resistor de 10 k ohms. Com a subida da tensão na base do BC548, chega-se ao ponto em que o BC558 conduz o suficiente para acionar o relé que então fecha seus contatos. Tempos de alguns segundos a algumas dezenas de minutos poderão ser obtidos com esse temporizador. O relé deve ter bobina de 50 mA ou menos e os contatos determinarão a carga que pode ser controlada. Relés de maior corrente (até 200 mA) poderão ser controlados se o transistor BC558 for trocado por um BD136. Outra possibilidade é controlar diretamente cargas de até 500 mA colocando um BD136 em lugar do BC558. Nesse caso, o transistor deverá ser montado num radiador de calor. Na condição de temporização o consumo do aparelho é muito baixo, da ordem de poucos miliampêres. Com S_1 aberta o consumo cai para menos de 1 mA.

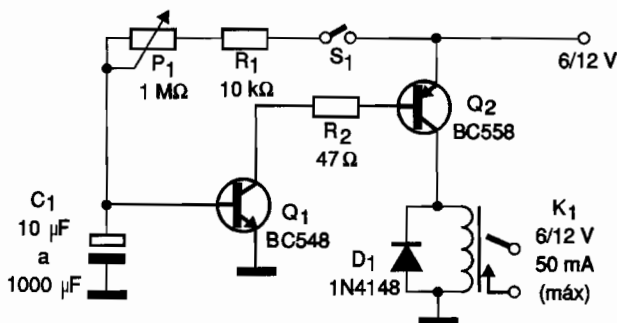


Figura 70.1

Lista de Material

Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
 Q_2 - BC558 - transistor PNP de uso geral
 D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
 K_1 - Relé de 6 ou 12 V, com 50 mA ou menos de bobina
 P_1 - 1 M Ω - potenciômetro
 R_1 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
 R_2 - 47 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
 S_1 - Interruptor simples
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

A placa de circuito impresso para a montagem desse *timer* é sugerida na **figura 70.2**.

Observe que o relé escolhido é do tipo DIL, devendo ser feitas modificações caso outros tipos de relé forem usados.

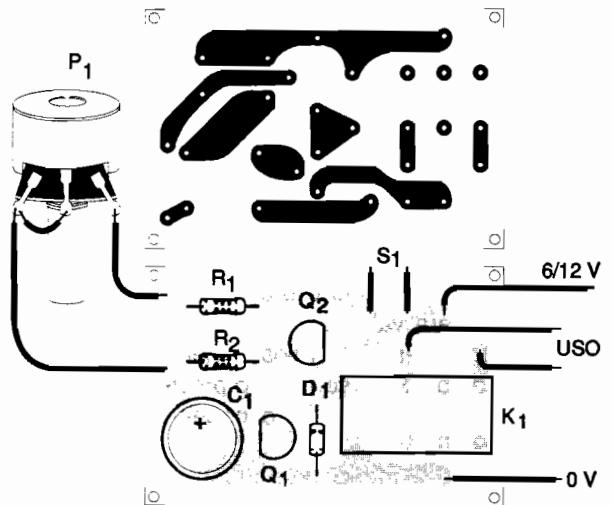


Figura 70.2

INFORMAÇÃO

- BC557/558/559

Transistores PNP de uso geral - (figura 70.3).

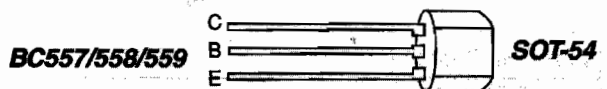


Figura 70.3

• Características:

V_{ce0} :
 . BC557 - 45 V
 . BC558 - BC559 - 30 V
 I_c :
 . 100 mA
 h_{FE} :
 . BC557, BC558 - 75 a 800
 . BC559 - 125 - 800
 P_t (máx):
 . 500 mW.

TIMER FET

No circuito da **figura 71.1** quando o interruptor S_1 é fechado o capacitor carrega-se, e o transistor é polarizado no sentido de conduzir e alimentar a carga. Quando S_1 é aberto, o capacitor descarrega-se lentamente através do resistor de 10 k ohms e do *trimpot* até o ponto em que o transistor corta e a carga desliga. O tempo em que a carga permanece acionada depois que S_1 for aberta dependerá do capacitor e do ajuste do *trimpot*. Observamos que o transistor não vai ao corte imediatamente, mas suavemente, reduzindo assim a tensão na carga no final da temporização. O transistor deverá ser montado em radiador se a carga for de mais de 500 mA. O tempo máximo de temporização depende muito da qualidade do capacitor usado, em função de fugas. Com capacitores muito bons o próprio *trimpot* pode ser aumentado para valores até 22 Mohms ou mesmo retirado, obtendo-se intervalos de temporização que chegam a horas. Para se evitar o problema da transição suave no ponto de disparo, pode-se utilizar como carga um relé.

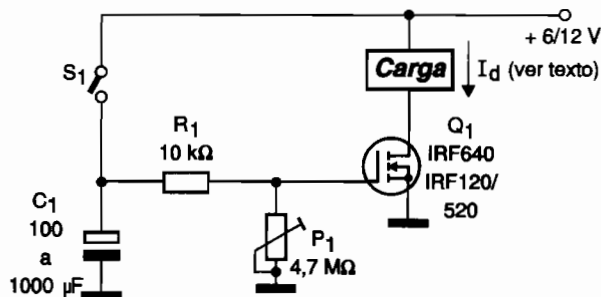


Figura 71.1

Lista de Material

Q_1 - IRF120/520 ou 640 - Transistor de efeito de campo de potência
 R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
 P_1 - 4,7 MΩ - *trimpot* ou potenciômetro
 C_1 - 100 µF a 1000 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
 S_1 - Interruptor simples NA
Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

A placa de circuito impresso para a montagem do temporizador é dada na **figura 71.2**.

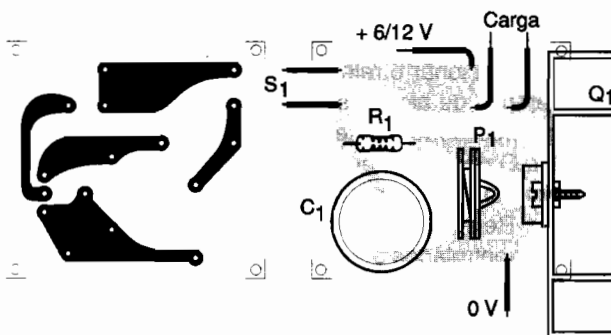


Figura 71.2

INFORMAÇÃO

- IRF120/520

Transistores de efeito de campo de potência; (figura 71.3).



Figura 71.3

• Características:

Tipo	Vds	Rds(on)	Ip
IRF120/520	100 V	0,3 Ω	8,0 A
IRF121/521	60 V	0,3 Ω	8,0 A
IRF122/522	100 V	0,4 Ω	7,0 A
IRF123/523	60 V	0,4 Ω	

CONDICIONADOR DE CONTATO

A finalidade do circuito da **figura 72.1** é a de evitar repiques do contato S_1 , quando ele é fechado, gerando assim um pulso único com duração determinada pelo capacitor e pelo resistor de 47 kohms a 1 Mohms. Esse circuito anti-repique (*debouncer*) pode funcionar com lógica CMOS. Em especial, tal circuito é recomendado para o caso do interruptor ser um sensor, o que é importante em aplicações de Robótica e Mecatrônica. O resistor de 10 kohms tem seu valor determinado pela aplicação. Na prática, ele pode ficar entre 1 kohms e 100 kohms, conforme a constante de tempo de acionamento do circuito na aplicação visada. A tensão de 3 a 15 V nesse resistor deverá ser a mesma de alimentação do circuito lógico CMOS. No caso, recomendamos a utilização de uma porta NAND disparadora de um circuito integrado 4093. As demais portas desse mesmo CI poderão ser usadas com outras finalidades, uma vez que são completamente independentes.

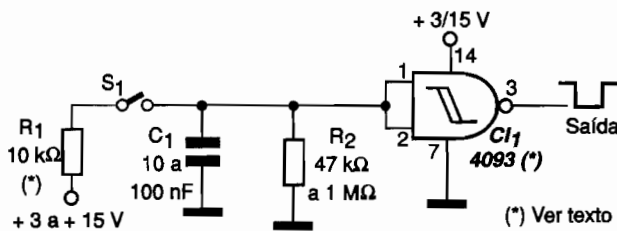


Figura 72.1

Lista de Material

- CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_2 - 47 kΩ a 1 MΩ - ver texto - resistor
- C_1 - 10 a 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- S_1 - Interruptor simples
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Na **figura 72.2** temos a placa de circuito impresso para esta montagem.

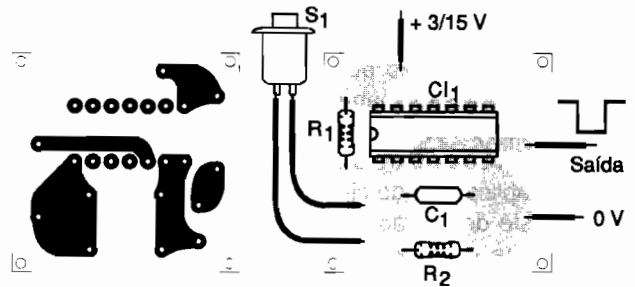


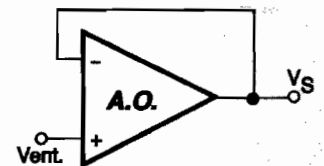
Figura 72.2

INDICAÇÃO

- Impedância do Seguidor de Tensão

No seguidor de tensão com amplificador operacional, o ganho de tensão é unitário e a impedância de entrada é dada pela fórmula junto ao diagrama da **figura 72.3**.

$$Z_s = \frac{Z_o}{1 + |A_d|}$$



- Z_s = impedância de saída
- Z_o = impedância de saída sem realimentação
- A_d = ganho de tensão sem realimentação

Figura 72.3

Onde:

- . Z_s é a impedância de saída, em ohms
- . Z_o é a impedância de saída sem realimentação, em ohms
- . A_d é o ganho de tensão sem realimentação.

GERADOR DE PASSO

O circuito mostrado na **figura 73.1** produz pulsos em duração e intensidade determinadas pelos componentes ligados aos pinos 6 e 7, servindo para o acionamento manual de motores de passo. Trata-se de um circuito gerador de passo ideal para demonstrações do princípio de funcionamento do motor ou ainda para ajustes manuais de máquinas que empregam esse tipo de motor. O circuito pode ser alimentado com tensões entre 5 e 18 V, e o pulso é retangular. Outras aplicações do circuito são como *clock* manual para teste de contadores e circuitos sensores, bem como nas que exijam pulsos retangulares para acionamento. A saída do circuito é compatível tanto com lógica TTL como CMOS.

Na **figura 73.2** vemos a placa de circuito impresso para a montagem desse gerador de passo.

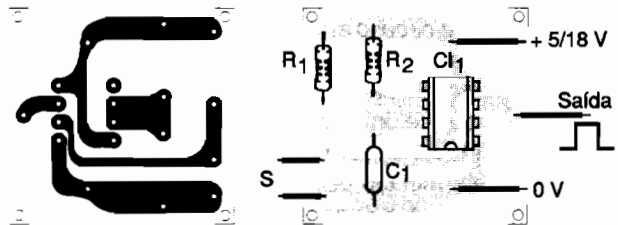


Figura 73.2

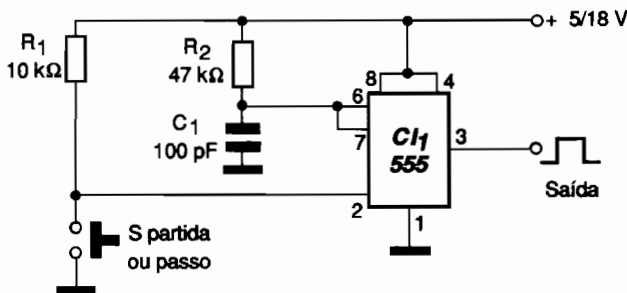


Figura 73.1

Lista de Material

- C_1 - 555 - circuito integrado - timer
- R_1 - 10 kΩ x 1/8W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_2 - 47 kΩ x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, laranja)
- C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- 4078

Uma porta NOR de 8 entradas - CMOS; (figura 73.3).

• Características:

Tempo de propagação:

- . 170 ns (10 V)
- . 425 ns (5 V)

Consumo:

- . 400 μA (5 V)
- . 800 μA (10 V)

As entradas não usadas podem ser conectadas a um ponto comum de nível lógico apropriado para não induzir sinais erráticos no circuito.

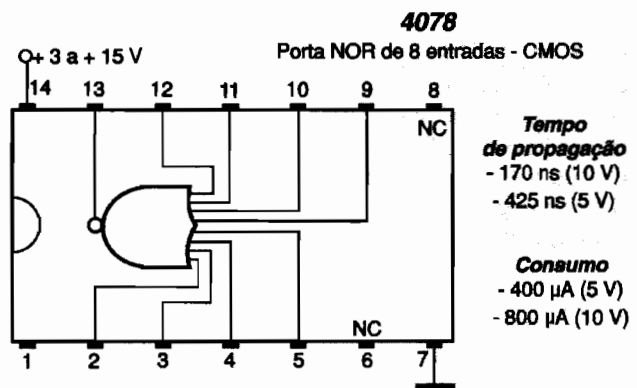


Figura 73.3

OSCILADOR DE 100 MHz

Sinais na faixa de 60 MHz a 120 MHz podem ser produzidos pelo circuito de bom rendimento desenhado na **figura 74.1**. A frequência é ajustada em CV e depende de L_1 . Para uma frequência em torno de 100 MHz, L_1 será formada por 4 espiras de fio 26 ou 28 AWG em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. CV ajusta a frequência numa boa faixa de valores. Os capacitores utilizados devem ser todos cerâmicos. Uma antena ligada ao coletor do transistor possibilita a irradiação dos sinais a uma distância de até uns 20 metros. Para operar em 50 MHz a bobina deverá ter 11 espiras do mesmo fio em diâmetro de 1 cm, e para 150 MHz duas espiras do mesmo. Transistores equivalentes de RF tais como o 2N2222 ou 2N2218 podem ser usados. Para o caso do 2N2218, o circuito pode ser alimentado com 12 V e o resistor de 100 ohms deve ser reduzido para 47 ohms, obtendo-se um sinal de maior potência.

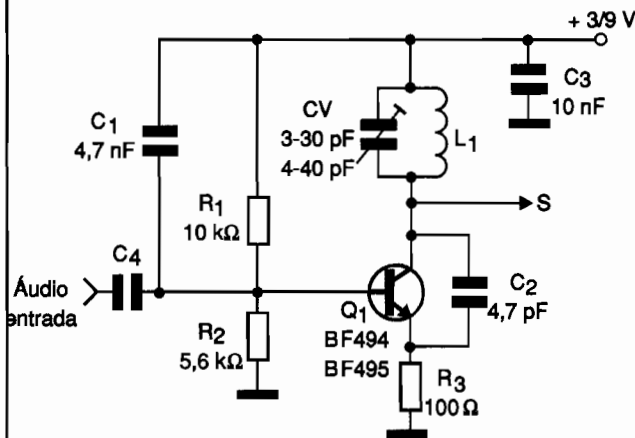


Figura 74.1

Lista de Material

Q_1 - BF494 ou BF495 - transistor de RF de pequena potência
 L_1 - Bobina - ver texto
 CV - trimmer de 3-30 ou 4-40 pF
 C_1 - 4,4 nF - capacitor cerâmico
 C_2 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
 C_3 - 10 nF - capacitor cerâmico
 C_4 - 100 nF a 470 nF - capacitor cerâmico
 R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
 R_2 - 5,6 kΩ x 1/8 W - resistor (verde, azul, vermelho)
 R_3 - 100 Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, marrom)
 S - saída ou antena de até 40 cm
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

Na **figura 74.2** temos a disposição dos componentes numa pequena placa de circuito impresso.

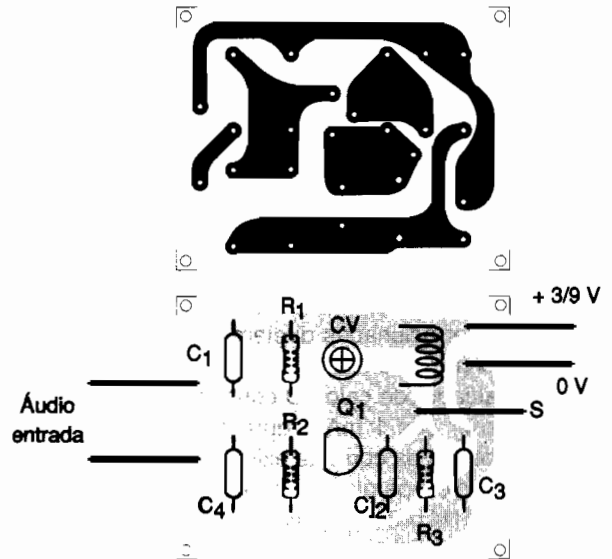


Figura 74.2

INFORMAÇÃO

- BF494

Transistor de RF de baixa potência - indicado para usos em osciladores, conversores, amplificadores de sinais, etc - (figura 74.3).

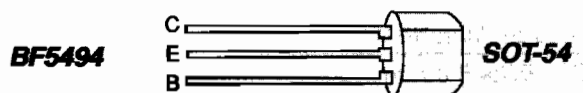


Figura 74.3

• Características:

$V_{cbo}(máx)$ 30 V
 $V_{ceo}(máx)$ 20 V
 I_c (máx) 30 mA
 $P_{tot}(máx)$ 500 mW
 h_{FE} (típico) 115
 f_T (típica)..... 260 MHz

TIMER SENSÍVEL - 2

No circuito da **figura 75.1**, quando S_1 é pressionado o capacitor carrega-se e o transistor BC548 é saturado polarizando também o BC558 no sentido de travar o relé. Quando S_1 é solto o capacitor começa a se descarregar através do *trimpot* e da base do BC548 até o ponto em que a corrente de polarização cai para não haver mais a excitação do relé que, então, desliga. Esse circuito pode fornecer temporizações que vão de alguns segundos a mais de 10 minutos, dependendo do valor do capacitor. O relé deverá ser do tipo sensível com uma bobina de 50 mA ou menos. A alimentação pode ser feita por pilhas ou fonte. Relés de maior corrente poderão ser acionados com a troca do BC558 por um BD136. Até mesmo cargas de até 500 mA podem ser acionadas diretamente com essa troca. Nesse caso, o transistor deverá ser dotado de um pequeno radiador de calor. O consumo com S_1 desligado é menor que 1 mA e durante a temporização depende apenas da corrente exigida pelo relé ou pela carga. O diodo em paralelo com o relé ou carga indutiva pode ser o 1N4148 ou qualquer outro de silício de uso geral.

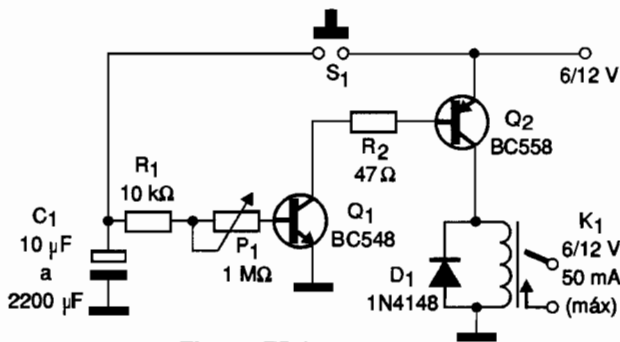


Figura 75.1

A placa de circuito impresso usando um relé com soquete DIL é mostrada na **figura 75.2**.

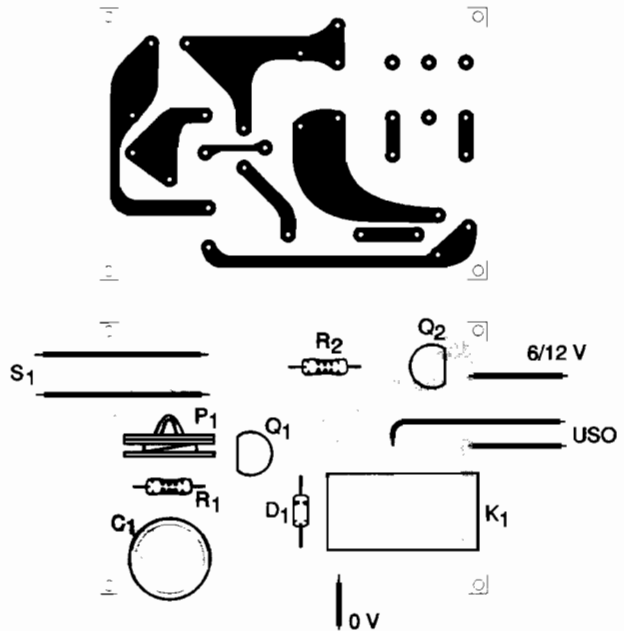


Figura 75.2

Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
- R_1 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_2 - 47 Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
- P_1 - 1 MΩ - trimpot
- S_1 - Interruptor de pressão NA
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V com bobina de até 50 mA
- C_1 - 10 µF a 2200 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

- Oscilador com Inversores

O oscilador da **figura 75.3** pode ser usado para gerar sinais retangulares em frequência que é limitada apenas pelo tipo de inversor. Para inversores CMOS a frequência, com alimentação de 12 V, chegará a alguns megahertz.

A fórmula para se determinar a frequência de oscilação em função dos componentes é dada junto ao diagrama.

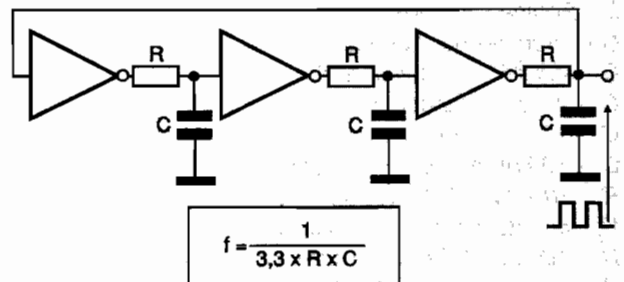


Figura 75.3

OSCILADOR COMPLEMENTAR CMOS

O circuito da **figura 76.1** fornece sinais retangulares complementares em frequências que dependem de R e de C, cujos valores devem estar dentro das faixas indicadas. A frequência máxima produzida é da ordem de 5 MHz com 10 V de alimentação, já que circuitos CMOS são dependentes em velocidade da tensão de alimentação. Essa tensão poderá ficar entre 5 e 15 V. A porta NAND que sobra no 4093 pode ser utilizada para outras funções. A corrente máxima de saída que esse circuito fornece ou drena com 10 V de alimentação, é da ordem de 0,88 mA.

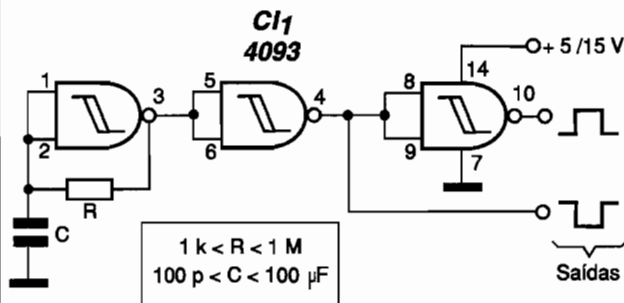


Figura 76.1

A placa de circuito impresso para a montagem desse oscilador é dada na **figura 76.2**.

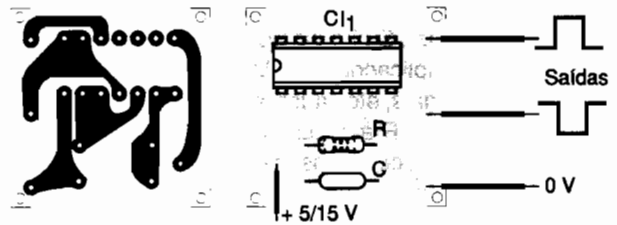


Figura 76.2

Lista de Material

- CI₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
- R - resistor (ver texto)
- C - capacitor (ver texto)
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

TIP110 a 112/TIP115 a 116/TIP120 a 122/TIP125 a 127/TIP140 a 142/TIP145 a 147/TIP640 a 642/TIP645 a 647

Transistores Darlington de Potência NPN e PNP, com correntes na faixa de 2 a 10 ampères e ganho 1000.

- Características: (Tabela e figura 76.3).

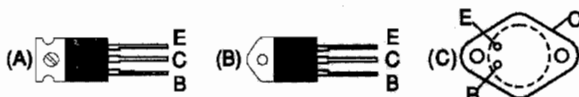


Figura 76.3

Transistores Darlington Texas

NPN	PNP	I _C (A)	V _{CE0} (V)	hFE	PT(W)	INV
TIP110	TIP115	2	60	1000	50	A
TIP111	TIP116	2	80	1000	50	A
TIP112	TIP117	2	100	1000	50	A
TIP120	TIP125	5	60	1000	65	A
TIP121	TIP126	5	80	1000	65	A
TIP122	TIP127	5	100	1000	65	A
TIP140	TIP145	10	60	1000	125	B
TIP141	TIP146	10	80	1000	125	B
TIP142	TIP147	10	100	1000	125	B
TIP640	TIP645	10	60	1000	175	C
TIP641	TIP646	10	80	1000	175	C
TIP642	TIP647	10	100	1000	175	C

FOTODISPARADOR

Um pulso negativo de tensão retangular é produzido quando um pulso de luz incide no LDR. A sensibilidade do circuito da **figura 77.1** é ajustada no *trimpot* cujo valor depende da intensidade da luz com que se pretende trabalhar. O circuito pode ser empregado em sensores para aplicações em Mecatrônica, Robótica, controles industriais, etc., adaptando os pulsos de controle obtidos do LDR à lógica CMOS. O circuito poderá ser alimentado com tensões de 5 a 15 V. O LDR pode ser de qualquer tipo redondo comum. Para maior sensibilidade e diretividade deverá ser instalado num tubo opaco com uma lente convergente. Disparo análogo com sombra poderá ser obtido trocando-se de posição o LDR com o *trimpot* no mesmo circuito.

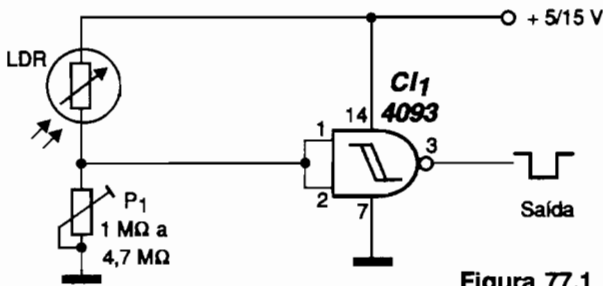


Figura 77.1

Uma placa de circuito impresso para esse fotodisparador é mostrada na **figura 77.2**.

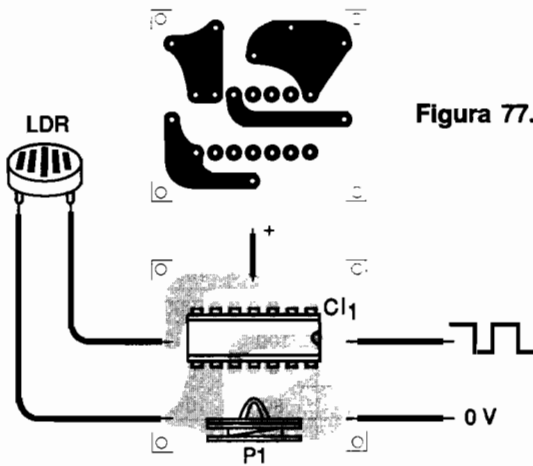


Figura 77.2

INFORMAÇÃO

- Coeficiente de Auto-indução de Uma bobina

O coeficiente de auto-indução de uma bobina depende de seu comprimento, área da secção transversal e do número de espiras de acordo com a fórmula dada junto à **figura 77.3**.

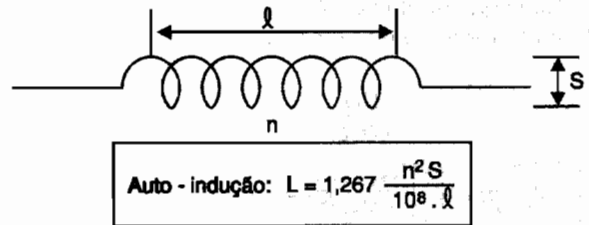


Figura 77.3

Onde:

L é o coeficiente de auto-indução, em henry

l é o comprimento da bobina, em cm

n é o número de espiras

S é a área de secção transversal de uma espira em centímetros quadrados

Lista de Material

CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS

LDR - LDR redondo comum

P_1 - 1 MΩ a 4,7 MΩ - trimpot

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

PRÉ-AMPLIFICADOR DE BAIXA IMPEDÂNCIA

O pré-amplificador da **figura 78.1** se destina a adaptação de transdutores de áudio de baixa impedância (entre 4 e 600 ohms) à entrada de alta impedância de amplificadores, misturadores, transmissores e outros circuitos. O circuito tem baixo consumo e pode ser alimentado por pilhas comuns para menor possibilidade de captação de zumbidos. O cabo de saída deverá ser blindado justamente para evitar a captação de zumbidos. O transistor deve ser preferivelmente o BC549, que tem menor nível de ruído nessa aplicação. O resistor R_1 , juntamente com o resistor de emissor definem o ganho do circuito. R_1 deverá ser experimentado na faixa indicada de modo a se obter o melhor desempenho do circuito, sem distorções, de acordo com o ganho do transistor usado. Para uma versão estéreo devem ser montadas duas unidades iguais. Esse circuito, em especial, funciona muito bem com captadores de baixa impedância utilizados em violões e guitarras além de pequenos alto-falantes quando usados como microfones.

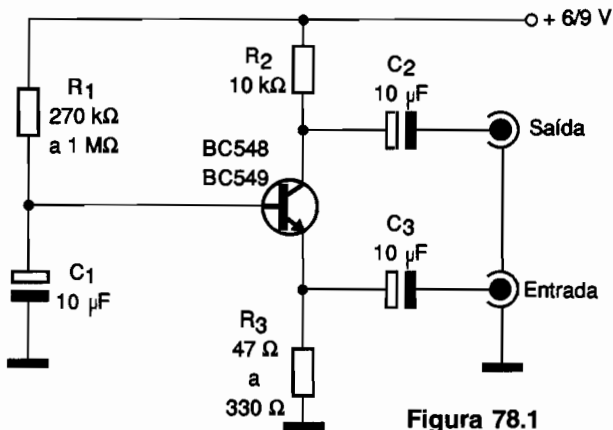


Figura 78.1

Uma placa de circuito impresso para a montagem desse pré-amplificador é fornecida na **figura 78.2**. Os fios que vão aos *jaques* de saída e entrada devem ser muito curtos ou então blindados.

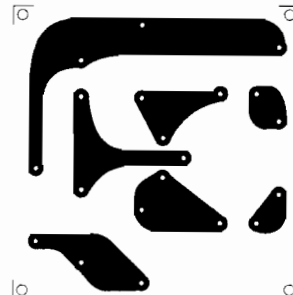
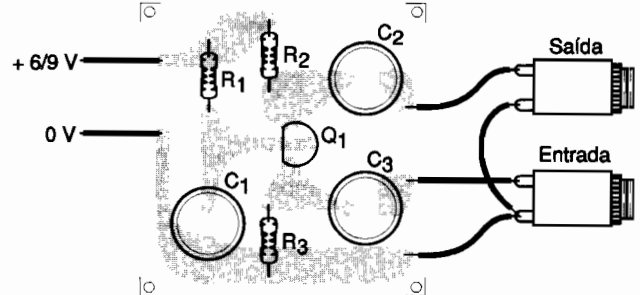


Figura 78.2



Lista de Material

- Q_1 - BC458 ou BC549 - transistor NPN de uso geral
- R_1 - 270 kΩ a 1 MΩ x 1/8 W - resistor
- R_2 - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R_3 - 47 Ω a 330 Ω x 1/8 W - resistor
- C_1, C_2, C_3 - 10 μF x 12 V - capacitores eletrolíticos
- Diversos: placa de circuito impresso, jaque de saída e entrada, caixa blindada, conector de bateria ou suporte de pilhas.

INFORMAÇÃO

- 7410

Três Portas NAND de 3 entradas - TTL

Cada uma das três portas pode ser usada de forma independente. A **tabela-verdade** é dada junto da **figura 78.3**.

Características:

- Corrente por unidade: 5 mA
- Tensão de alimentação: 5 V.

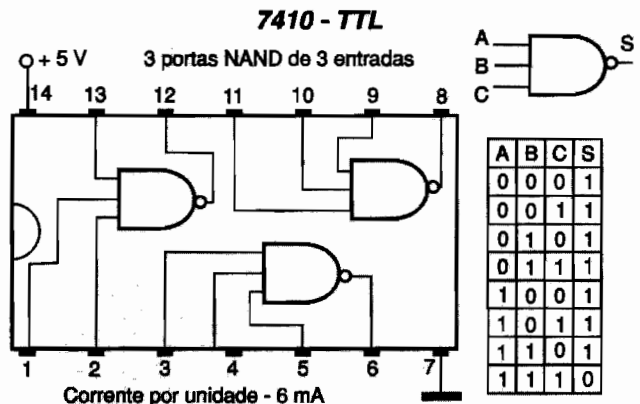


Figura 78.3

Corrente por unidade - 6 mA

LED EM 110/220 V

Na aplicação da **figura 79.1** ensinamos como podemos ligar um LED para monitorar uma tensão da rede de energia de 110 V ou 220 V. Os valores dos resistores (que devem ser de 1/2W) dependerão da tensão. LEDs de qualquer cor poderão ser alimentados, e o diodo será o 1N4004 se a rede for de 110 V ou 1N4007 se a rede for de 220 V. Cuidado com a polaridade do diodo. Poderão ser ligados dois ou mais LEDs em série na mesma aplicação. O consumo de energia desse circuito indicador é inferior a 0,5 W.

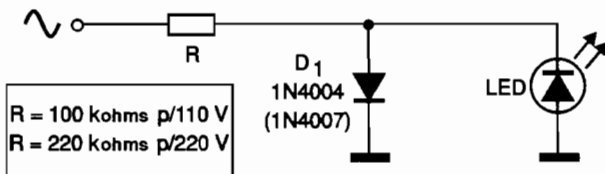


Figura 79.1

A disposição dos componentes numa pequena placa de circuito impresso é mostrada na **figura 79.2**. Observe a polaridade do diodo e do LED.

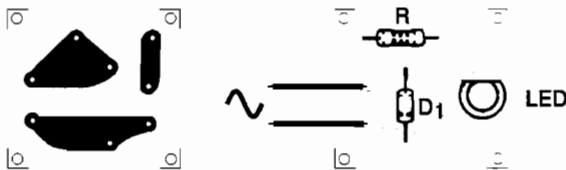


Figura 79.2

INFORMAÇÃO

- Como calcular o resistor em série com um LED

O resistor limitador de corrente para um LED de modo a ligá-lo em qualquer tensão contínua, pode ser calculado pela fórmula dada junto ao diagrama da **figura 79.3**.

As tensões estão em volts e a resistência em ohms. A corrente é dada em ampères. Observe os valores das quedas de tensão a serem usadas para os diversos tipos de LEDs.

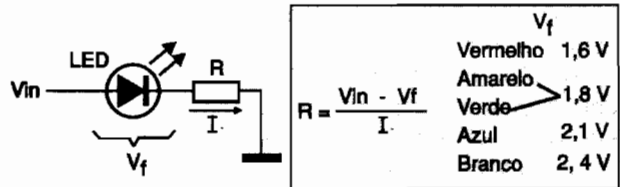


Figura 79.3

Lista de Material

LED - LED de qualquer cor, comum
 D_1 - 1N4004 ou 1N4007 - diodo de silício
 R - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

FOTO MONOESTÁVEL 1

Um pulso de luz no LDR fará com que seja produzido na saída do circuito da **figura 80.1** um pulso de duração constante, a qual dependerá de RC. A duração do pulso de saída independe, portanto, da duração do pulso excitador. O circuito é recomendado para sensoriamento em projetos de Robótica, Mecatrônica e controles industriais. O circuito poderá ser alimentado com tensões de 5 a 12 V e é compatível tanto com lógica TTL quanto com CMOS. A sensibilidade do circuito é determinada basicamente pelo resistor de 10 kohms a 1 Mohm em série com o LDR. Maiores resistores resultam em maior sensibilidade. Um *trimpot* de 1 Mohm em série com um resistor de 10 kohms possibilita o ajuste. Para maior sensibilidade e diretividade, o LDR poderá ser montado num tubo opaco com uma lente convergente. O 555 fornece ou drena uma corrente de até 100 mA em sua saída. Lembremos que existe uma versão CMOS do 555 de baixo consumo.

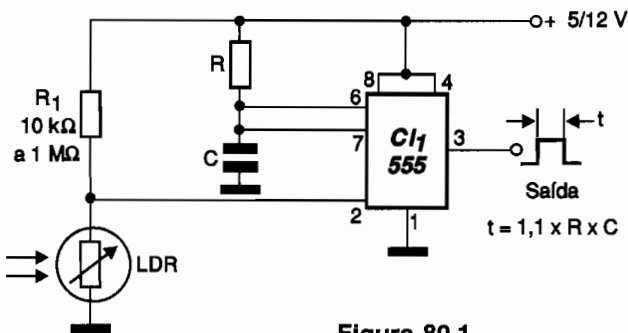


Figura 80.1

Lista de Material

- CI₁ - 555 - circuito integrado - timer
- LDR - LDR redondo comum
- R₁ - 10 kW a 1 MW x 1/8 W - resistor
- R - resistor (ver texto)
- C - capacitor (ver texto)
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

A placa de circuito impresso para essa montagem é ilustrada na **figura 80.2**.

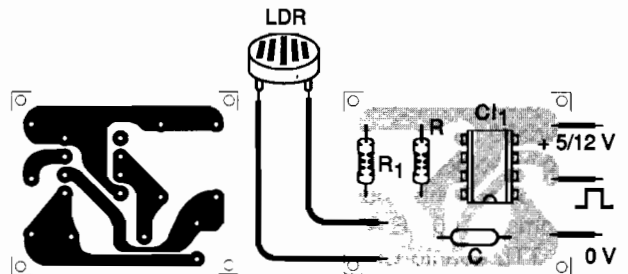


Figura 80.2

INFORMAÇÃO

- 741

Amplificador operacional de uso geral - (figura 80.3).

• Características:

Ganho sem realimentação: 100 dB

Impedância de entrada: 1 M ohm

Impedância de saída: 150 ohms

Corrente de polarização de entrada: 200 nA

Tensão máxima de alimentação: 18 - 0 - (-18 V)

CMMR: 90 dB

f_t: 1 MHz

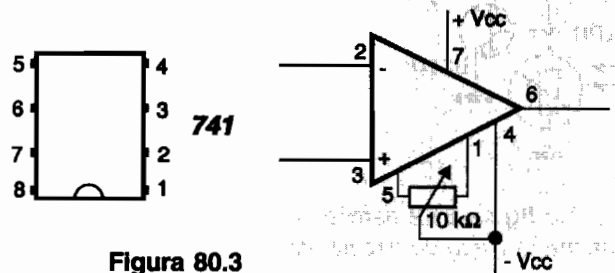


Figura 80.3

FOTO MONOESTÁVEL 2

O circuito da **figura 81.1** produz um pulso de luz de duração constante, independentemente da duração do corte da luz que incide no elemento sensor que é um LDR. A sensibilidade do circuito é muito grande e pode ser ajustada no potenciômetro de 1 M ohm a 4M7. Trata-se de configuração ideal para trabalhar com a detecção de cortes de feixe de luz de pequena intensidade como, por exemplo, em alarmes. A duração do pulso dependerá de R e C. Valores típicos para esses componentes numa aplicação como alarme são 47 kohms e 100 nF. A saída é compatível tanto com lógica TTL quanto CMOS, e ainda pode excitar etapas de potência. A alimentação é feita com tensões de 5 a 12 V. Para maior sensibilidade, o LDR deve ser instalado num tubo opaco com uma lente convergente. Qualquer LDR comum pode ser usado nessa aplicação. Para melhorar a resposta a pulsos rápidos, o capacitor de 1 µF e o resistor de 47 kohms no pino 2 do circuito integrado poderão ter seus valores alterados. Esse resistor e R não devem, entretanto, ser menores do que 1 kohm.

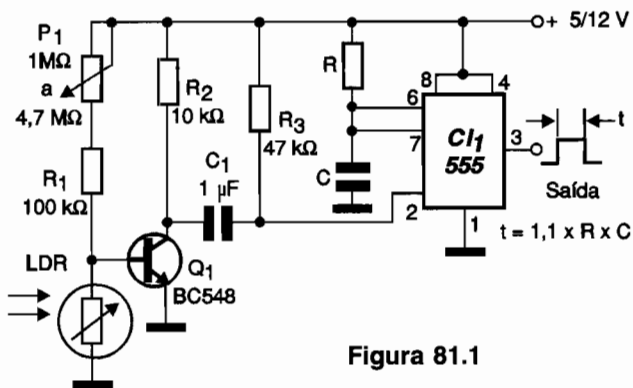


Figura 81.1

Na **figura 81.2** damos uma sugestão para se desenhar a placa de circuito impresso desse projeto.

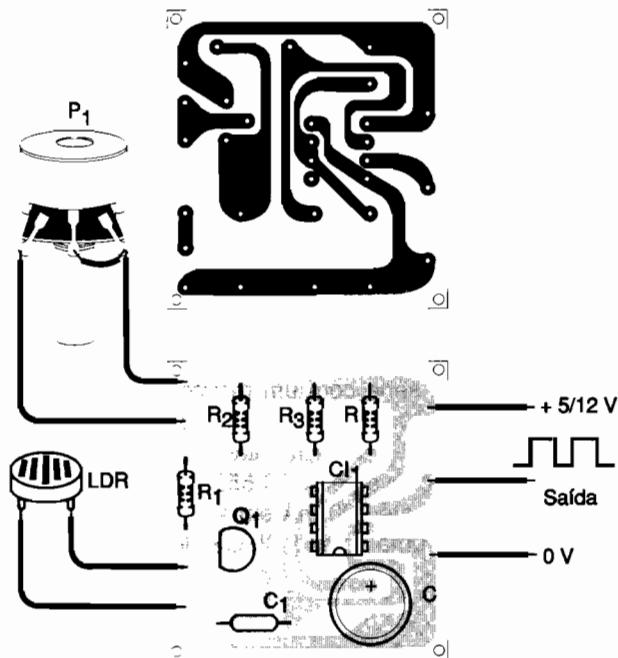


Figura 81.2

Lista de Material

- CI₁ - 555 - circuito integrado - timer
- Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- LDR - LDR redondo comum
- P₁ - 1 MΩ a 4,7 MΩ - trimpot
- R₁ - 100 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, amarelo)
- R₂ - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- R - ver texto - resistor
- C₁ - 1 µF - capacitor de poliéster
- C - ver texto - capacitor
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- **BD237(NPN)/BD238(PNP)**
Transistores NPN e PNP complementares, de média potência, para aplicações em baixas e média frequência - (**figura 81.3**).

• Características:

V_{ceo}(máx) 80 V
I_c 2 A

P_{tot} (25 °C)..... 25 W
h_{FE} (I_c = 150 mA) 40 a 250
f_T > 3 MHz

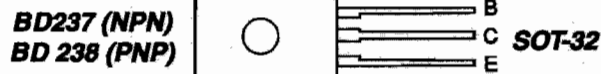


Figura 81.3

FOTO-RELÉ 1

Um relé de 6 ou 12 V com até 50 mA de bobina poderá ser disparado quando a luz que incide no LDR for cortada. O ajuste de sensibilidade do circuito mostrado na **figura 82.1** é feito no *trimpot* de 100 k ohms a 1 M ohm. O valor desse componente depende da sensibilidade do relé e do ganho do transistor. Para maior sensibilidade, o LDR pode ser montado em um tubo com uma lente convergente. A alimentação depende do relé usado e pode ficar entre 6 e 12 V. Maiores diretividade e sensibilidade são obtidas quando o LDR é instalado num tubo opaco tendo na sua frente uma lente convergente. Lentes de plásticos de brinquedos e outros dispositivos ópticos de baixo custo poderão ser utilizadas. Qualquer LDR pode ser colocado nessa aplicação. Maiores valores do potenciômetro de ajuste são indicados para as aplicações que operam com intensidades de luz muito fracas.

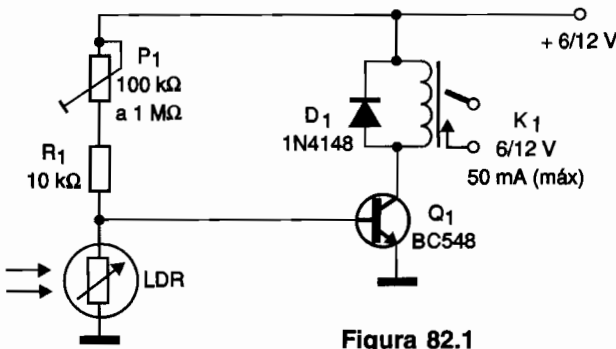


Figura 82.1

INFORMAÇÃO

TERMOS INGLESSES PARA CARACTERÍSTICAS DE PULSOS

Na designação de fenômenos que ocorrem com pulsos ou no detalhamento de determinadas partes, são usados certos termos (em inglês) muito comuns nos manuais técnicos e diagramas. O que esses termos significam na forma de onda, é mostrado na **figura 82.3**.

- **Algumas traduções:**
overshoot - sobrepulso
rise time - tempo de subida
pulse width - largura de pulso
decay time - tempo de descida

Para montar esse circuito pode ser usada a placa de circuito impresso exibida na **figura 82.2**. Essa placa foi projetada para relés com base DIL, devendo ser alterada para outros tipos de relé.

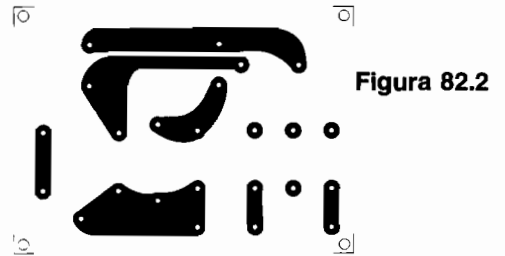
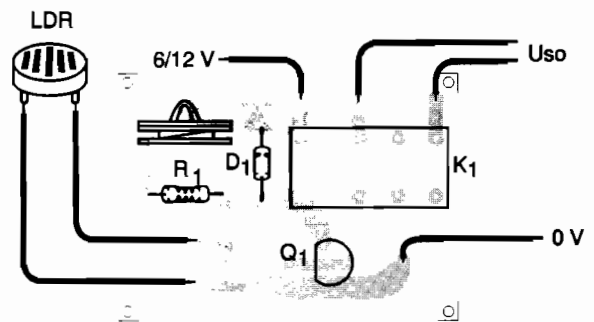


Figura 82.2



Lista de material

- Q₁* - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D₁* - 1N4148 - diodo de uso geral
- LDR - LDR redondo comum
- K₁* - Relé de 6 ou 12 V com bobina de 50 mA (máx)
- P₁* - 100 kΩ a 1 MΩ - trimpot ou potenciômetro
- R₁* - 10 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

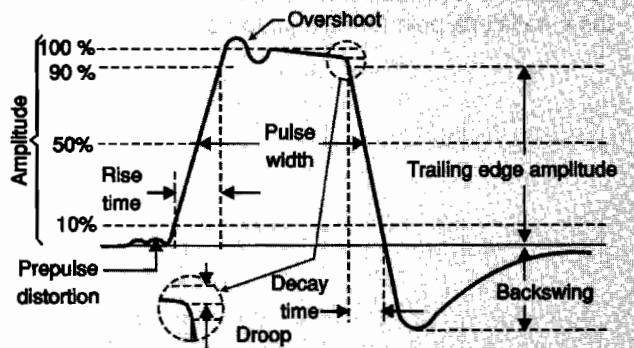


Figura 82.3

FOTO-RELÉ 2

Quando luz incide no sensor (um LDR) o relé fecha seus contatos acionando uma carga externa. A sensibilidade do circuito da **figura 83.1** é ajustada no *trimpot* de 100 kohms a 1 Mohm. O relé deve ter uma corrente máxima de acionamento de 50 mA e a tensão depende da alimentação. Esse circuito é de ação momentânea, ou seja, o relé só permanece acionado enquanto houver luz incidindo no sensor. Podemos obter maior sensibilidade e diretividade para o circuito instalando o LDR num tubo opaco com uma lente convergente na sua frente. Os valores mais altos do potenciômetro de ajuste são indicados para as aplicações em que se deseja maior sensibilidade.

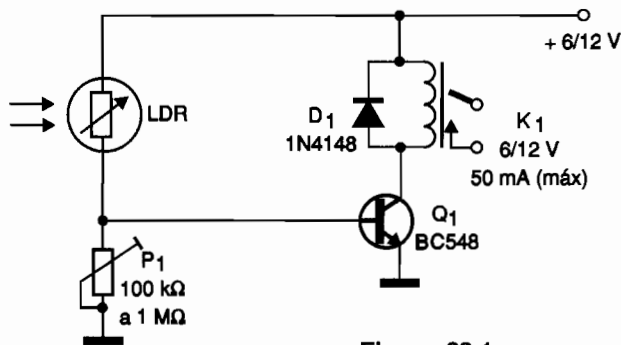


Figura 83.1

A placa de circuito impresso sugerida para a montagem desse foto-relé é mostrada na **figura 83.2**.

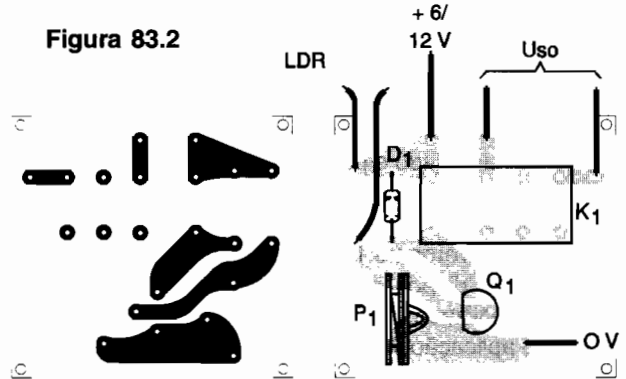


Figura 83.2

Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
- K_1 - Relé com bobina de 6 ou 12 V, com 50 mA no máximo
- LDR - LDR redondo comum
- P_1 - 100 kΩ a 1 MΩ - trimpot
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Ponte de Wheatstone

A ponte de Wheatstone é usada para a medida de resistências, tendo como fonte de sinal uma fonte de tensão contínua e como detector (G) um galvanômetro. O circuito dessa ponte é dado na **figura 83.3** e na condição de equilíbrio a relação entre os componentes é satisfeita pela fórmula junto ao diagrama.

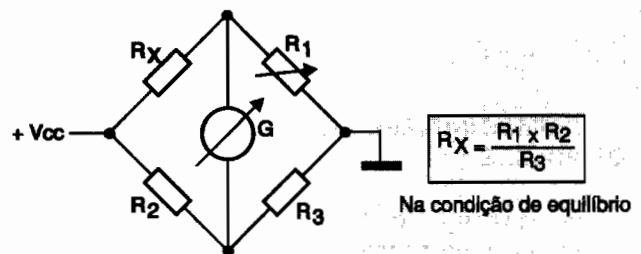


Figura 83.3

FOTO-RELÉ 3

O circuito da **figura 84.1** é acionado pelo corte de luz e usa um transistor PNP. O ajuste da sensibilidade é feito no *trimpot* e seu valor dependerá da intensidade da fonte com que normalmente se trabalhar. O relé deve ter uma bobina com corrente máxima de acionamento de 50 mA e tensão de 6 V ou 12 V, conforme a alimentação. Esse circuito é de ação momentânea, o que quer dizer que o relé só permanecerá acionado pelo tempo em que a luz estiver cortada. Nessa aplicação, como nas demais em que usamos LDRs, podemos obter maior diretividade e maior sensibilidade instalando esses componentes em um tubo opaco tendo na sua frente uma lente convergente. A posição da lente deverá ser tal que o LDR fique próximo ao seu foco. Potenciômetros de valores mais altos no ajustes serão indicados para as aplicações que devem detectar pulsos de luz muito fracos.

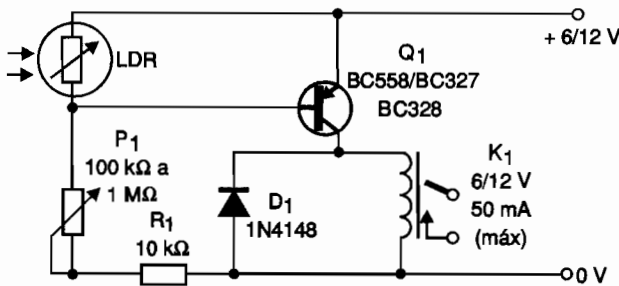


Figura 84.1

Lista de Material

Q_1 - BC558/BC327 ou BC328 - transistores PNP de uso geral
 D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
 LDR - qualquer LDR redondo comum
 P_1 - 100 kΩ a 1 MΩ - trimpot ou potenciômetro
 K_1 - Relé de 6 ou 12 V, com bobina de no máximo 50 mA
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do foto-relé 3 é dada na **figura 84.2**.

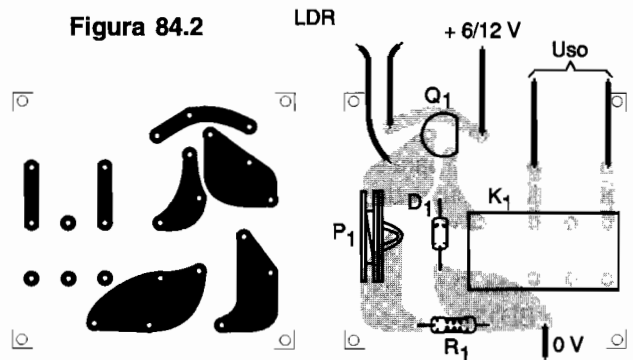


Figura 84.2

INFORMAÇÃO

- BC327/BC328

Transistores PNP de silício de uso geral; (figura 84.3).

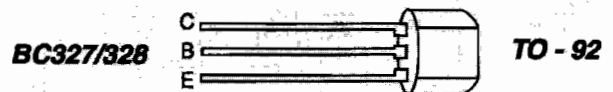


Figura 84.3

• Características:

	BC327	BC328	
V _{ceo} (máx)	45	25	V
I _c (máx)	1	1	A
P _{tot} (máx)	625	625	mW
f _T	100	100	MHz
h _{FE}	>40	>40	

FOTO-RELÉ 4

No circuito da **figura 85.1**, o relé fecha seus contatos quando luz incide no sensor. O circuito é extremamente sensível e sua sensibilidade é ajustada no *trimpot* de 1 M ohm a 4M7. O valor desse componente dependerá da intensidade da fonte de luz com que se deseja trabalhar. O circuito pode ser alimentado com tensões de 6 a 12 V e o relé deve ser do tipo sensível, com uma corrente máxima de bobina de 50 mA. O diodo em paralelo com o relé pode ser o 1N4148 ou qualquer outro de uso geral, de silício. Maiores diretividade e sensibilidade podem ser obtida com a colocação do LDR num tubo opaco com uma lente convergente. O transistor BC558 pode ser substituído por um BD136 para acionamento de relés que exijam correntes na faixa de 200 a 500 mA. Também poderemos usar esse transistor para acionar diretamente cargas nessa faixa de corrente.

A placa de circuito impresso para a montagem desse sensor é apresentada na **figura 85.2**.

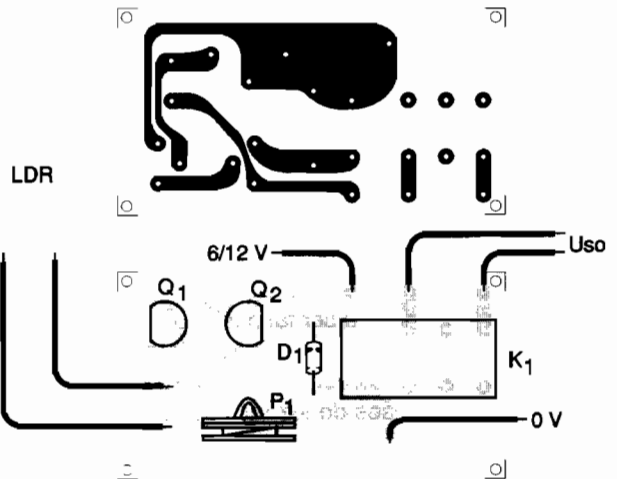


Figura 85.2

Lista de Material

- Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 - transistor PNP de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de silício de uso geral
- LDR - LDR redondo comum
- P_1 - 1 M Ω a 4M7 - trimpot
- K_1 - Relé sensível DIL de 6 ou 12 V, com 50 mA (no máximo) de bobina
- Diversos: fios, solda, fonte de alimentação, etc.

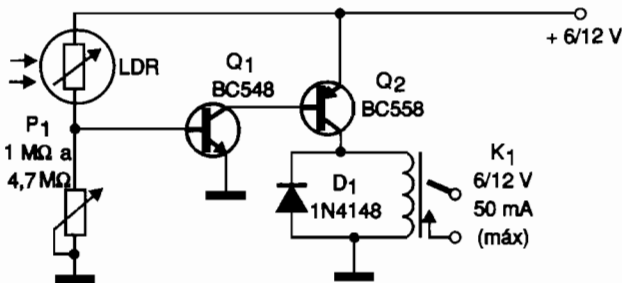


Figura 85.1

INFORMAÇÃO

- Frequência e Seletividade de um Circuito RLC Paralelo

A seletividade desse circuito depende de R, enquanto que a sintonia depende de L e C. Os valores das frequências em função desses componentes são calculados pelas fórmulas junto ao diagrama da **figura 85.3**.

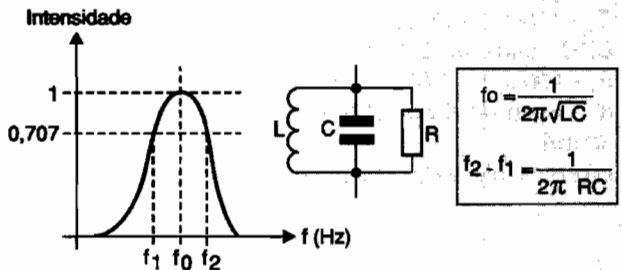


Figura 85.3

Onde:
 L, em henry
 R, em ohms
 C, em farads
 f, em hertz.

SEQÜENCIAL 4017

No circuito a **figura 86.1** as saídas do circuito integrado 4017 irão ao nível alto seqüencialmente comandadas pelos pulsos retangulares aplicados na entrada IN. A freqüência máxima de operação dependerá da tensão de alimentação, e para 10 V deve estar em torno de 5 MHz. Ligando-se qualquer saída ao pino 13 (*reset*) o circuito conta até ela, *ressetando* em seguida. A corrente máxima que pode ser obtida em cada saída (drenando ou fornecendo corrente) é da ordem de 0,88 mA para uma alimentação de 10 V. Essa corrente depende bastante da tensão, assim como a freqüência máxima de operação. LEDs podem ser acionados diretamente pelas saídas se ligados em série com um resistor de 1 kohm para uma alimentação entre 5 e 12 Volts.

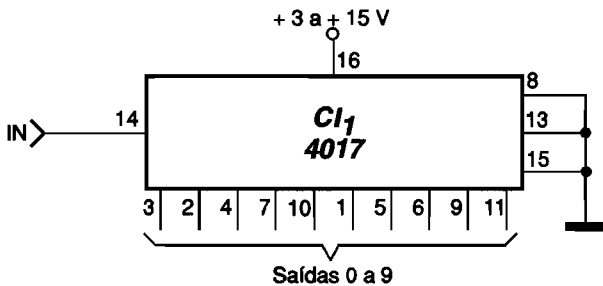


Figura 86.1

Na **figura 86.2** temos sugestões de diversas etapas de excitação que podem ser ligadas diretamente na saída desse sistema seqüencial e que podem ser incorporadas a um desenho de placa de circuito impresso. Por esse motivo, o desenho da placa não é sugerido aqui.

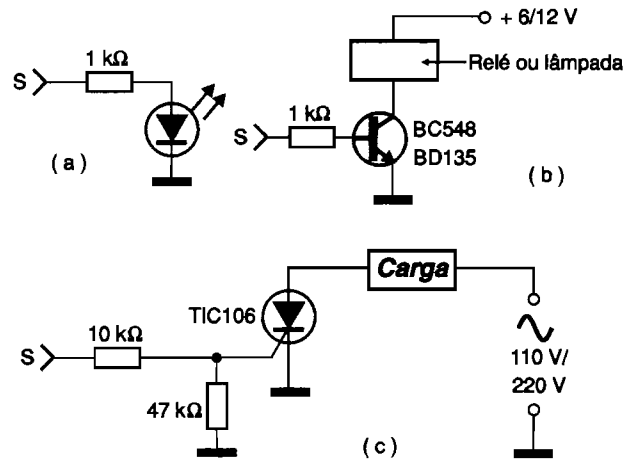


Figura 86.2

Lista de Material

CI₁ - 4017 - Circuito integrado CMOS
 Diversos: circuito excitador, placa de circuito impresso, fonte de 3 a 15 V, fios, solda, etc.

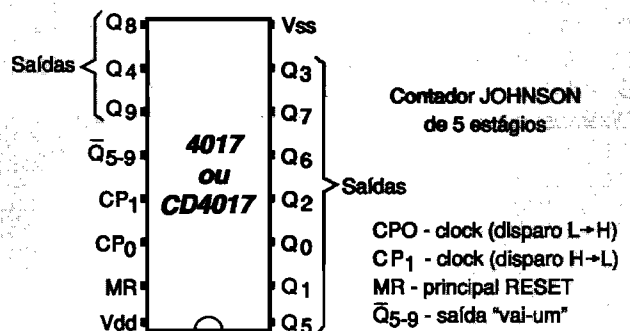
INFORMAÇÃO

- 4017

Contador Johnson de 5 estágios (contador até 10 com saídas 1 de 10) - CMOS - **figura 86.3**.

• Características:

- Freqüência máxima (V_{dd} = 10 V) : 13 MHz
- Corrente máxima por saída, drenando ou fornecendo (V_{dd} = 10 V) : 2,25 mA
- Faixa de tensões de alimentação: 3 a 15 V
- Corrente quiescente: 100 µA



Freqüência típica (V_{dd} = 10 V) ⇒ 13,8 MHz
 V_{dd} (máx) = 15 V
 I_{dd} (10 V) = 100 µA

Figura 86.3

DETECTOR DE FM

O circuito integrado LM567 consiste de um PLL (*Phase Locked Loop*) que pode operar com sinais de entrada de até 500 MHz. No circuito da **figura 87.1**, o sinal que modula em frequência uma portadora aplicada à entrada aparece no pino de saída. O ajuste da captura e do ponto de funcionamento é feito no *trimpot* de 100 kohms. O circuito deverá ser alimentado com tensões na faixa de 6 a 9 V. Quando ocorre a captura do sinal, o pino 8 vai ao nível baixo podendo acionar um relé sensível ou um LED. Podemos empregar esse circuito como receptor de sinais para intercomunicadores via rede de energia ou via luz modulada com LEDs infravermelhos num LINK de áudio. A sensibilidade de entrada do circuito é da ordem de 100 mV e a corrente de acionamento de um relé ou LED na saída, é da ordem de 20 mA.

Uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse dispositivo é dada na **figura 87.2**.

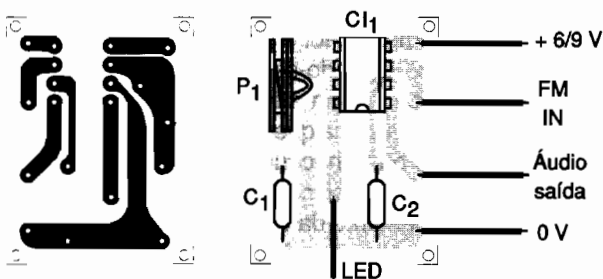


Figura 87.2

INFORMAÇÃO

- NE/SE 567

Circuito integrado PLL - até 500 kHz - (**figura 87.3**).

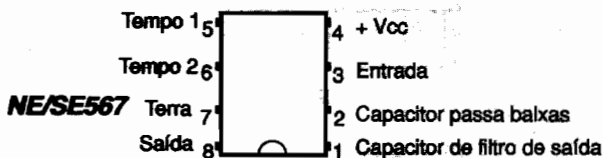


Figura 87.3

Lista de Material

- CI_1 - LM/SE567 - circuito integrado PLL
- P_1 - 100 kΩ - trimpot
- C_1 - 4,7 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 - 4,7 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

• Características:

- Tensão máxima de operação: 10 V
- Resistência de entrada: 20 kohms
- Sensibilidade para detecção: 20 mV rms
- Frequência máxima de operação: 500 kHz

INTERRUPTOR COM RETARDO 1

No circuito da **figura 88.1**, quando S_1 é acionada o relé só fecha seus contatos algum tempo depois. Esse tempo é dado pela constante de tempo de R com o capacitor no circuito, componentes que devem ficar na faixa de valores indicada. O circuito funciona com 6 ou 12 V conforme o relé, que deve ser do tipo sensível com uma corrente de bobina de até 50 mA. O diodo é de uso geral, de silício, como o 1N914 ou 1N4148. O tempo máximo que poderá ser obtido dependerá tanto da existência de fugas no capacitor que limitam seu valor, quanto do próprio ganho do transistor que limita seu valor. Se o circuito se negar a fechar os contatos com o resistor usado, deve ser reduzido seu valor ou então trocado o transistor por uma unidade de maior ganho.

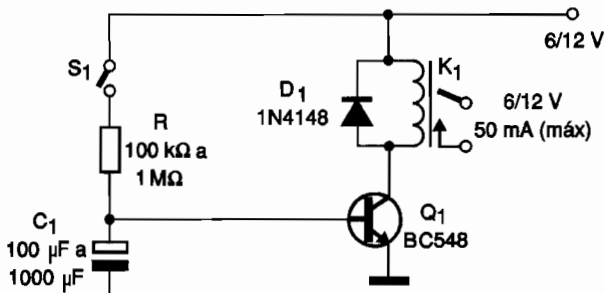
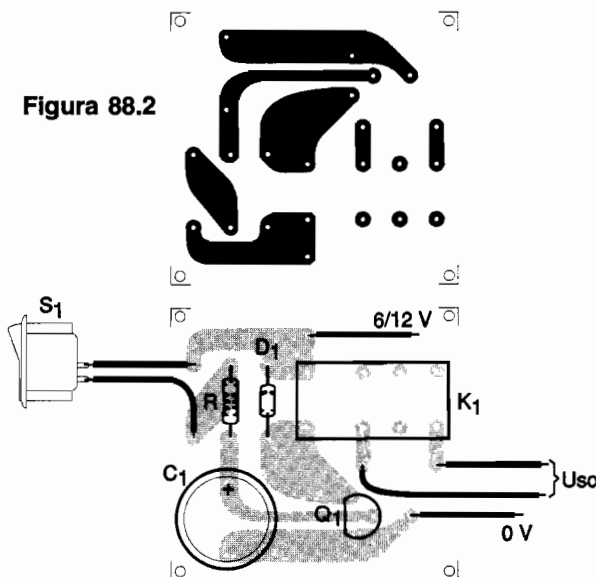


Figura 88.1

Uma placa de circuito impresso para a montagem usando um relé com base DIL é mostrada na **figura 88.2**.

Figura 88.2



Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- D_1 - 1N4148 - diodo de silício
- S_1 - Interruptor simples
- R - resistor de 100 kΩ a 1 MΩ - ver texto
- C - Capacitor de 100 μF a 1000 μF x 12 V - eletrolítico - ver texto
- K_1 - Relé de 6 ou 12 V, com 50 mA de bobina no máximo
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

- Ganhos em dB de Tensão e Potência (tabela)

Decibéis (dB)	Ganho de Potência	Ganho de Tensão
0	1	1
3	2	1,4
6	4	2
12	16	4
20	100	10
30	1000	31,6
40	10 000	100
50	100 000	316
60	1 000 000	1 000
70	10 000 000	3 162
80	100 000 000	10 000
90	1 000 000 000	31 620
100	10 000 000 000	100 000
110	100 000 000 000	316 200
120	1 000 000 000 000	1 000 000

TOQUE-FET

No circuito ilustrado na **figura 89.1** o toque dos dedos no sensor faz com que o capacitor se carregue e mantenha a carga acionada por um certo tempo. O retardo no acionamento pelo toque e depois na manutenção dela acionada, dependerá do resistor de 1 Mohm e do capacitor. Os valores desses componentes poderão ser alterados em função da aplicação. Qualquer FET de potência pode ser usado como, por exemplo, o IRF640 ou outros da série IRF. Lembre-se que esse circuito deve ter fonte isolada da rede de energia. O sensor deve ser montado bem próximo do transistor para que não ocorra o disparo aleatório com ruídos. Se a carga for indutiva deverá ser ligado em paralelo com ela um diodo de proteção como o 1N4148. O capacitor pode ser reduzido para 1 nF se houver dificuldade no disparo (muito tempo de toque para o acionamento).

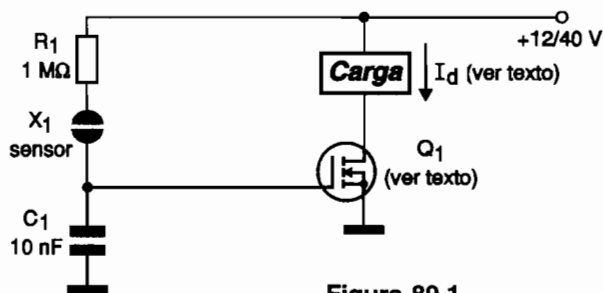


Figura 89.1

Lista de Material

- Q_1 - FET de potência – qualquer de canal N
- R_1 - 1 MΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, verde)
- C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- X_1 - sensor - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

Uma placa de circuito impresso para esse sensor de toque é mostrada na **figura 89.2**.

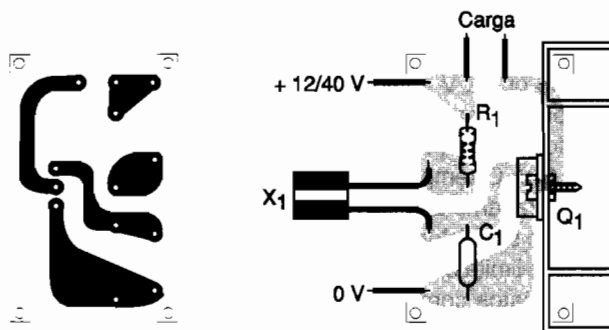


Figura 89.2

INFORMAÇÃO

- Valores em Senóides

Na **figura 89.3** temos a representação de uma senóide com os valores típicos.

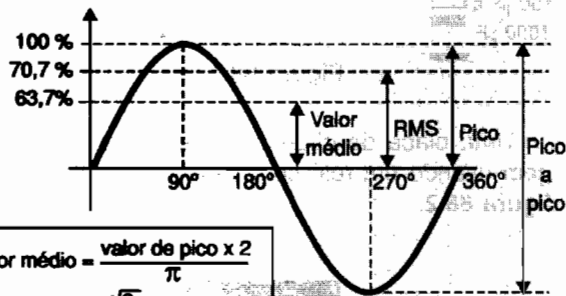


Figura 89.3

DIVISOR POR 2/4

Utilizando um circuito integrado CMOS 4013 temos, na **figura 90.1**, um divisor de frequência por 2 e por 4. O CI 4013 consiste de dois *flip-flops* que podem ser ligados em cascata e que operam com sinais de até uns 7 MHz, quando a alimentação é feita com 10 V. O sinal de entrada deverá ser retangular. A alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 15 V.

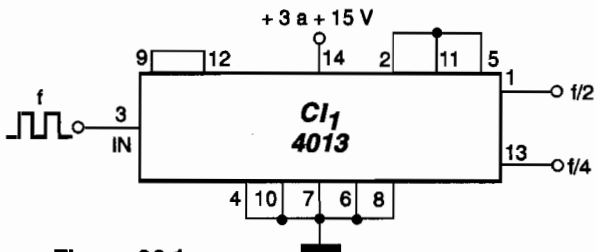


Figura 90.1

A corrente máxima obtida nas saídas desse circuito é da ordem de 0,88 mA para uma tensão de alimentação de 10 V. Para tensões menores, a corrente máxima cairá. O outro *flip-flop* do mesmo invólucro do 4013 poderá ser usado em aplicação diferente, pois é independente.

Lista de Material

- CI₁ - 4013 - circuito integrado CMOS
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

a) Flip-Flop R-S Com Porta NOR

Na **figura 90.2** indicamos o modo de ligar duas portas NOR (TTL, CMOS, etc.) para se obter um *flip-flop* R-S.

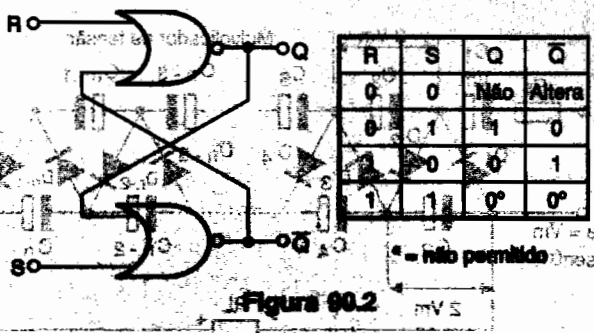


Figura 90.2

Junto à figura temos a tabela-verdade para o funcionamento desse *flip-flop*.

b) 4050 - CMOS

Seis *Buffers* não inversores compatíveis com entradas TTL. Cada um dos seis *buffers* pode ser usado de forma independente e pode excitar até duas entra-

das TTL *standard* ou quatro entradas TTL LS - **figura 90.3**.

Características:

Corrente drenada ou fornecida, por saída:

. 5 V - 5/1,6 mA

. 10 V - 12/3,6 mA

Tempo de propagação:

. 5 V - 60 ns

. 10 V - 25 ns

Consumo por integrado:

. 5 V - 1 μA

. 10 V - 2 μA

Seis buffers não inversores para TTL - CMOS

4050 - Tempo de propagação 16 15 14 13 12 11 10 9

- 30 ns (10 V)

- 60 ns (5 V)

Consumo

- 800 μA (5 V)

- 1,8 mA (10 V)

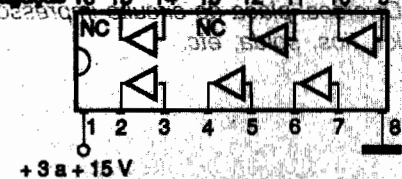


Figura 90.3

TRANSMISSOR INFRAVERMELHO

O circuito mostrado na **figura 91.1** é um modulador infravermelho, podendo ser usado em *links* de áudio, controles remotos, barreiras infravermelhas e outras aplicações que trabalhem com sinais modulados em frequência ou pulsos. O TIP 32 deve ser montado em radiador de calor e o tom pode ser obtido de saídas TTL ou CMOS. Dois LEDs infravermelhos são ligados em série para se obter maior potência de saída. Usando o receptor PLL com o LM567 descrito nessa seleção de circuitos, podemos empregar esse transmissor num *link* infravermelho. Para isso basta modular esse circuito com um sinal de alta frequência entre 50 kHz e 100 kHz, pela frequência de áudio que se deseja transmitir. Recursos ópticos poderão ser agregados aos LEDs para se obter maior diretividade e maior alcance, tais como lentes. Equivalentes ao TIP32, a exemplo do TIP42, podem ser usados nessa aplicação.

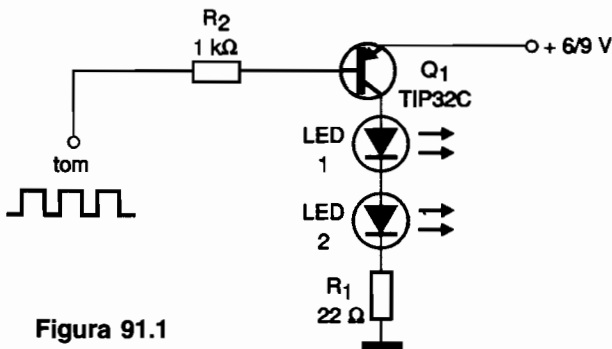


Figura 91.1

Lista de Material

- Q_1 - TIP32 ou equivalente - transistor PNP de potência
- LED1, LED2 - LEDs infravermelhos
- R_1 - 22 Ω x 1 W - resistor (vermelho, vermelho, preto)
- R_2 - 1 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

A placa de circuito impresso para a montagem desse transmissor é ilustrada na **figura 91.2**.

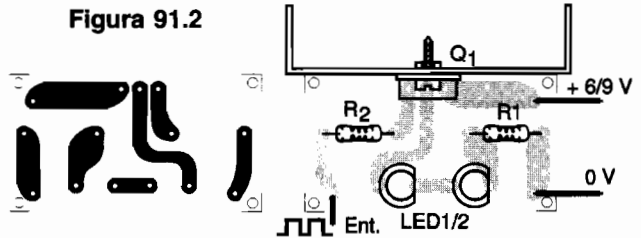


Figura 91.2

INFORMAÇÃO

Multiplicador de Tensão

Na **figura 91.3** temos o circuito básico de um multiplicador de tensão usando diodos e capacitores. Esse circuito multiplica a tensão alternada de entrada, fornecendo uma tensão contínua de saída n vezes o valor de pico da tensão de entrada.

No diagrama temos os valores das tensões encontradas sobre os capacitores, os quais devem ter tensões de trabalho pelo menos 50% maiores que esses valores na aplicação indicada.

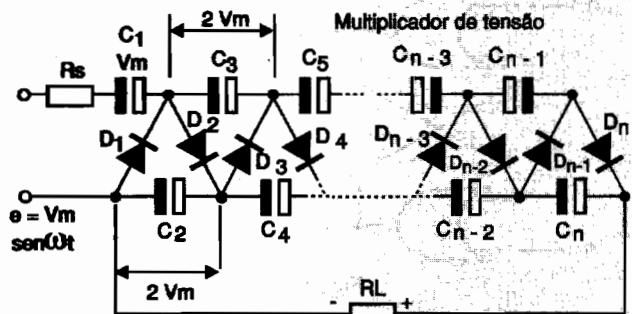


Figura 91.3

GERADOR ULTRASSÔNICO

Ultrassons na faixa de 18 kHz a 25 kHz podem ser gerados com o circuito apresentado na **figura 92.1**. A potência é de alguns watts de saída. Dentre as aplicações estão os espanta-ratos e espanta-cachorros. O transdutor TW é um *tweeter* piezelétrico, que tem um bom rendimento na faixa de freqüências indicada. O ajuste da freqüência de operação é feito pelo *trimpot*. O circuito deverá ser alimentado com tensões de 6 a 12 V e o transistor de potência deve ser montado num radiador de calor. A fonte deve fornecer uma corrente de pelo menos 1 ampère. O ajuste da freqüência é feito no *trimpot* de 100 kohms. Deve-se usar um freqüencímetro ligado na saída do CI (pinos 4, 10 ou 11) para a medida da freqüência do sinal, que é retangular. Dado que o consumo do aparelho é algo elevado, não se recomenda o emprego de pilhas ou baterias em aplicações onde ele deva ficar ligado por longos períodos.

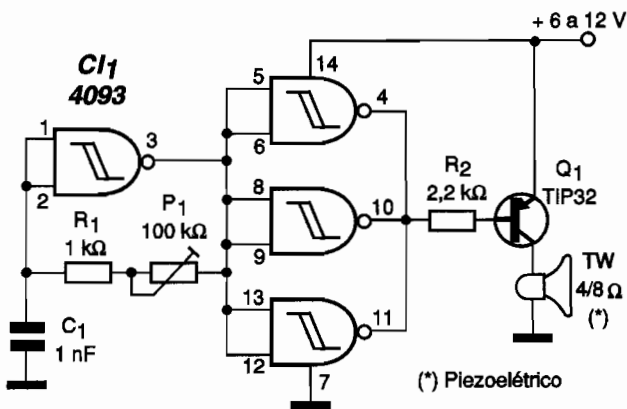


Figura 92.1

Lista de Material

CI₁ - 4093 - circuito integrado CMOS
 Q₁ - TIP32 - transistor PNP de potência
 R₁ - 1 kΩ x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
 R₂ - 2,2 kΩ x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
 P₁ - 100 kW - trimpot
 C₁ - 1 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
 TW - Tweeter piezoeletrico de 4 ou 8 W
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fonte de alimentação, fios, solda, etc.

Na **figura 92.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse gerador. Use trilhas mais largas para os percursos de correntes mais intensas.

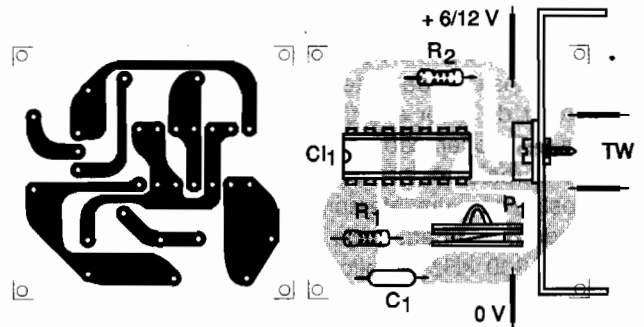
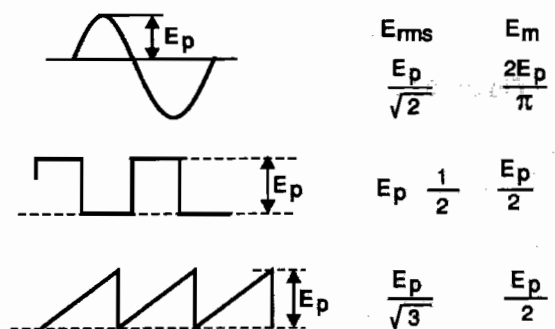


Figura 92.2

INFORMAÇÃO

Valores RMS e Médios de Tensões

Na **figura 92.3** observemos os valores médios e RMS para sinais de formas de onda senoidais, retangulares e triangulares.



Valores RMS e médios de tensões

Figura 92.3

Onde:

Ep é o valor de pico, (V)

Erms é o valor rms (root mean square ou valor médio quadrático), (V)

Em é o valor médio, (V)

TRANSMISSOR VIA REDE

O circuito desenhado na **figura 93.1** pode servir de base para a etapa final de um controle remoto ou intercomunicador, que use a rede de energia para transportar o sinal.

Esse sinal é aplicado na entrada de tom (tom IN), sendo transferido para a rede de energia via capacitores de 100 nF.

O transistor de potência deve ser montado em radiador de calor e a frequência máxima recomendada para operação do circuito é da ordem de 200 kHz. O resistor de 47 ohms deve ser de fio. Uma sugestão para um intercomunicador sem fio, via rede, é modular em frequência o sinal de um 555 operando em 200 kHz e aplicar esse sinal nessa etapa. Recebido via rede, o sinal pode ser decodificado por um PLL 567 (descrito nesta seleção) recuperando-se assim o sinal de áudio de modulação.

Outra possibilidade é aplicar um tom único e, com o mesmo PLL 567, reconhecer esse tom para acionamento de algum dispositivo de controle remoto.

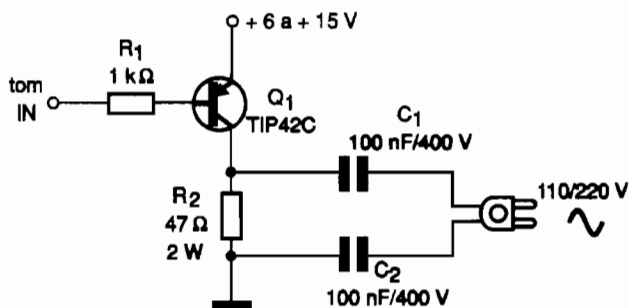


Figura 93.1

A placa de circuito impresso para a montagem do transmissor é dada na **figura 93.2**.

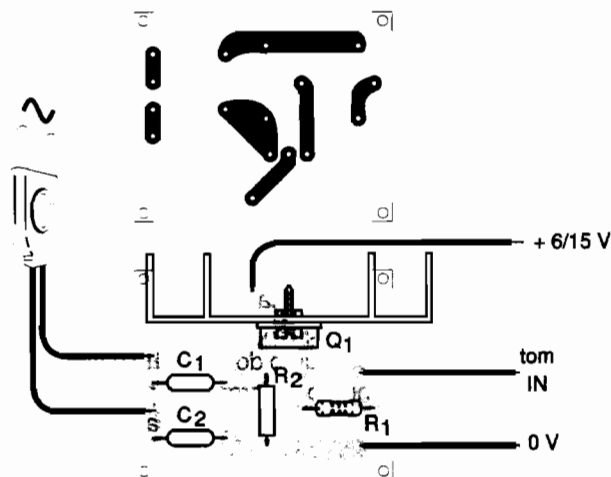


Figura 93.2

INFORMAÇÃO

TIP42

Transistor PNP de potência (complementar do TIP41) - **figura 93.3**.

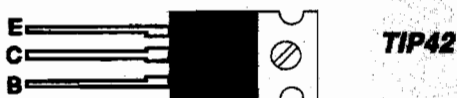


Figura 93.3

Lista de Material

- Q_1 - TIP42C - transistor PNP de potência
- R_1 - 1 kW x 1/8 W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- R_2 - 47 W x 2 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
- C_1, C_2 - 100 nF x 400 V - capacitor de poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador e calor, cabo de força, fios, solda, etc.

• Características:

V_{cb}	TIP42 - 40 V
.....	TIP42A - 60 V
.....	TIP42B - 80 V
.....	TIP42C - 100 V
I_c	6 A
$P_{tot} (máx)$	65 W
$h_{FE} (min)$	30
$f_T (min)$	3 MHz

COMPARADOR DE JANELA

A saída do circuito mostrado na **figura 94.1** permanecerá no nível alto, a não ser no intervalo de tensões de entrada entre V_1 e V_2 . Essas tensões são determinadas pelos resistores de referência. A janela de tensões poderá ser alterada simplesmente modificando-se os valores desses resistores. Os diodos são de uso geral como os 1N4148 ou 1N94, e os amplificadores operacionais podem ser de qualquer tipo. A fonte de alimentação deverá ser simétrica. Os resistores de referência podem ter valores na faixa de 0 a 100 kohms, dependendo das faixas de tensões de referência desejadas. O comparador pode ser o LM324, por exemplo. As correntes de saída são da ordem de alguns miliampères, mas podem ser usadas para acionar diretamente LEDs em série com resistores de 1 kohm (para tensões na faixa de 5 a 12 volts, por exemplo).

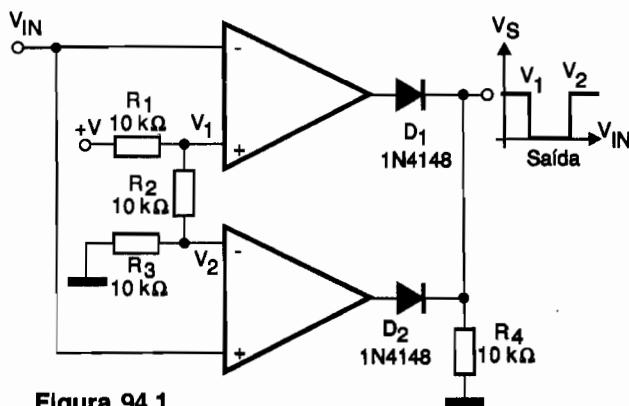


Figura 94.1

Lista de Material

CI_1 LM324 ou qualquer comparador de tensão - circuito integrado

R_1, R_2, R_3, R_4 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)

D_1, D_2 - 1N4148 - diodo de uso geral

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

SOLUÇÃO

a) Subtrator Operacional

No circuito exibido na **figura 94.2** a tensão de saída é dada pela diferença entre as duas tensões de entrada, multiplicada pelo ganho do circuito. O ganho é dado pela relação entre R e R_1 . A fonte de alimentação do circuito integrado deve ser simétrica.

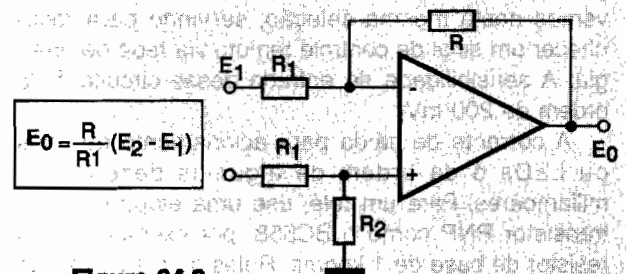


Figura 94.2

b) Integrador Operacional

A tensão de saída desse circuito é dada pela soma das tensões de entrada, segundo a fórmula junto ao diagrama da **figura 94.3**.

A fonte de alimentação deve ser simétrica.

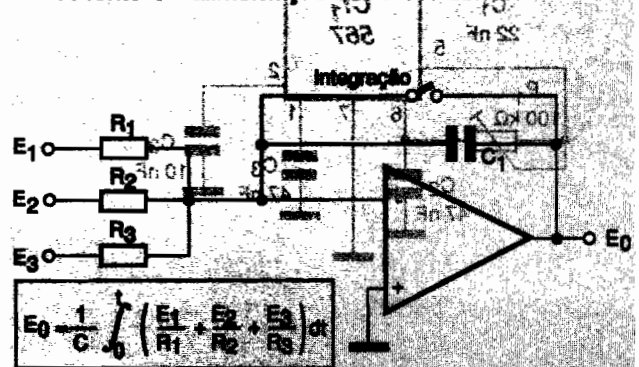


Figura 94.3

RECONHECEDOR DE TOM

O circuito ilustrado na **figura 95.1** pode ser empregado em alarmes infravermelhos modulados, intercomunicadores e controles remotos via rede para reconhecer o sinal de comando distante. Quando o sinal é reconhecido, a saída irá ao nível baixo e o LED acenderá. O ajuste da frequência, cujo limite é 500 kHz, é feito no *trimpot*.

O LM567 é um PLL e não deve ser alimentado com tensão maior que 9 V. Uma das aplicações desse circuito é com o modulador via rede que descrevemos nesta mesma seleção, servindo para reconhecer um sinal de controle remoto via rede de energia. A sensibilidade de entrada desse circuito é da ordem de 200 mV.

A corrente de saída para acionamento de relés ou LEDs é da ordem de algumas dezenas de miliampères. Para um relé, use uma etapa com um transistor PNP como o BC558, por exemplo, e um resistor de base de 1 kohms. Relés de até 50 mA de bobina podem ser acionados dessa forma.

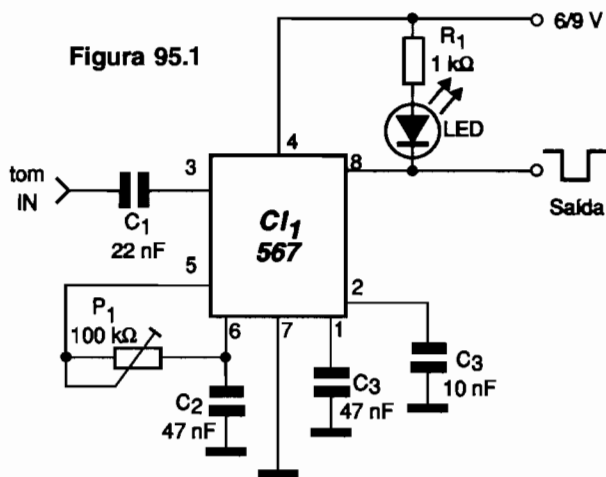


Figura 95.1

A placa de circuito impresso para a montagem desse circuito é sugerida na **figura 95.2**. O LED indicador de sintonia é opcional, podendo ser ligado um multímetro para efeito de ajuste.

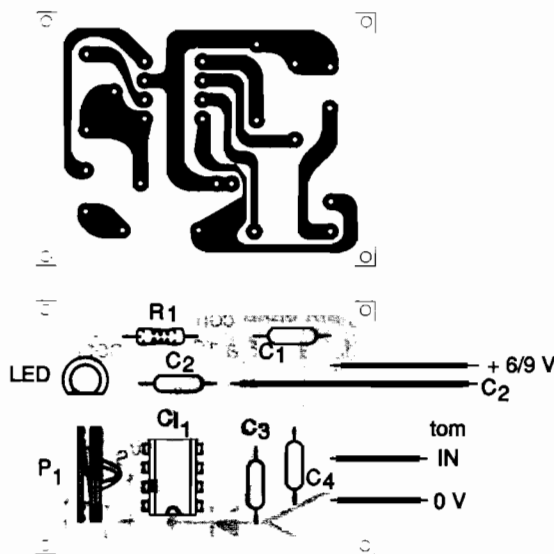


Figura 95.2

INFORMAÇÃO

74121 - TTL

Esse circuito integrado contém um multivibrador monoestável. A saída permanece no nível alto após o disparo por um tempo que depende de R e C.

R poderá ficar entre 2 kohms e 40 kohms e C tem um valor mínimo de 10 pF - **figura 95.3**.

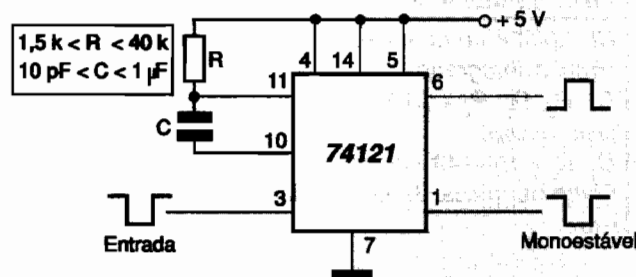


Figura 95.3

• Características:

Tensão de alimentação: 5 V

Corrente por integrado: 23 mA.

Lista de Material

- CI₁ - NE/SE567 - circuito integrado
- LED - LED vermelho ou de outra cor comum
- P₁ - 100 kΩ - trimpot
- R₁ - 1 kΩ x 1/8W - resistor (marrom, preto, vermelho)
- C₁ - 22 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C₂, C₃ - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- C₄ - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, soquete para o integrado, etc.

GERADOR SEQÜENCIAL

Sinais seqüenciais em padrões determinados pelo arranjo de diodos podem ser obtidos com o controle mostrado na **figura 96.1**.

Suas aplicações principais estão em Mecatrônica, Controle e Robótica, uma vez que ele pode ser usado como um controlador lógico programável (PLC) simplificado.

As saídas são compatíveis com lógica CMOS e a tensão de alimentação poderá ficar entre 3 e 15 V, tipicamente.

Nesse circuito foram usadas 6 saídas, mas o 4017 dispõe de 10 saídas. O CI 4017 fornece uma corrente típica de saída de 0,88 mA com alimentação de 10 V.

A corrente drenada máxima também é da mesma ordem.

Para acionar cargas de potência, use etapas com transistores como os BC548. Nessa aplicação utilizamos somente 6 saídas, servindo apenas como exemplo.

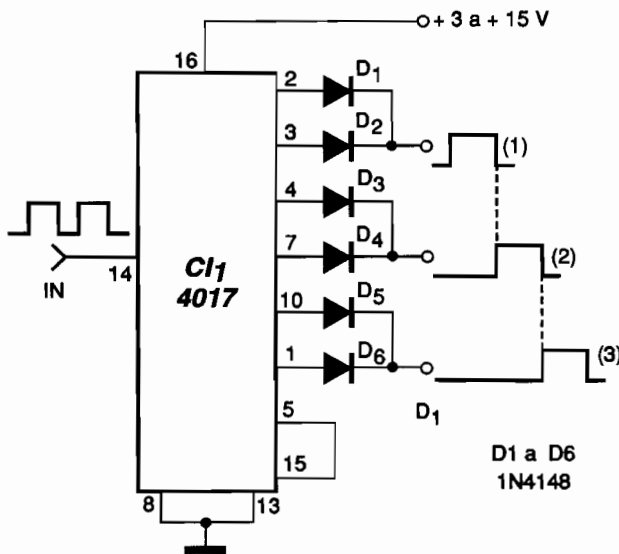


Figura 96.1

A placa de circuito impresso para esse circuito especificamente é dada na **figura 96.2**. Modificações no setor de diodos poderão ser feitas para outras programações.

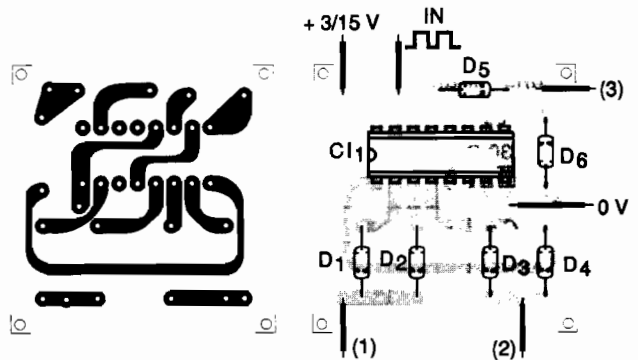


Figura 96.2

INFORMAÇÃO

4070 - CMOS

4 Portas Exclusive-OR independentes;
(figura 96.3).

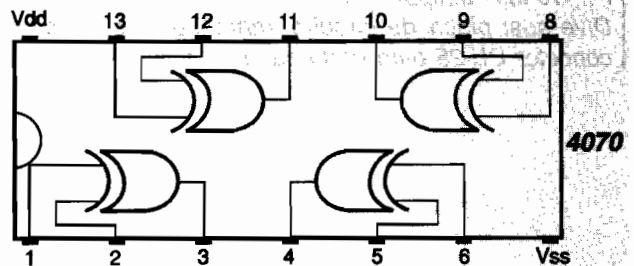


Figura 96.3

Características:

Faixa de tensões de alimentação:

. 3 a 15 V

Tempo de propagação:

. 100 ns (5 V)

. 40 ns (10 V)

Corrente drenada ou fornecida, por saída:

. 0,88 mA (5 V)

. 2,25 mA (10 V)

Lista de Material

CI₁ - 4017 - circuito integrado CMOS

D₁ a D₆ - 1N4148 - diodos de uso geral

Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

INTERFACE ISOLADA

Com o circuito da **figura 97.1** podemos obter um sinal de boa intensidade a partir da saída paralela de um PC. O ponto de disparo é ajustado no *trimpot* de 10 kohms. Acopladores ópticos equivalentes poderão ser empregados. Outros amplificadores operacionais que operem com tensões de 5 V podem ser usados na mesma aplicação. A corrente de saída é da ordem de alguns miliampères.

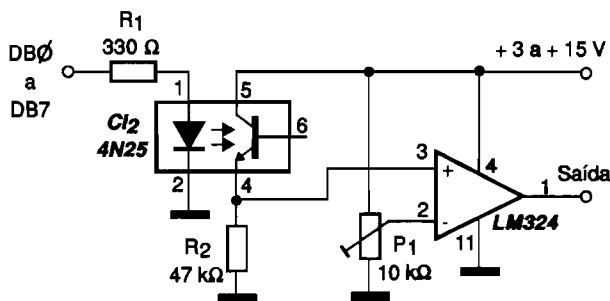


Figura 97.1

Lista de Material

- CI_1 - LM324 - amplificador operacional quadruplo
- CI_2 - 4N25 ou equivalente - acoplador óptico
- R_1 - 330 Ω x 1/8 W - resistor (laranja, laranja, marrom)
- R_2 - 47 k Ω x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, laranja)
- P_1 - 10 k Ω - trimpot
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, conector DB-25 para porta paralela, fios, solda, etc.

Na **figura 97.2** apresentamos uma sugestão de placa em que aproveitamos apenas um dos 4 amplificadores operacionais de um LM324. Os outros três poderão ser aproveitados em configurações iguais.

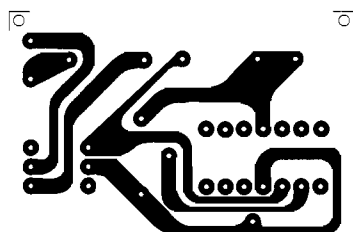
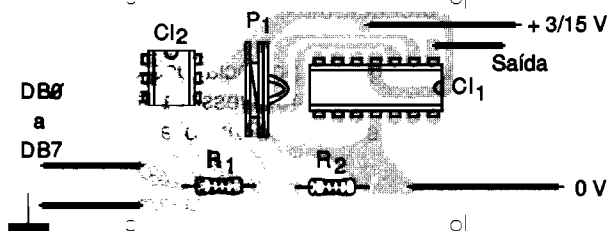


Figura 97.2



INFORMAÇÃO

Fórmula Para o Oscilador RC

Na **figura 97.3** temos o diagrama de um oscilador de deslocamento de fase com a fórmula para calcular sua frequência. Esse oscilador se presta à geração de sinais senoidais de até algumas dezenas de quilohertz, e valores típicos para R estão acima de 10 kohms. O transistor admite equivalentes.

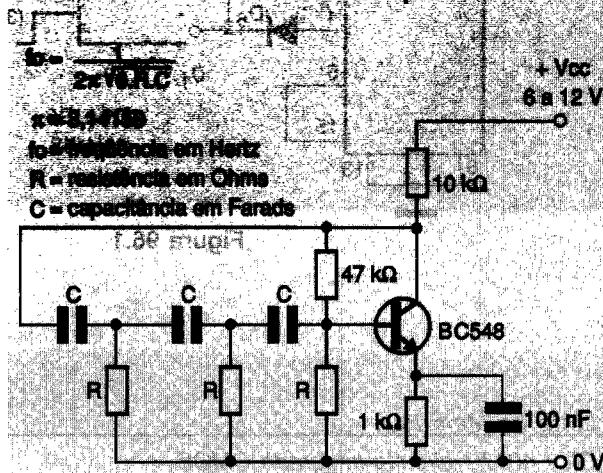


Figura 97.3

AQUISIÇÃO DE DADOS

O circuito da **figura 98.1** tem por função transformar pulsos de comando sobre um LDR em sinais que podem ser capturados pela porta paralela de um PC. O ponto de comutação ou reconhecimento dos níveis lógicos é ajustado no *trimpot*. Podemos empregar esse circuito em aquisição de dados de sensores para aplicações em Robótica e controles industriais.

A tensão de alimentação deve ser obrigatoriamente de 5 V. Para maiores sensibilidade e diretividade, o LDR deve ser montado num tubo opaco com uma lente convergente.

O resistor de 10 kohms a 1 Mohms determina a sensibilidade. Maiores resistores permitem trabalhar com pulsos de luz de menor intensidade. Amplificadores operacionais equivalentes, que possam trabalhar com 5 V, poderão ser usados na mesma aplicação. O programa de aquisição dos dados dependerá exclusivamente do leitor.

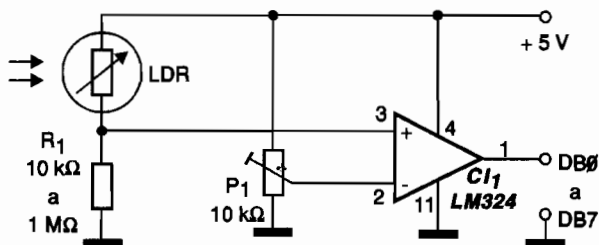


Figura 98.1

Na **figura 98.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso usando um dos quatro amplificadores operacionais de um LM324. O circuito pode ser reprojetoado para amplificadores operacionais únicos.

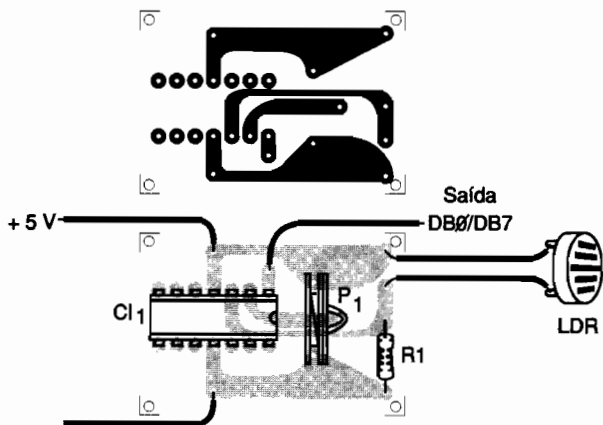


Figura 98.2

Lista de Material

- CI - LM324 ou equivalente - amplificador operacional
- LDR - LDR redondo comum
- R₁ - 10 kΩ a 1 MΩ - resistor - ver texto
- P₁ - 10 kΩ - trimpot
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, conector para porta paralela, etc.

INFORMAÇÃO

4066

Quatro chaves analógicas/digitais CMOS.

Cada uma das chaves pode ser usada independentemente na forma analógica ou digital.

Para operação digital aplica-se uma tensão de 3 a 15 V no pino 14 e aterriza-se o pino 7. Para operação analógica, a alimentação nesses pinos deve ser simétrica de 5 + 5 V - **figura 98.3**.

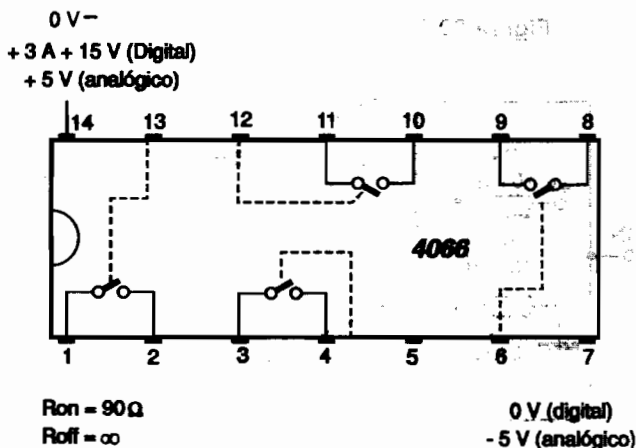


Figura 98.3

Características:

Resistência no "estado on":

- . 270 ohms (5 V);
- . 120 ohms (10 V).

Frequência máxima de controle:

- . 6 MHz (5 V);
- . 8 MHz (10 V).

COMPARADOR DE JANELA 2

No circuito da **figura 99.1** a saída irá ao nível alto somente quando a tensão de entrada (V_{in}) estiver na faixa compreendida entre V_1 e V_2 . V_1 e V_2 são determinadas pelo divisor resistivo nas entradas dos comparadores. Esses resistores poderão ser alterados à vontade para se determinar a faixa de atuação do comparador. Comparadores como o LM324 e equivalentes podem ser usados nessa aplicação sem problemas. Aplicações desse circuito incluem robótica e mecatrônica com o sensoriamento seletivo de funções. Os resistores do divisor de referência podem ter valores na faixa de 1 kohm a 100 kohms e não precisam ser necessariamente iguais. Esses resistores, em conjunto, determinam as tensões de referência. Qualquer amplificador operacional poderá ser usado nessa aplicação. A corrente de saída disponível é de alguns miliampères, o que significa que para acionamento de cargas maiores é preciso usar uma etapa amplificadora. O circuito, entretanto, acionará um LED em série com um resistor de 1 kohms com alimentações de 5 a 12 volts, se a aplicação for apenas de um indicador.

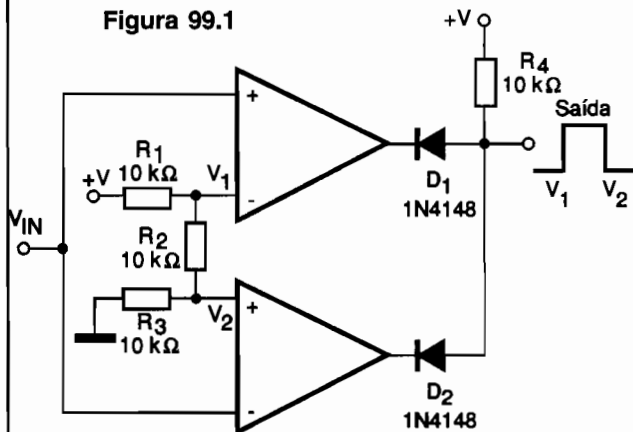


Figura 99.1

Como a placa de circuito impresso depende do comparador colocado (por exemplo, LM324) não damos o seu desenho.

Lista de Material

- Cl_1 - Qualquer amplificador operacional
- D_1, D_2 - 1N4148 - diodo de uso geral
- R_1, R_2, R_3, R_4 - 10 k Ω x 1/8 W - resistor (marrom, preto, laranja)
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

a) Energia de escape de metais alcalinos

Na tabela a seguir, temos a energia de escape dos metais alcalinos com o comprimento de onda limite - (tabela 1).

Energia de escape de metais alcalinos

Metal	Energia mínima de escape (WA)	Comprimento de onda limite (λ_G)
Lítio	2,4 e V	517 nm
Sódio	2,28 e V	543 nm
Potássio	2,25 e V	551 nm
Rubídio	2,13 V	582 nm
Césio	1,94 e V (1,36 e V)	639 nm (915 nm)

Tabela 1

b) Unidades ópticas de emitância

Na tabela abaixo, temos as unidades ópticas de emitância - (tabela 2).

Unidades ópticas de emitância

	Parâmetro	Símbolo	Dimensão	Unidade
Radiométrica	Excitância radiante (emitância radiante)	M_e	Potência (área de região ativa)	$W_m^{-2} (Wcm^{-2})$
Fotométrica	Excitância luminosa (emitância radiante)	M_v	Potência (área de região ativa)	$L_m m^{-2}$

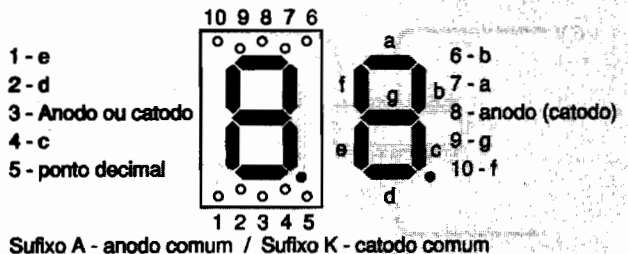
Tabela 2

c) Display de 7 segmentos - pinagem comum

Na **figura 99.2** temos a pinagem convencional de um **display** de 7 segmentos com LEDs - normalmente esse tipo é de cor vermelha com 7 mm de altura ou 0,27 polegadas.

Para alguns fabricantes o sufixo A indica anodo comum e K indica catodo comum

Display de LED de 7 segmentos - vermelho e vermelho de alta intensidade. (7mm ou 0,27 polegadas)



Sufixo A - anodo comum / Sufixo K - catodo comum

Figura 99.2

INVERSOR

Com o circuito mostrado na **figura 100.1**, é possível obter uma tensão suficientemente elevada para acender uma lâmpada fluorescente a partir de pilhas ou baterias de 6 a 12 V. A frequência é determinada pelos dois capacitores que, eventualmente, devem ter os seus valores alterados para se obter o melhor rendimento com o transformador usado. O resistor de 1 a 10 k ohms também deverá ser alterado no sentido de se obter o melhor rendimento do circuito na alimentação da lâmpada. Transformadores com secundários de 6 ou 12 V e correntes de 500 mA a 1 A podem ser empregados nessa aplicação. O transistor deve ser montado num radiador de calor apropriado. Esse circuito não se presta a alimentação de eletroeletrônicos, pois a tensão de saída não é senoidal e nem é regulada, podendo danificar esses equipamentos. A aplicação mais recomendada para o circuito é em sistemas de iluminação de emergência ou em *camping*. Ele também poderá ser usado em armadilhas ecológicas.

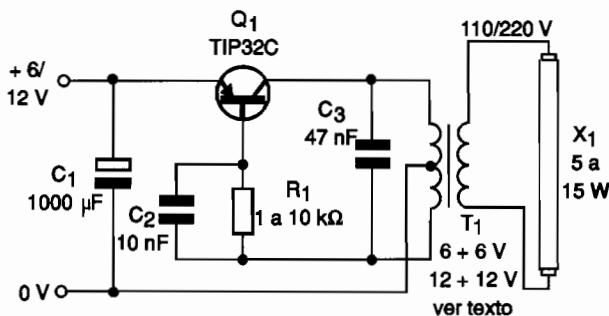


Figura 100.1

Lista de Material

Q_1 - TIP32C - transistor NPN de potência
 T_1 - Transformador com primário de 110 V ou 220 V e secundário de 6+6 V ou 12 + 12 V - ver texto
 C_1 - 1 000 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
 C_2 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_3 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 R_1 - 1 kΩ a 10 kΩ - resistor de 1/8 W
 X_1 - Lâmpada fluorescente de 5 a 15 W
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

Na **figura 100.2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem. Nessa montagem o transformador ficará fora da placa.

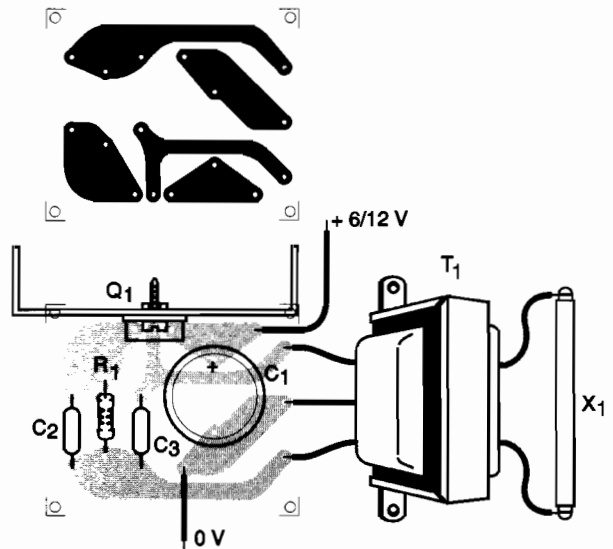


Figura 100.2

INFORMAÇÃO

Seguidor de Tensão com Operacional

Um seguidor de tensão tem ganho unitário de tensão e sua impedância de entrada teoricamente é infinita. A fonte deve ser simétrica e utiliza-se essa configuração mostrada na **figura 100.3** para casar uma alta impedância com uma baixa impedância.

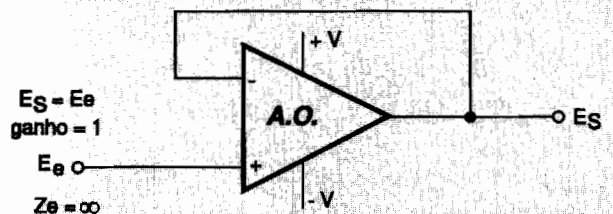
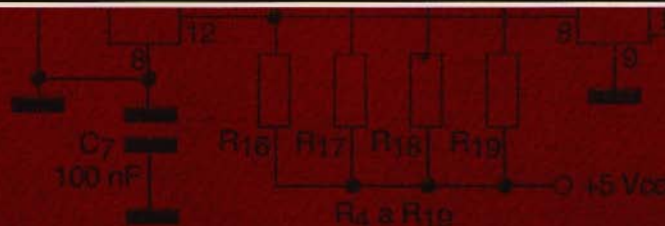


Figura 100.3

100 projetos que todo profissional deve ter para consulta

INTERFACE TRIAC / DETECTOR DE RUÍDOS / INTERFACE PARALELA - 1 / BIESTÁVEL 4013 / CONTROLE DE MOTOR DE PASSO UCN4202 / PONTE H MISTA / DIMMER / GERADOR DE TENSÃO NEGATIVA / INTERFACE PC / DETECTOR DE AUSÊNCIA DE PULSO / PWM DE POTÊNCIA / CONTROLE DE MOTOR DE PASSO - 2 / CONTROLE DE MOTOR DE PASSO DE DUAS FASES / OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ / PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE / CONTROLE PWM-1 / PONTE H - DARLINGTON / PONTE H COM FEEDBACK / EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 1 / PWM-2 / PONTE H COM LÓGICA / PWM ANTI-FASE COM O 555 / COMPARADOR NEGATIVO DE TENSÃO / DIMMER COM TRIAC / FONTE DE 6 V/1 A / REOSTATO DC / FONTE DE 12 V/1 A / INDICADOR DE FUSÍVEL ABERTO / EXCITADOR SMA / PROTEÇÃO CROWBAR AC / SENSOR TACOMÉTRICO / CONTROLE DE MOTOR DE PASSO / PROTEÇÃO CROWBAR DC / SÉRIE - PARALELO 1 / OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ - 2 / OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ - 3 / COMPARADOR POSITIVO DE TENSÃO / INTERRUPTOR DE POTÊNCIA / MICRO-SINALIZADOR / PULSADOR SONORO / TRANSMISSOR SIMPLES DE FM / REOSTATO DARLINGTON / SIMPLES RÁDIO AM / CONTADOR BCD / AMOSTRAGEM E RETENÇÃO / SINALIZADOR DE ALTA POTÊNCIA / FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 1 / FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 2 / REOSTATO PNP / ESPANTA PERNILONGOS / SENSOR SPST / SCR COM RETARDO / CONTROLE LINEAR DC / EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 2 / PISCA-PISCA COM RELÉ / SÉRIE/ PARALELO 2 / CHAVE DE ONDA COMPLETA COM SCR / PWM ANTI-FASE COM O 555 - 2 / EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ - 3 / OSCILADOR 555 COM CICLO ATIVO / TIMER 555 / CROWBAR COM RETARDO / OSCILADOR DE BLOQUEIO / REVERSÃO DE MOTOR DC / OSCILADOR DE DUPLO T / FONTE SIMÉTRICA / OSCILADOR HARTLEY / FOTO-SCR / PRÉ-AMPLIFICADOR DE ALTA IMPEDÂNCIA / TIMER SENSÍVEL - 1 / TIMER FET / CONDICIONADOR DE CONTATO / GERADOR DE PASSO / OSCILADOR DE 100 MHZ / TIMER SENSÍVEL - 2 / OSCILADOR COMPLEMENTAR CMOS / FOTODISPARADOR / PRÉ-AMPLIFICADOR DE BAIXA IMPEDÂNCIA / LED EM 110/220 V / FOTO MONOESTÁVEL 1 / FOTO MONOESTÁVEL 2 / FOTO-RELÉ 1 / FOTO-RELÉ 2 / FOTO-RELÉ 3 / FOTO-RELÉ 4 / SEQÜENCIAL 4017 / DETECTOR DE FM / INTERRUPTOR COM RETARDO 1 / TOQUE-FET / DIVISOR POR 2/4 / TRANSMISSOR INFRAVERMELHO / GERADOR ULTRASSÔNICO / TRANSMISSOR VIA REDE / COMPARADOR DE JANELA / RECONHECEDOR DE TOM / GERADOR SEQÜENCIAL / INTERFACE ISOLADA / AQUISIÇÃO DE DADOS / COMPARADOR DE JANELA 2 / INVERSOR



ISBN 85-7116-013-9



9788571160132