

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

100 PROJETOS

83 com desenhos das
placas de circuito impresso

110 informações e soluções



NEWTON C. BRAGA

Newton C. Braga

ESQUEMATECA
VITÓRIA

Esquemas Avulsos - Esquemários - Manuais Técnicos

Fone: (11) 3221-0105 - FoneFax: (11) 3221-0683
site: www.litec.com.br - e-mail: esquemateca@litec.com.br

Rua Vitória 379/383 - CEP 01210-011 - S. Paulo - SP
REF: 5-87 RS: 29,80

CIRCUITOS & SOLUÇÕES

São Paulo - SP
Volume 3 - 1ª edição

EDITORIA SABER LTDA.

março - 2003



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

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.

Copyright by
EDITORA SABER LTDA.
- Volume 3 - 2003 -
1ª edição

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

REVISÃO TÉCNICA: Eng. Eutíquio Lopez

AMPLIFICADOR LM386

O amplificador mostrado na **figura 1** é um dos mais tradicionais nos projetos onde se necessita de potência de algumas centenas de miliwatts com poucos componentes externos.

Embora existam versões mais modernas deste circuito, inclusive com invólucros SMD e nenhum componente externo, sua grande vantagem está na facilidade com que o circuito integrado LM386, da National Semiconductor, pode ser encontrado. O ganho é determinado pelo capacitor C_3 e a alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 12 V. A carga pode ser contida por fones ou alto-falantes com impedância de 4 a 8 ohms, ou até mesmo 16 ohms para fones.

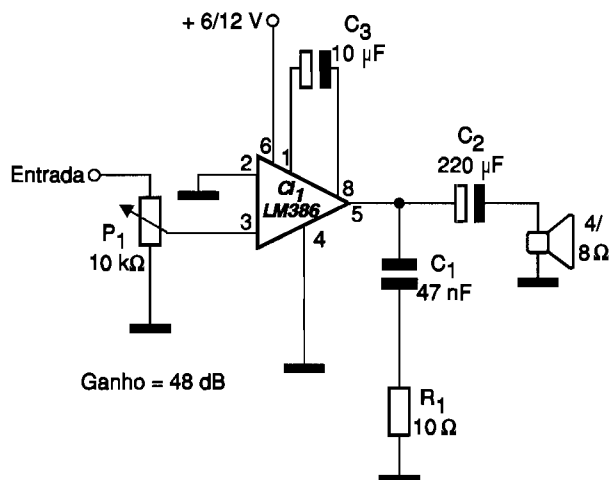


Figura 1

Uma placa de circuito impresso para a montagem deste pequeno amplificador é ilustrada na **figura 2**.

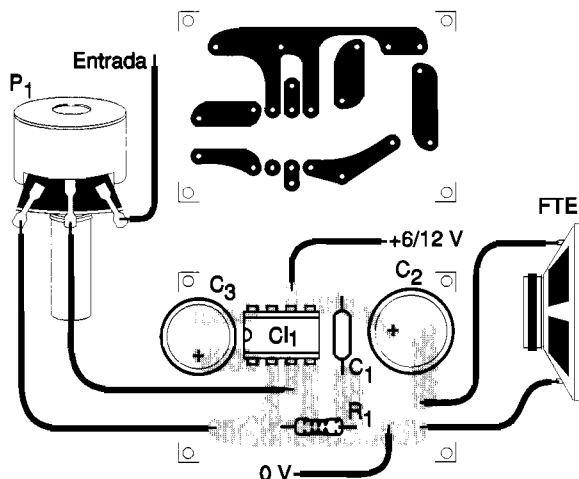


Figura 2

As ligações para os sinais de entrada que vêm do cursor do potenciômetro de volume e do jaque de entrada devem ser blindadas. O circuito pode ser alimentado por fonte ou pilhas. Se for usada fonte, deverá ser bem filtrada para que não ocorram roncões.

INFORMAÇÃO

Disco Estroboscópico

Os discos estroboscópicos podem ser usados para medir a rotação de motores, caixas e redução e outros mecanismos que giram. Iluminando o disco com uma luz de frequência conhecida (F), as barras aparecem com o movimento paralisado quando o disco atinge uma velocidade que se relaciona com esta frequência. Podemos, então, facilmente calcular esta velocidade usando a fórmula abaixo.

$$B = \frac{2 \times 60 \times F}{\text{rpm}}$$

Onde: **B** é o número de barras do disco
F é a frequência da luz usada (Hz)
rpm é o número de rotações por minutos da peça onde o disco está acoplado

Lista de Material

CI_1 - LM386 - Circuito Integrado - National Semiconductor

P_1 - 10 k ohms - potenciômetro (volume)

R_1 - 10 ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, preto

C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

C_2 - 220 µF x 16 V - capacitor eletrolítico

C_3 - 10 µF x 16 V - capacitor eletrolítico

FTE - Alto-falante de 4 a 8 ohms ou fone

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

PWM

O circuito apresentado na **figura 1** tem por finalidade controlar de forma eficiente e precisa pequenos motores de corrente contínua de 6 a 12 V, com correntes de até 500 mA. A largura do pulso de tensão aplicado ao motor é controlada por P_1 numa ampla faixa de valores que possibilitam uma gama de velocidades numa faixa de quase 1:50. O transistor pode ser trocado por um equivalente de maior corrente como o TIP32 para o controle de motores com correntes maiores (até uns 2 A). Em qualquer caso, o transistor deve ser montado num radiador de calor. O capacitor determina o comportamento do controle em função das características do motor usado. Eventualmente, este capacitor deve ter seu valor experimentado na faixa de 220 nF a 2,2 μ F para se obter o melhor desempenho do controle, principalmente evitando vibrações nas baixas frequências se elas ocorrerem de forma intensa. O circuito pode ser alimentado por fonte ou

bateria. O potenciômetro pode ser substituído por um sensor resistivo como, por exemplo, um LDR numa montagem de robô.

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

O capacitor C_1 pode ser de poliéster metalizado, cerâmico ou eletrolítico, dependendo do valor.

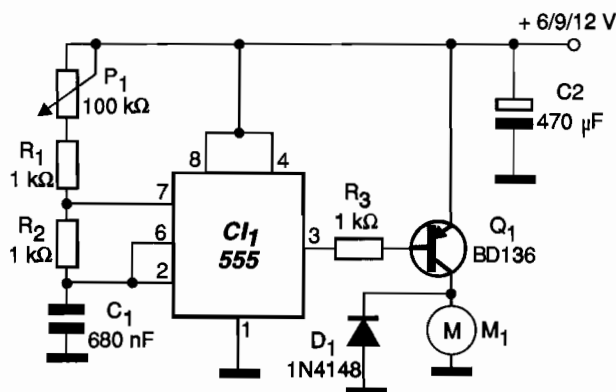


Figura 1

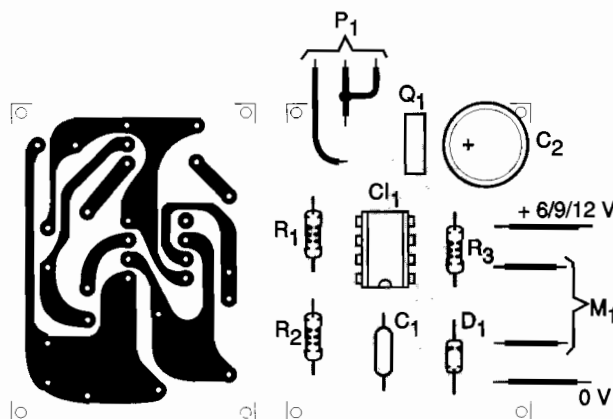


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - 555 - circuito integrado
 Q_1 - BD136 - transistor PNP de média potência
 D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
 P_1 - 100 k ohms - potenciômetro
 R_1, R_2, R_3 - 1 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho
 C_1 - 680 nF - capacitor (ver texto)
 C_2 - 470 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Indicadores Químicos Ácido/Base

Na verificação da acidez de substâncias químicas são usados indicadores. São substâncias que mudam de cor quando em presença de ácidos ou bases. Os mais utilizados em química são os seguintes:

Ácido:

Papel de tornassol azul que passa a vermelho no ácido.
 Fenofaleína vermelha que passa a incolor no ácido.
 Metil orange amarelo que passa a vermelho no ácido.

Base:

Papel de tornassol vermelho que passa a azul na base.
 Fenofaleína que passa de incolor a vermelho na base.
 Metil orange que passa de vermelho a amarelo na base.

REFERÊNCIA DE MUITO BAIXA TENSÃO

Tensões de referência de menos de 0,6 V podem ser obtidas com dois diodos zener na configuração observada na **figura 1**. A tensão de referência é dada pela diferença de tensões dos diodos zener. Por exemplo, com um diodo de 3,6 V e outro de 3,3 V podemos obter uma referência de 0,3 V. Os diodos podem ser de 400 mW para tensões de entrada de até 15 V, e os resistores são de 1/8 W. Observe que obtemos uma tensão de referência flutuante e de alta impedância, a qual deve ser aplicada a circuitos de potência maior como, por exemplo, amplificadores

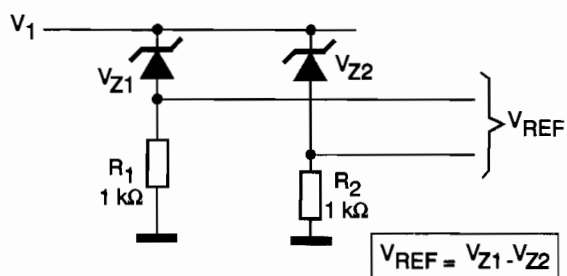


Figura 1

operacionais ou comparadores. Os valores dos resistores também podem ser alterados conforme o ganho da etapa seguinte e a própria tensão de entrada para obter um menor consumo.

Na **figura 2** damos uma sugestão de disposição dos componentes na placa de circuito impresso.

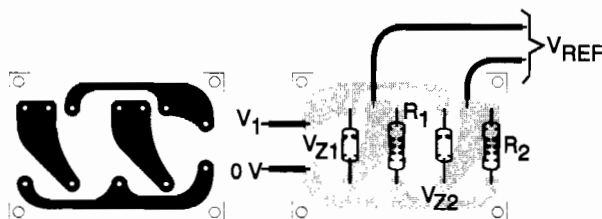


Figura 2

Lista de Material

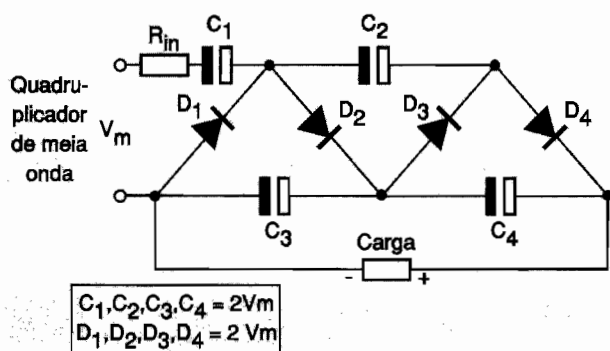
V_{Z1} , V_{Z2} - Diodos zener de 400 mW - ver texto
 R_1 , R_2 - 1 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, vermelho.

INFORMAÇÃO

Quadruplicador de Tensão de Meia Onda

O circuito apresentado na **figura a seguir** fornece uma tensão contínua de saída (em aberto), cujo valor é o quádruplo do valor de pico da tensão de entrada (V_p). A tensão média de entrada é V_m e este valor fixa as tensões de trabalho tanto dos capacitores quanto dos diodos, dadas junto ao diagrama.

Os valores dos capacitores dependem da corrente de carga.

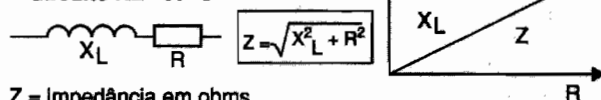


INFORMAÇÃO

Impedâncias

As impedâncias de circuitos RL e RC dependem da reatância indutiva e capacitiva dos elementos usados, conforme as fórmulas que são dadas na figura. Observe que existe uma defasagem de 90 graus entre a reatância indutiva e a resistência do resistor, assim como entre a reatância capacitiva e a resistência do resistor.

Circuito RL - série

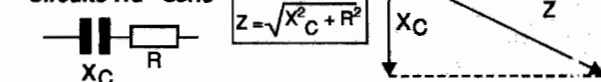


Z = impedância em ohms

X_L = reatância indutiva em ohms

R = resistência em ohms

Circuito RC - série



X_C = reatância capacitiva em ohms

R = resistência em ohms

Z = impedância em ohms

GERADOR DE RUÍDO BRANCO

O ruído branco é usado em instrumentos musicais, testes de equipamentos de telecomunicações, circuitos de efeitos sonoros e em muitas outras aplicações. Este ruído consiste em sinais de frequências aleatórias de intensidade constante ao longo da faixa audível. Uma forma simples de se gerar ruído branco é aproveitando-se o ruído térmico da junção emissor/base de um transistor (Q_1), e mantendo-se o coletor desligado (NC). O transistor Q_2 no circuito da **figura 1** amplifica esse ruído que, então, pode ser aplicado num circuito de maior ganho.

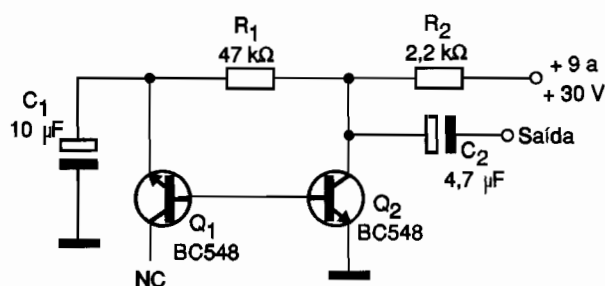


Figura 1

O circuito deve ser alimentado com tensões de 9 a 30 V e para Q_1 qualquer transistor NPN de uso geral pode ser empregado.

A montagem dos componentes deste gerador de ruído branco numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 2**.

O cabo de saída do sinal deve ser blindado para que não ocorra a captação do zumbido da rede de energia.

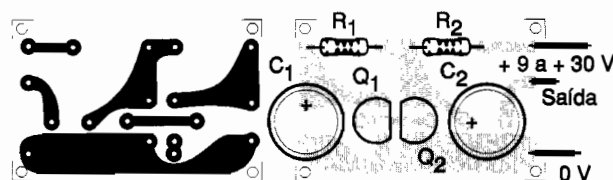


Figura 2

Lista de Material

Q_1 , Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
 R_1 - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 R_2 - 2,2 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
 C_1 - 10 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
 C_2 - 4,7 µF x 25 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, alimentação, etc.

INFORMAÇÃO

Cálculo de Indutância

O cálculo da indutância de um solenóide pode ser feito com base na fórmula empírica apresentada na figura.

$$L = \frac{R^2 \times n^2}{9R + 25\ell}$$

L = Indutância em µH
 R = raio de uma espira em polegadas
 ℓ = comprimento em cm
 n = número de espiras



Ex.: 8 espiras em $\varnothing \frac{1}{2}$ polegada e comprimento 2 cm

$$\begin{aligned} n &= 8 \\ R &= \frac{1}{4} \\ \ell &= 2 \\ L &= ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= \frac{R^2 \times n^2}{9R + 25\ell} \\ L &= \frac{0,0625 \times 64}{2,25 + 50} \\ L &= \frac{4}{52,25} \\ L &= 0,076 \mu\text{H} \end{aligned}$$

REGULADOR DARLINGTON

Tensões de 12 V a partir de entradas de 15 a 24 V podem ser obtidas com o circuito da **figura 1**, o qual pode alimentar cargas de até 2 A. O transistor Darlington de potência deve ser montado num bom radiador de calor. O zener usado é de 400 mW. Outras tensões podem ser obtidas com a troca do diodo zener, lembrando que há uma queda de aproximadamente 1,2 V na tensão do zener em relação à saída.

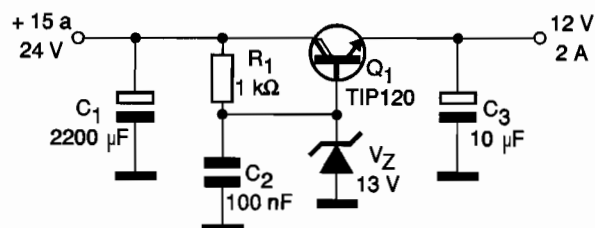


Figura 1

Lista de Material

Q_1 - TIP120 - Transistor Darlington de Potência

V_Z - Zener de 13 V x 400 mW

R_1 - 1 k ohms x 1 W - resistor - marrom, preto, vermelho

C_1 - 2 200 µF x 25 V - capacitor eletrolítico

C_2 - 100 nF - capacitor de poliéster ou cerâmico

C_3 - 10 µF x 16 V - capacitor eletrolítico

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

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para este módulo regulador de tensão.

Transistores equivalentes de maior corrente podem ser usados na mesma configuração, sem alteração dos demais componentes.

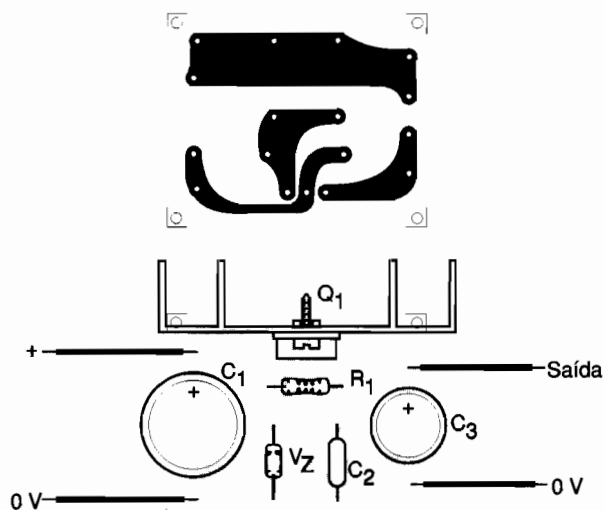


Figura 2

INFORMAÇÃO

BD433

Transistor NPN de potência para aplicações em baixas frequências (áudio, fontes, etc).

Características:

V_{ce0} 22 V

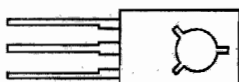
I_c 4 A

P_{tot}36 W

h_{FE} (500 mA).....85 a 475

f_T > 3 MHz

BD433 (NPN)



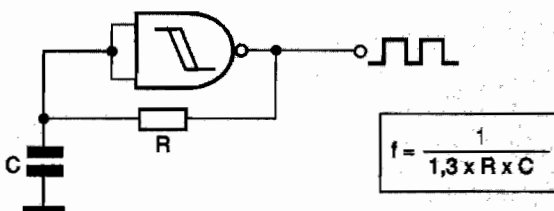
SOT - 32

INFORMAÇÃO

Oscilador Com Porta NAND do 4093

Um oscilador retangular com apenas dois componentes (RC) pode ser elaborado em torno das portas disparadoras de um 4093. Na **figura 3** mostramos a configuração deste oscilador e também a fórmula que permite calcular a frequência.

O capacitor tem valor mínimo recomendado de 100 pF e o resistor 1 k ohms. A frequência máxima está em torno de 7 MHz para 10 V de alimentação.



VU SIMPLES

O circuito da **figura 1** pode ser agregado à saída de amplificadores de áudio para indicar a intensidade do sinal que está sendo aplicado aos alto-falantes. O instrumento usado é um microamperímetro analógico de baixo custo. O ajuste do ponto de excursão máxima da agulha em função da intensidade do sinal é ajustado em P_1 . Dependendo da potência do amplificador, se não for conseguido um ajuste apropriado, esse componente deve ter seu valor aumentado. A polaridade do instrumento indicador precisa ser observada. O circuito pode ser utilizado com amplificadores de 1 a 500 W.

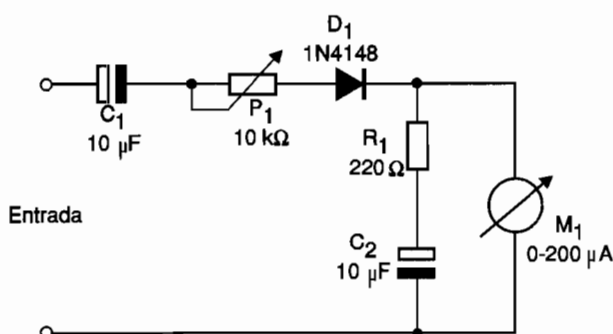


Figura 1

Uma sugestão de disposição de componentes numa placa de circuito impresso para esta montagem é dada na **figura 2**.

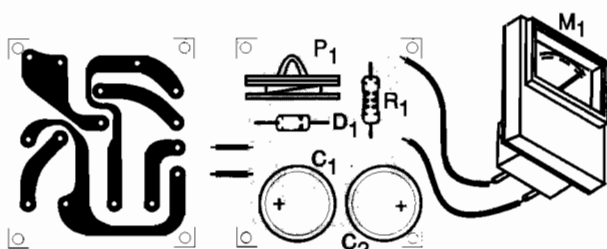


Figura 2

Lista de Material

D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral
 P_1 - 10 k ohms - trimpot
 C_1, C_2 - 10 µF x 25 V - capacitores eletrolíticos
 R_1 - 220 ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
 M_1 - Microamperímetro de 0-200 µA
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

LUZ DE RÉ

O circuito simples, ilustrado na **figura 1**, pode ser usado em bicicletas, veículos de pequeno porte, robôs, etc. Sua alimentação é feita com uma tensão de 6 V de 4 pilhas comuns. No entanto, para alimentar com 12 V basta aumentar R_1 para 220 ohms. O circuito indicado utiliza uma pequena matriz de 6 LEDs vermelhos, montada numa placa de circuito impresso. O circuito pode ser acionado de modo automático por um relé numa configuração de disparo apropriada.

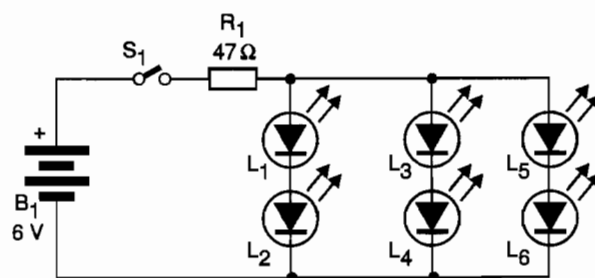


Figura 1

A placa de circuito impresso para a montagem é apresentada na **figura 2**. Observe a polaridade dos LEDs e utilize tipos de luminosidade uniforme, para que um não acenda com brilho diferente do outro.

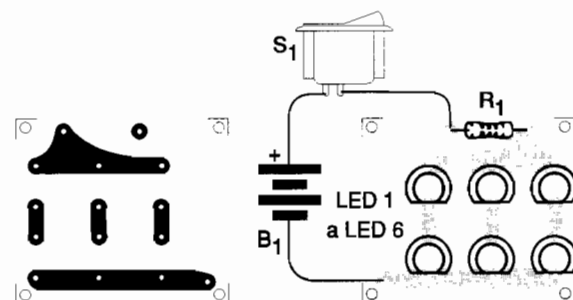


Figura 2

Lista de Material

LED1 a LED6 - LEDs vermelhos de alto brilho
 R_1 - 47 ohms x 1 W - resistor - amarelo, violeta, preto
 S_1 - Interruptor simples
 B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE

O circuito mostrado na **figura 1** é indicado para ser usado com microfones de alta e média impedâncias (acima de 600 ohms) e possui um bom ganho com um sinal de saída que chega aos 100 mV de amplitude de saída. Este ganho pode ser alterado com a modificação de R_1 , cujo valor pode ficar entre 220 k ohms e 1 M ohms. A alimentação vem de uma única pilha comum pequena e o consumo é extremamente baixo. O transistor de alto ganho e baixo nível de ruído pode ser substituído por equivalentes. Microfones de eletreto podem ser empregados com esse pré-amplificador, não se esquecendo de seu resistor de polarização.

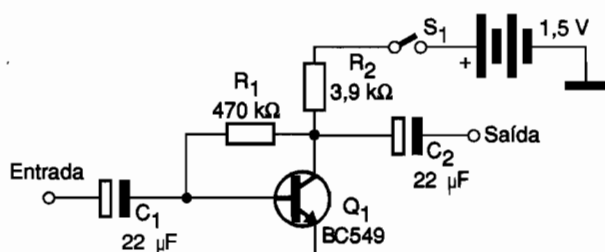


Figura 1

Lista de Material

Q_1 - BC549 ou equivalente - transistor NPN de alto ganho
 R_1 - 470 k ohms x 1/8 W - amarelo, violeta, amarelo
 R_2 - 3,9 k ohms x 1/8 W - laranja, branco, vermelho
 C_1, C_2 - 22 µF x 3 V - capacitores eletrolíticos
 S_1 - Interruptor simples
 B_1 - 1,5 V - pilha pequena comum
 Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de pilha, fios, solda, etc.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para este circuito. Os cabos de sinal (entrada e saída) devem ser blindados com a malha ligada ao negativo da alimentação.

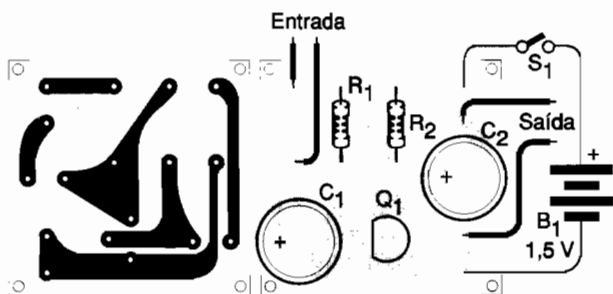


Figura 2

ZENER DE POTÊNCIA

Uma alta corrente sob tensão regulada pode ser obtida com o regulador paralelo ou "shunt", mostrado na **figura 1**, e que deriva para a terra uma corrente cuja intensidade depende do valor de R e do valor de R_1 . Este circuito pode ser usado com zeners de até 12 V e correntes de até 1 A. O transistor TIP31 pode ser substituído por equivalentes e deve ser dotado de um radiador de calor. Para 12 V de entrada e uma corrente de 1 A de saída, o resistor R deve ser de 6 ohms x 10 W com tensão de entrada de até 18 V.

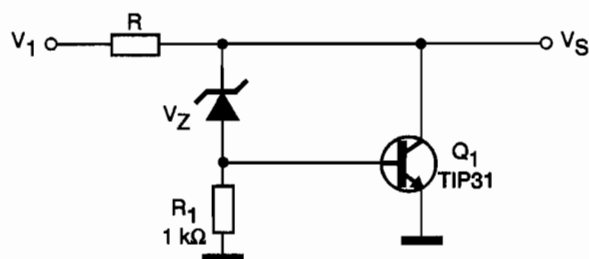


Figura 1

A placa de circuito impresso para a montagem deste regulador com diodo zener é mostrada na **figura 2**.

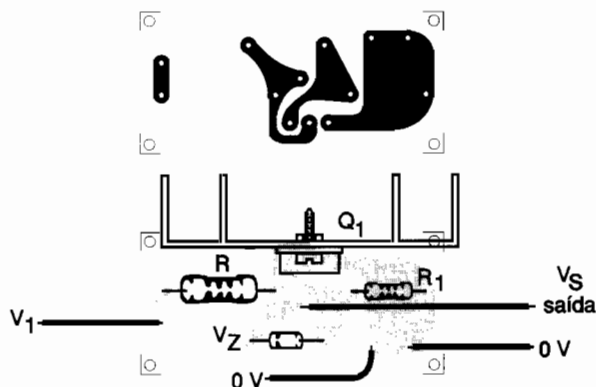


Figura 2

Lista de Material

Q_1 - TIP31 ou equivalente - transistor NPN de potência
 Z_1 - Zener de 400 mW de 3 a 12 V
 R_1 - 1 k ohms x 1 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R - Ver texto - resistor de fio de 5 a 10 W
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda.

OSCILADOR ULTRASSÔNICO

Este oscilador CMOS pode gerar sinais na faixa de 20 kHz a 100 kHz, aplicando-se o sinal em um transdutor piezoelétrico de alto rendimento. A frequência do circuito é ajustada em P_1 . Um LED ligado na saída indica que o circuito está oscilando. A alimentação pode vir de pilhas ou bateria e o consumo é da ordem de 20 mA. O capacitor determina a faixa de frequências e pode ter seu valor alterado. Este circuito pode ser usado em alarmes ou ainda para espantar pequenos animais.

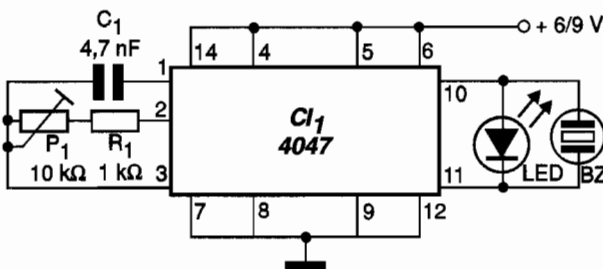


Figura 1

Na figura 2 temos uma sugestão de placa de circuito impresso para esse oscilador.

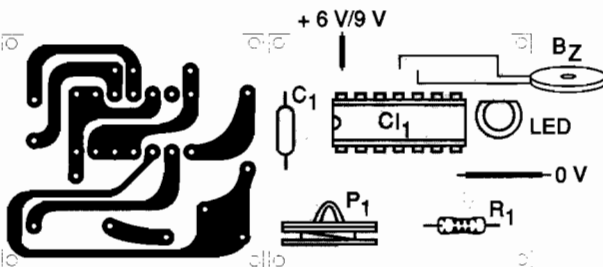


Figura 2

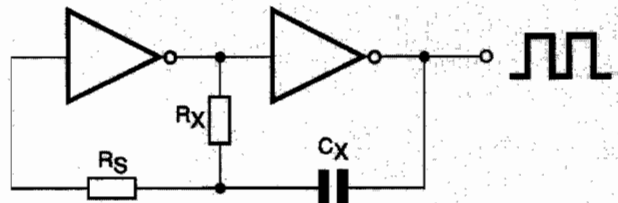
Lista de Material

CI_1 - 4047 - circuito integrado CMOS
 LED_1 - LED vermelho comum
 B_Z - Transdutor piezoelétrico
 C_1 - 4,7 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 R_1 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 P_1 - 10 k ohms - trimpot
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Astável Melhorado com 2 Inversores

Na figura temos a configuração osciladora usando dois inversores CMOS (típica) com a fórmula para cálculo da frequência em função dos componentes. Neste circuito, R_S deve ser bem maior que R_X (5 vezes pelo menos). O sinal produzido é retangular. As fórmulas estão junto ao diagrama.



Fórmula completa

$$T = -R_X \cdot C_X \left[\ln \cdot \frac{V_{TR}}{V_{dd} + V_{TR}} + \ln \cdot \frac{V_{dd} - V_{TR}}{2V_{dd} + V_{TR}} \right]$$

Para $V_{TR} = V_{dd}/2$: $T = -R_X \cdot C_X (\ln \cdot 1/3 + \ln \cdot 1/3)$

ou

Fórmula simplificada

$$T = 2,2 R_X \cdot C_X$$

T = período
 V_{dd} = tensão de alimentação
 V_{TR} = tensão de transferência

INFORMAÇÃO

Características da Série Lógica 4000 CMOS

Faixa de tensões de trabalho..... 3 a 15 V
 Faixa de temperaturas de operação:-40 a +85 °C
 Entrada HI min 3,5 V (para 5 V V_{dd})
 Entrada LO máx.....1,5 V (para 5 V V_{dd})
 Corrente de saída HI min..... 1,0 mA (para 5 V V_{dd})
 Corrente de saída LO min.....0,8 mA (para 5 V V_{dd})
 Tensão de saída HI máx..... 4,99 V (para 5 V V_{dd})
 Tensão de saída LO máx..... 0,01 V (para 5 V V_{dd})

SENSOR DE TEMPERATURA

O circuito da **figura 1** usa como sensor um transistor de silício comum que pode ser montado a uma boa distância e conectado através de fio blindado. O ajuste dos pontos de funcionamento para se varrer a faixa desejada de temperaturas é feito no *trimpot* P_1 . Para maior precisão de ajuste este *trimpot* deve ser do tipo multivoltas. A fonte de alimentação para o circuito integrado deve ser simétrica sendo que valores de tensão na faixa de 6 a 12 V podem ser usados, inclusive com a troca do CI por equivalentes de operação em tensões mais baixas.

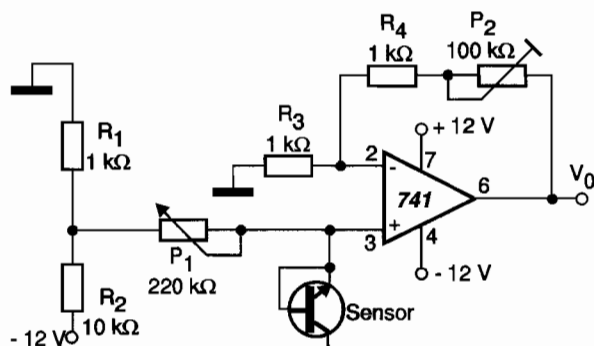


Figura 1

O ganho do circuito é ajustado no *trimpot* P_2 .

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso que pode ser usada na implementação deste sensor.

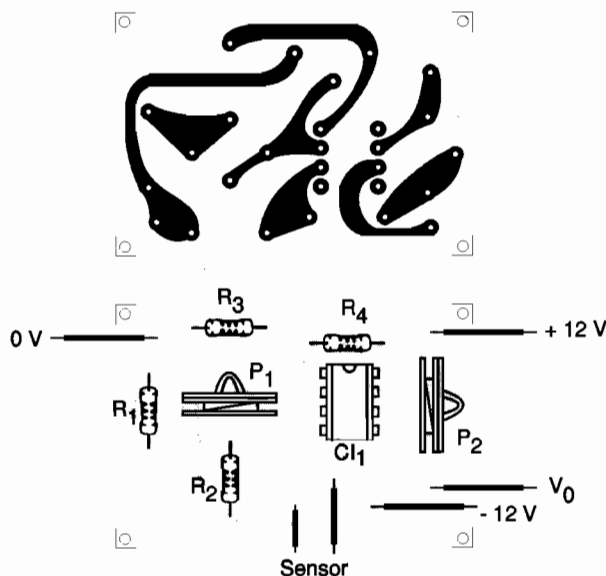


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - 741 - amplificador operacional
 Sensor - qualquer transistor de silício de uso geral (BC548, etc.)
 P_1 - 220 k ohms - trimpot
 P_2 - 100 k ohms - trimpot

R_1, R_3, R_4 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 Diversos: fonte simétrica, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

LEI DE OHM

Na figura abaixo temos as três fórmulas que compõem a Lei de Ohm e o Círculo Mágico da Lei de Ohm.

O Círculo é fácil de usar, bastando tampar a grandeza que se deseja calcular com o dedo. Por exemplo, "tampando" R , sobra V sobre I . Tampando I , sobra V sobre R e tampando V , sobra R e I na mesma linha indicando o produto. Uma forma simples de memorizar as três fórmulas.

$$V = R \times I$$

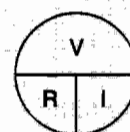
$$I = \frac{V}{R}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Lei de Ohm

V = tensão (volts)
 R = resistência (ohms)
 I = corrente (ampères)

Círculo mágico da Lei de Ohm



INDICADOR DE EQUILÍBRIO DE PONTE

O circuito ilustrado na **figura 1** serve para indicar o equilíbrio de uma Ponte de Wheatstone. É usado um amplificador operacional e o ganho depende basicamente de R_1 . O emprego de dois diodos (D_1 e D_2) no circuito de realimentação proporciona um ganho logarítmico que é altamente desejável para esse tipo de circuito, pois obtém-se maior ganho à medida que se aproxima do ponto de equilíbrio da ponte. O circuito deve ser alimentado com fonte simétrica de 6 a 12 V e o valor do resistor R depende da sensibilidade do dispositivo utilizado como indicador. Para um microamperímetro de 0 a 100 μ A, este resistor pode ser de 10 k ohms ou maior. Circuitos integrados de amplificadores operacionais equivalentes e com tensões mais baixas de operação podem ser empregados.

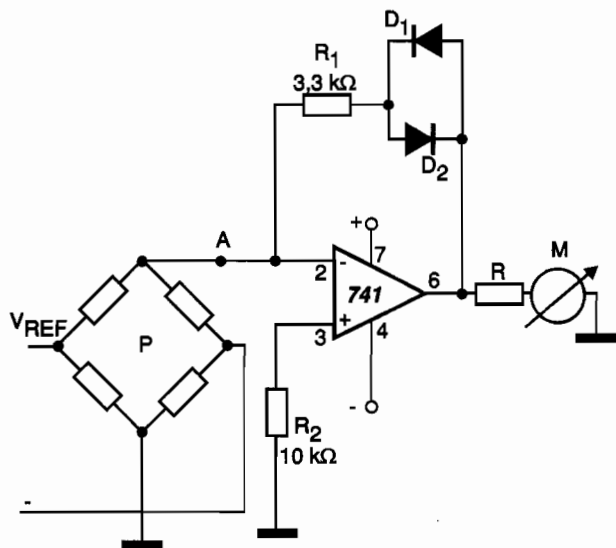


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do indicador. Os diodos são de silício de uso geral de qualquer tipo.

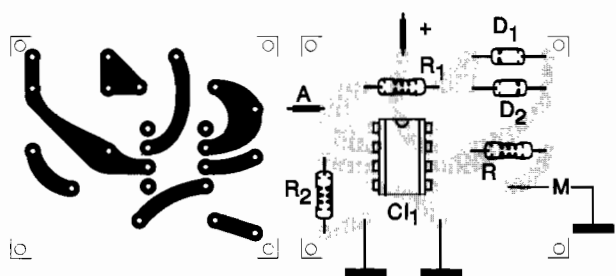


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - 741 - circuito integrado - amplificador operacional
 D_1, D_2 - 1N4148 ou equivalentes - diodos de uso geral de silício
 M - Indicador (miliamperímetro ou microamperímetro)
 R_1 - 3,3 k ohms x 1/8 W - laranja, laranja, vermelho
 R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - marrom, preto, laranja
 R - resistor que depende de M - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte simétrica, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CÓDIGO MORSE

No código Morse, um toque de curta duração representa um ponto (.) e um toque de duração maior, ou longo, representa um traço (-).

Combinando pontos e traços pode-se transmitir mensagens através de dispositivos de onda contínua e semelhantes numa modalidade denominada "telegrafia". A telegrafia também pode fazer uso de tons. Na tabela abaixo damos o código internacional (Morse) adotado para as transmissões telegráficas.

A .-	N .-	
B -...	O ---	1 .----
C -.-.	P .-.-	2 ..----
D -..	Q -.-.-	3 ...----
E .	R .-	4-
F ..-	S ...	5-
G --.	T -	6 -.....
H	U ..-	7 - -....
I ..	V ...-	8 - - -..
J .-.-	W .-.-	9 - - - -.
K -.-	X -.-.	0 - - - - -
L -.-.	Y -.-.	
M --	Z --.	

Vírgula -.-.-
 Interrogação -.-.-
 Erro
 Espere .-.-

FONTE DE ALTA TENSÃO

Com o circuito da **figura 1** podemos obter uma alta tensão contínua diretamente a partir da rede de alimentação, sem transformador. O valor da tensão, com o circuito sem carga, será de aproximadamente o pico da tensão da rede.

A corrente máxima dependerá da potência da lâmpada L_1 , mas não deve ser superior a 200 mA para que não ocorram fortes quedas na tensão de saída. O valor do capacitor de filtragem também depende do ripple desejado em função da corrente de carga. A tensão de trabalho do capacitor deve ser pelo menos 50% maior que a tensão de pico da rede. Observamos que este circuito não é isolado da rede de energia e que, portanto, todas as precauções devem ser tomadas para se evitar choques perigosos.

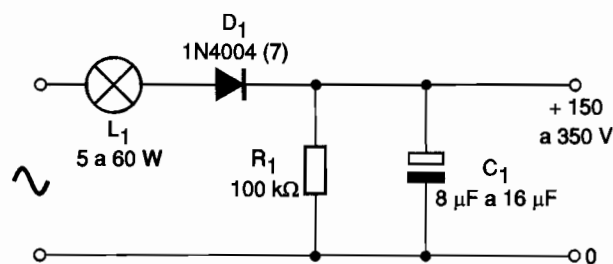


Figura 1

Lista de Material

D_1 - 1N4004 ou 1N4007 - diodo retificador - ver texto
 L_1 - Lâmpada incandescente de 5 a 60 W de acordo com a rede de energia
 R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 C_1 - 8 a 16 μ F x 200 V (400 V) - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, soquete para a lâmpada, cabo de força, fios, solda, etc.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para acomodar os componentes. O diodo deve ser o 1N4004, se a rede for de 110 V, e 1N4007, se a rede for de 220 V.

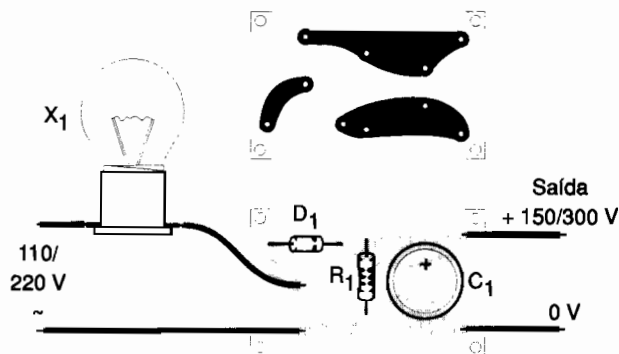


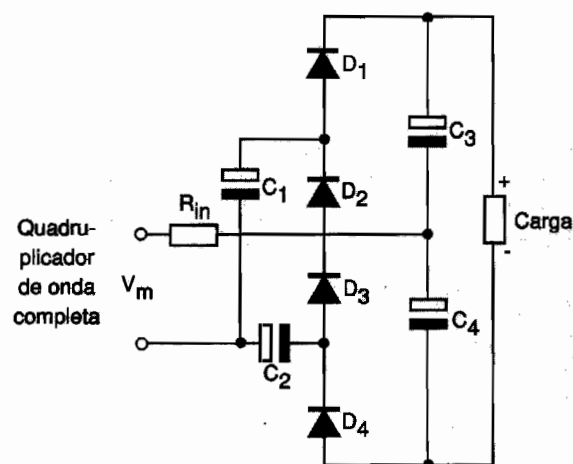
Figura 2

INFORMAÇÃO

Quadruplicador de Tensão de Onda Completa

A tensão de saída do circuito mostrado na **figura abaixo** é o quádruplo do valor de pico da tensão alternada aplicada na entrada. O valor médio da tensão de entrada é V_m e ele fixa a tensão de trabalho dos diodos e capacitores. Esses componentes devem ser especificados para o dobro dessa tensão, e no caso de C_3 e C_4 para o quádruplo.

Os valores dos capacitores dependem da corrente drenada pela carga.



DOBRADOR COM O 555

A tensão de uma fonte de corrente contínua pode ser dobrada com o circuito ilustrado na **figura 1**. Como o circuito é de baixa potência, a corrente máxima que podemos obter na saída é muito pequena, apenas alguns microampêres, o que limita a aplicação dessa configuração a circuitos de polarização. O circuito é formado por um oscilador que aplica a um dobrador de tensão com dois diodos e dois capacitores um sinal retangular. A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 5 a 15 V obtendo-se saídas de 10 V a 30 V. O capacitor C_1 pode ter seu valor alterado em função do rendimento desejado.

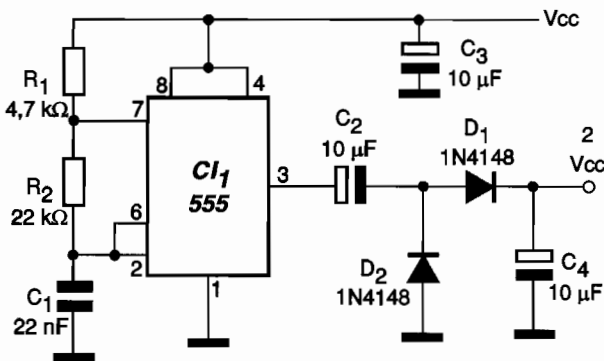


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para esta configuração.

Lembramos que para se obter tensões mais altas a partir de baterias ou pilhas, existem circuitos integrados próprios de conversores "boost" de alto rendimento.

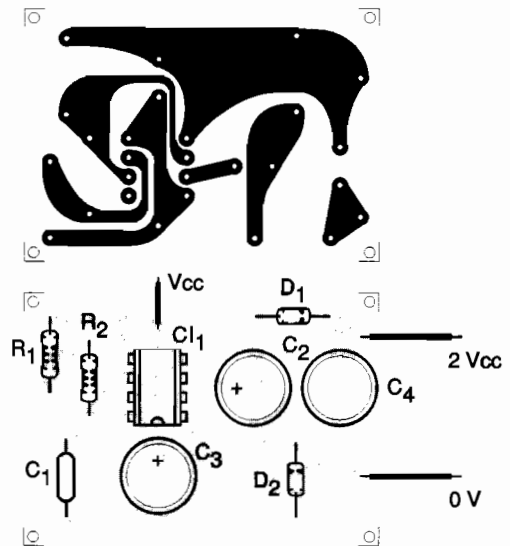


Figura 2

Lista de Material

- CI_1 - 555 - circuito integrado - timer
- D_1, D_2 - 1N4148 ou equivalente - diodos de silício de uso geral
- R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 22 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, laranja
- C_1 - 22 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
- C_2, C_3 - 10 µF - capacitor eletrolítico de acordo com a tensão de saída.
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

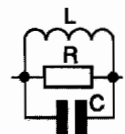
RLC - Impedâncias e Defasagens

Na figura ao lado temos os circuitos RLC em série e em paralelo, juntamente com as fórmulas que permitem calcular a defasagem de sinais que produzem, além de sua impedância. Lembramos que ω (pulsção) equivale a $2 \times \pi \times f$ (onde π vale 3,14).



$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\tan \phi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}$$



$$Z = \frac{R_L}{C \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} + \frac{L^2}{C^2}}$$

$$\tan \phi = \frac{C(\omega L - \frac{1}{\omega C})}{L}$$

RELÉ DE TOM

Com o circuito da **figura 1** é possível acionar um relé a partir de um tom de áudio obtido na saída de um amplificador. Uma aplicação interessante para esse circuito é num receptor de controle remoto onde o circuito de recepção é um rádio de AM ou FM comum. O transmissor pode ser formado por um oscilador de áudio que modula um sinal de alta frequência. O circuito não é seletivo (aperiódico) e o que vai ser acionado depende exclusivamente dos contatos do relé usado. Relés de 50 mA de bobina para tensões de 6 V são os recomendados para esta aplicação. O ponto de acionamento do circuito é ajustado em P_1 . O sinal pode ser retirado da saída de um fone de um rádio portátil de FM ou de saída de um gravador, dependendo da aplicação.

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, D_2 - 1N4148 - diodos de silício
 P_1 - 47 k ohms - trimpot
 K_1 - Relé de 6 V x 50 mA ou mais sensível
 R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fonte de 6 V (4 pilhas) fios, solda, etc.

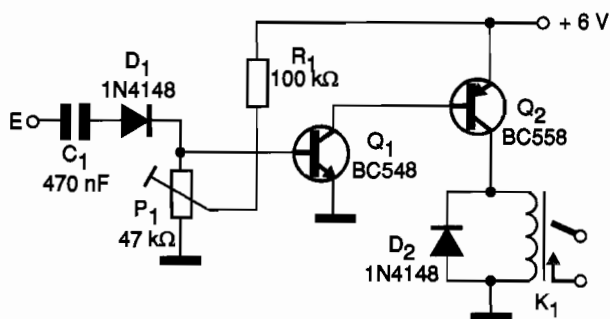


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para este projeto.

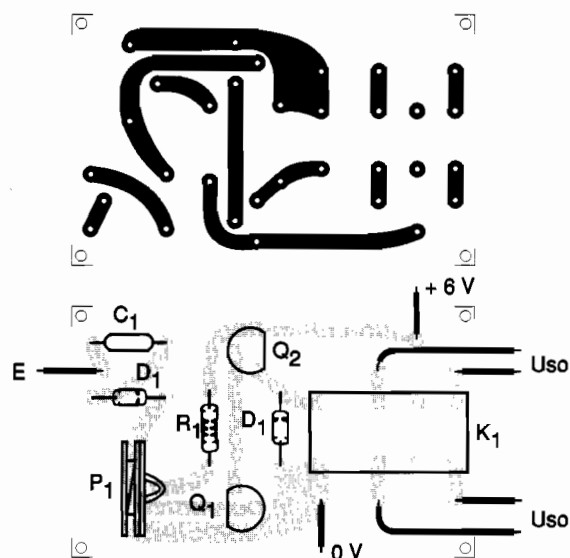


Figura 2

INFORMAÇÃO

4N29/4N29A/4N30/4N31/4N32/4N32A/4N33

Isolador óptico com saída usando transistor Darlington.

Características:

a) LED

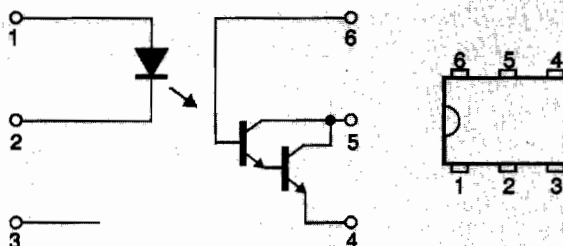
V_f 3 V
 I_F 60 mA
 P_d 120 mW

b) Transistor

V_{ce0} 30 V
 V_{be0} -5V
 I_c 150 mA
 P_d 150 mW

c) Isolador

Viso 7500 Vca
 Riço 10^{11} Ohms



TESTE DE PILHAS E BATERIAS

Com o circuito da **figura 1** é possível fazer um teste de pilhas e baterias sob carga, o que é muito melhor do que o teste comum de se medir a tensão com um multímetro. Usamos um circuito integrado LM3909 da National, que consiste num pisca-pisca de baixa tensão. Se a tensão da pilha estiver abaixo de 1 V e da bateria abaixo de 7 V, o pisca-pisca não funcionará, indicando que a pilha ou bateria está esgotada. O LED é vermelho comum e os resistores de 1/8 W. A chave S_1 seleciona se pilha ou bateria está sendo testada.

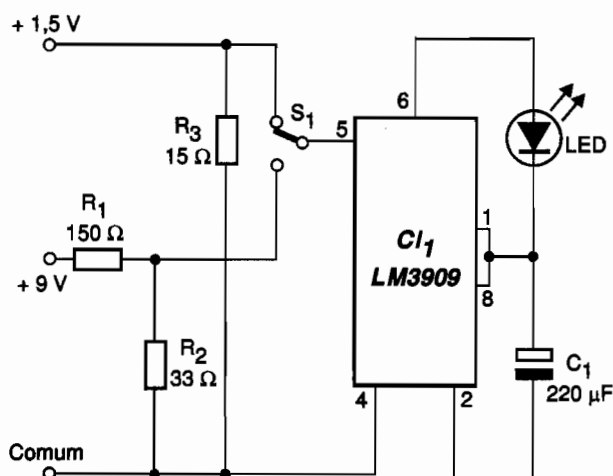


Figura 1

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

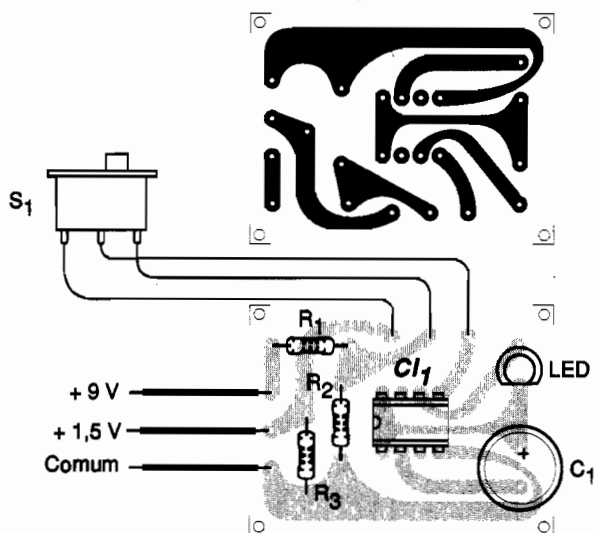


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - LM3909 - circuito integrado National Semiconductor

LED - LED vermelho comum

R_1 - 150 ohms x 1/8 W - resistor - marrom, verde, marrom

R_2 - 33 ohms x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, preto

R_3 - 15 ohms x 1/8 W - resistor - marrom, verde, preto

C_1 - 220 μF x 3 V - capacitor eletrolítico

S_1 - Chave de 1 pólo x 2 posições

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

INFORMAÇÃO

Reatância Indutiva

A reatância apresentada por um indutor depende da frequência e da indutância, sendo calculada pela seguinte fórmula:

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L$$

Onde:

X_L é a reatância indutiva em ohms

$\pi = 3,14$

f é a frequência em hertz

L é a indutância em Henry

INFORMAÇÃO

Características das famílias lógicas TTL

	74L	74	74LS	74H	74S	74AS	74ALS	
VOL	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	V
VOH	2,4	2,4	2,7	2,4	2,7	2,5	2,5	V
IOL	4,0	16	8,0	20	20	-	-	mA
IOH	200	400	400	500	1000	-	-	μA
VIL	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	V
VIH	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	V
IIL	0,18	1,6	0,36	2,0	2,0	-	-	mA
IIH	10	40	20	50	50	-	-	μA

CONTROLE DE MOTOR DC

Com o controle de potência apresentado na **figura 1** podemos controlar a velocidade (e o torque) de motores de corrente contínua na faixa de 6 a 15 V com até 3 A de corrente. O controle é do tipo linear, funcionando como um reostato eletrônico simples. O transistor Q_2 , que controla a corrente principal do motor, deve ser montado num bom radiador de calor. Transistores equivalentes podem ser experimentados. O diodo D_1 protege o transistor Q_2 contra os picos de tensão induzidos pelas escovas do motor. Se a fonte for formada por baterias ou pilhas, deve ser agregado em paralelo um capacitor para desacoplamento. O diodo admite equivalentes e, eventualmente, R_2 deve ser alterado caso o controle não cubra toda a faixa de rotações ou sature antes do final do curso de P_1 .

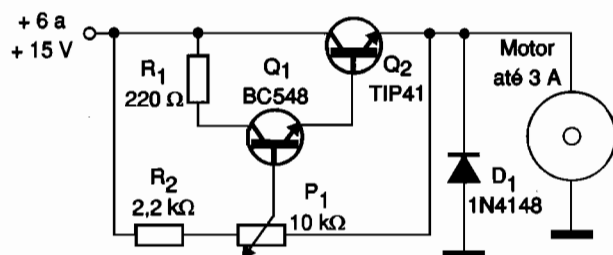


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste controle. As trilhas de correntes mais intensas devem ser mais largas.

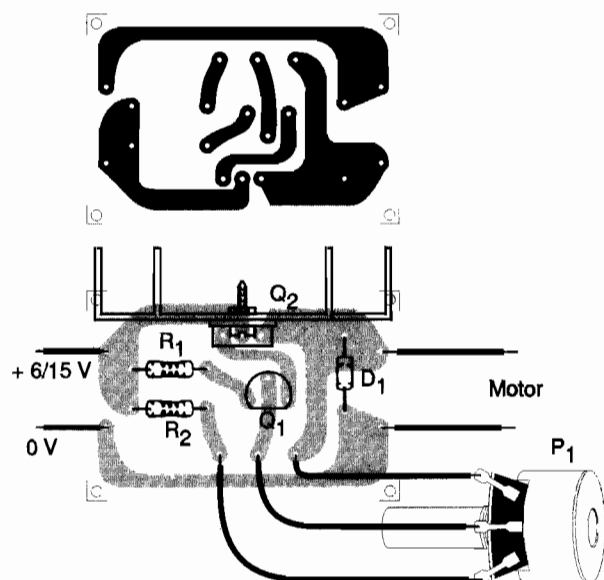


Figura 2

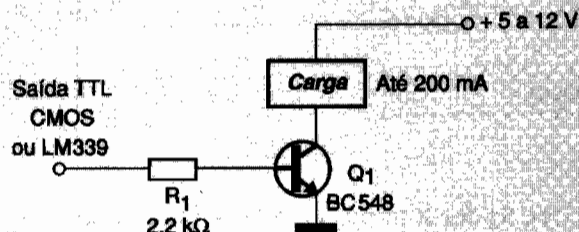
Lista de Material

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - TIP41 ou equivalente - transistor NPN de potência
- D_1 - 1N4148 - diodo de silício de uso geral
- R_1 - 220 ohms x 1/2 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
- P_1 - 10 k ohms - potenciômetro
- Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

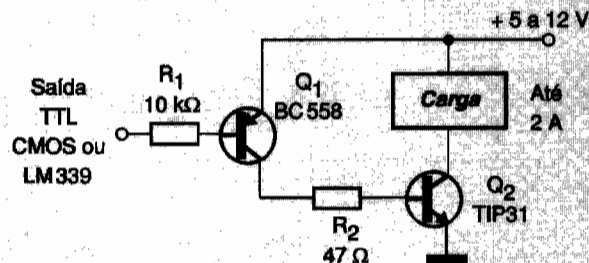
INFORMAÇÃO

Interfaces TTL/CMOS/Comparador LM339

Na **figura** a seguir damos um circuito com um transistor para acionamento de cargas até 200 mA (relé, motor, lâmpada, solenóide, etc.) a partir da saída de circuitos integrados TTL, CMOS ou dos comparadores de um LM339. A alimentação da carga independe da tensão usada na alimentação do circuito excitador.



Para excitar cargas de maior potência (com correntes de até 2 A) temos o circuito mostrado na **figura** abaixo.



Este circuito, entretanto, aciona a carga quando sua saída vai ao nível baixo, o que deve ser considerado na escolha da lógica de acionamento. O transistor de potência admite equivalentes e deve ser montado em radiador de calor. A alimentação da carga também é independente da usada no circuito excitador.

PRÉ-AMPLIFICADOR COM FET

O pré-amplificador de alto ganho mostrado na **figura 1** se caracteriza pela elevadíssima impedância de entrada. Podemos usá-lo com cápsulas de microfone de alta impedância e outros transdutores piezoelétricos. A alimentação deve ser feita com fonte de excelente filtragem para que não surjam zumbidos, e os cabos de entrada e saída de sinal devem ser blindados para que não ocorra a captação de zumbidos. A alimentação também pode ser feita com uma bateria de 9 V. O consumo do circuito é muito baixo. Transistores equivalentes ao BF245 como o MPF102 podem ser usados. Apenas cuide para que a disposição dos terminais seja observada na montagem.

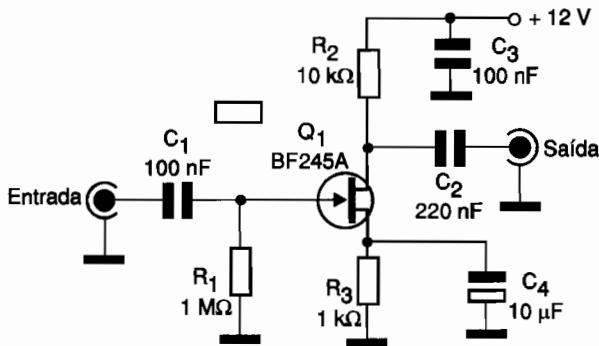


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para montar este pré-amplificador. Uma montagem mais compacta possibilitaria uma melhor redução de ruídos.

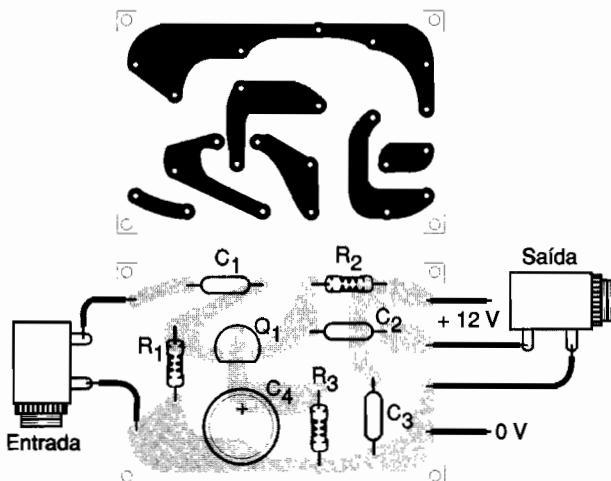


Figura 2

Lista de Material

Q_1 - BF245A ou equivalente - JFET
 R_1 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_3 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 C_1, C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_2 - 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_4 - 10 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, jaques de entrada e saída, fios, blindados, solda, etc.

INFORMAÇÃO

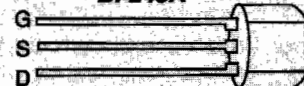
BF245A

Transistor de efeito de campo de junção (JFET) para aplicações em áudio a VHF.

Características:

V_{ds} 30 V
 P_{tot} 300 mW
 I_{gss} (máx) 5 mA
 I_{dss} (min-máx) 2 - 6,5 mA
 C_{rs} 1,1 pF

BF245A



INFORMAÇÃO

	Subfamílias TTL	Freq. máx.
Normal	7400	35 MHz
High power	74H00	50 MHz
Low power	74L00	3 MHz
Schottky	74S00	125 MHz
Low power Schottky	74LS00	45 MHz

ELETROESTIMULADOR

O projeto ilustrado na **figura 1** pode ser usado no laboratório de Biologia, em estímulos para massagem ou ainda em experimentos envolvendo eletrochoques. Embora a intensidade do choque não seja das maiores, qualquer experimento ou emprego que envolva pessoas deve ser feito com o acompanhamento de profissionais especialistas da área. O choque, que pode ter picos de 400 V, tem uma corrente muito baixa e sua intensidade é ajustada em P_2 . Em P_1 ajusta-se a frequência ou forma de onda do sinal que está sendo gerado. O transformador pode ser de qualquer tipo que tenha um primário de 220 V e secundário de 6 + 6 V com qualquer corrente entre 150 e 500 mA. A alimentação deve ser feita obrigatoriamente com pilhas ou bateria. Se for usada fonte, nunca use tipos sem transformador. O transistor TIP31 deve ser montado em um radiador de calor. Os eletrodos, ligados a J_1 e J_2 , dependem da aplicação a ser dada ao aparelho.

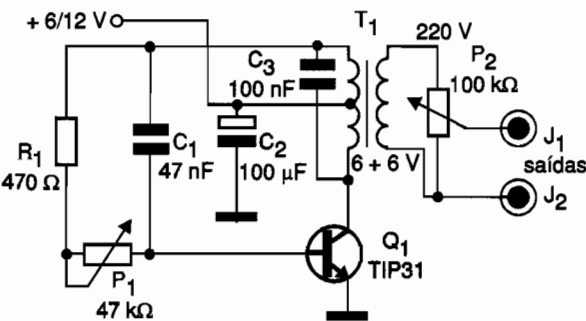


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do eletroestimulador. Para um controle mais fino da potência use 10 k ohms para P_2 .

Obs.: conforme o transformador, C_1 e C_3 devem ser alterados para se obter o melhor rendimento.

Lista de Material

- Q_1 - TIP31 - transistor NPN de potência
- T_1 - Transformador - ver texto
- P_1 - 47 k ohms - potenciômetro
- P_2 - 100 k ohms - potenciômetro
- R_1 - 470 ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- C_1 - 47 nF - capacitor de poliéster
- C_2 - 100 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
- C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: eletrodos, placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fios, solda, jaques de saída, etc.

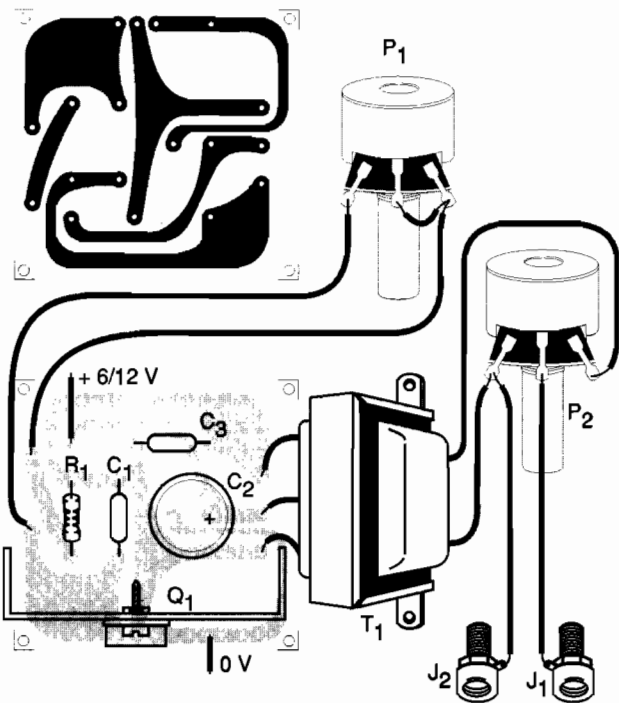


Figura 2

INFORMAÇÃO

Radiações Ópticas

Na tabela dada a seguir temos as faixas de comprimentos de onda correspondentes às principais radiações ópticas com utilização eletrônica (optoeletrônica). Os comprimentos de onda são dados em nanômetros (nm).

São chamadas de Radiações Ópticas aquelas cujos comprimentos de onda se situam entre 10 nm e 1 nm (1 nm = 10⁻⁹ m)

Faixa de comprimentos de onda	Designação
100 nm - 280 nm	Ultravioleta C
280 nm - 315 nm	Ultravioleta B
315 nm - 380 nm	Ultravioleta A
380 nm - 440 nm	Luz visível - violeta
440 nm - 495 nm	Luz visível - azul
495 nm - 558 nm	Luz visível - verde
558 nm - 640 nm	Luz visível - amarela
640 nm - 750 nm	Luz visível - vermelha
750 nm - 1400 nm	Infravermelho A
1,4 μ m - 3 μ m	Infravermelho B
3 μ m - 1000 μ m	Infravermelho C

GERADOR DE BIPS

A finalidade do circuito apresentado na **figura 1** é gerar bips intervalados cuja frequência é determinada basicamente por R_3 , R_4 e C_2 . Estes componentes podem ser alterados conforme os efeitos desejados. A intermitência, ou seja, a cedência, segundo a qual os bips são produzidos depende basicamente de C_1 , o qual pode ser alterado numa ampla gama de valores. O sinal deste circuito deve ser aplicado a uma etapa de potência de acordo com a aplicação. Um transistor TIP31 com um resistor de 2,2 k ohms de base pode excitar um alto-falante com um bom volume - veja Solução & Informação.

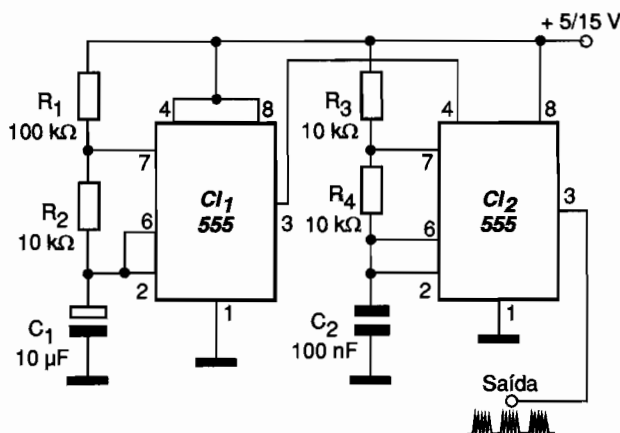


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste gerador de efeitos sonoros que serve para alarmes e outras aplicações semelhantes.

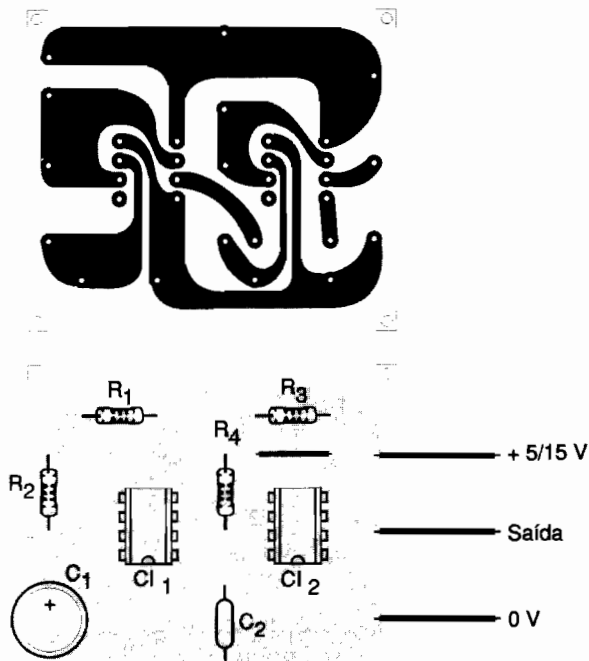


Figura 2

INFORMAÇÃO

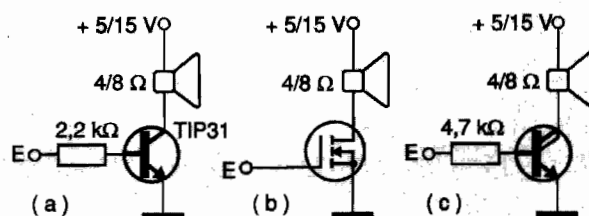
Etapas de Potência

Na **figura ao lado** temos diversos circuitos de potência que podem ser usados para excitar alto-falantes a partir de sinais obtidos de circuitos integrados como o 555 ou ainda de lógica digital TTL ou CMOS.

Os transistores devem ser instalados sempre em radiadores de calor, e sua tensão de alimentação não precisa ser, necessariamente, a mesma usada no circuito que vai excitar a etapa. Para a configuração (b) podemos utilizar qualquer FET de potência com corrente acima de 2 A e para a configuração (c) qualquer Darlington de potência com corrente acima de 2 A.

Lista de Material

CI_1 , CI_2 - 555 - circuito integrado, timer
 R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 R_2 , R_3 , R_4 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 C_1 - 10 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
 C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.



SIRENE DE POLÍCIA INGLESA

O oscilador duplo exibido na **figura 1** gera sons semelhantes aos de uma viatura de polícia inglesa. Pequenas alterações nos valores de R_1 , R_2 e R_4 podem ser necessárias para compensar as tolerâncias

dos demais componentes usados. C_1 , por exemplo, deve ser experimentado na faixa de valores indicados. A alimentação do circuito pode ser feita com tensões entre 5 e 15 V, e a saída aplicada a uma etapa de potência que excite um alto-falante. Este circuito pode ser empregado em alarmes, efeitos sonoros para robótica ou mesmo viaturas.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem do setor oscilador desta sirene.

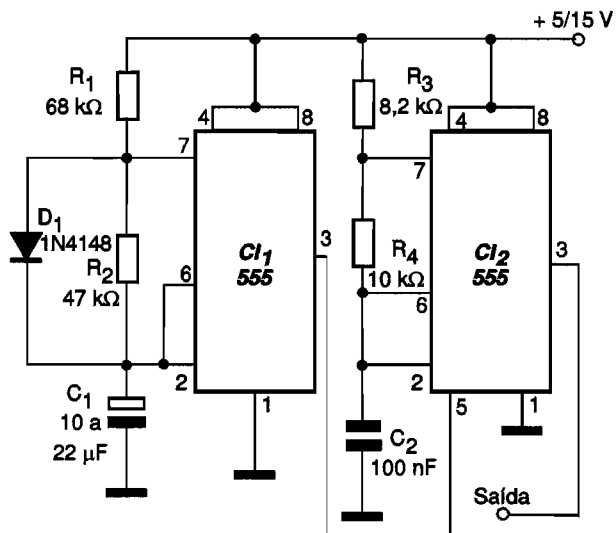


Figura 1

INFORMAÇÃO

Ciclo Ativo no 555

Uma forma de se obter ciclos ativos menores do que 50% no 555 astável, é com o uso de um diodo para um circuito diferente de carga de C , que não passe por R_b . Como isso é feito, indicamos na **figura a seguir** onde também damos as fórmulas para calcular os tempos em que a saída permanece nos níveis alto e baixo. O inverso da soma desses tempos dá a frequência do oscilador.

Lembramos que R_a e R_b não devem ser menores que 1 k ohms e que C não deve ser menor do que 100 pF.

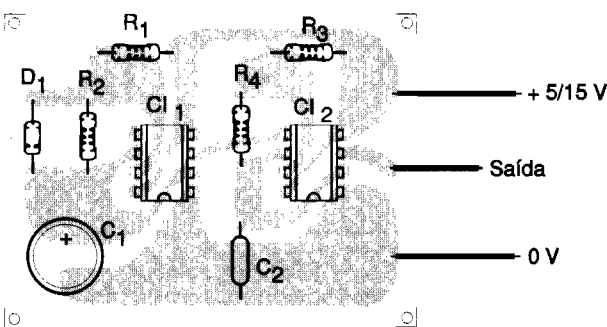
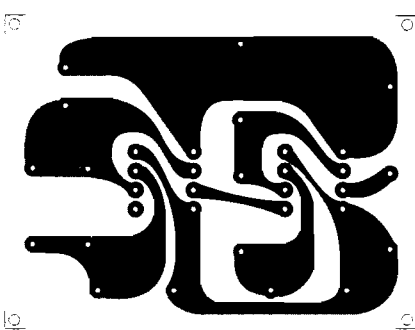
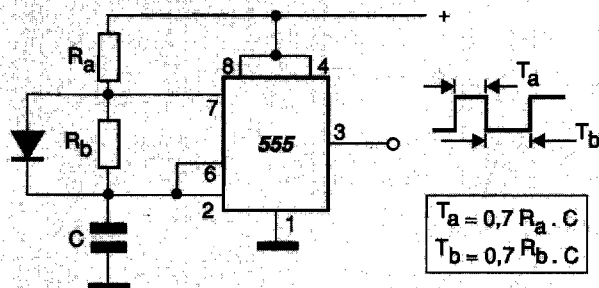


Figura 2

Lista de Material:

- CI_1 , CI_2 - 555 - circuito integrado, timer
- D_1 - 1N4148 ou qualquer diodo de uso geral
- R_1 - 68 k ohms x 1/8 W - resistor - azul, cinza, laranja
- R_2 - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
- R_3 - 8,2 k ohms x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, vermelho
- R_4 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, karanja
- C_1 - 10 µF a 22 µF x 12 V - capacitor eletrolítico - ver texto
- C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

OSCILADOR DE VHF

Sinais de até 120 MHz podem ser gerados com o circuito mostrado na **figura 1**. A bobina irá depender da frequência que for gerada, sendo formada por espiras de fio 28 em forma de 1 cm de diâmetro, conforme a seguinte tabela:

Frequência	Número de espiras	Cx
30 a 50 MHz	8	47 pF
50 a 70 MHz	6	15 pF
70 a 80 MHz	5	10 pF
80 a 100 MHz	4	4,7 pF
100 a 120 MHz	2 ou 3	1,5 pF

Nesta **tabela** também damos os valores de Cx conforme a faixa de frequências a ser gerada.

O *trimmer* deve ter uma capacitância máxima de 30 pF para frequências abaixo de 80 MHz e 15 pF para frequências acima de 80 MHz. Os capacitores devem ser todos cerâmicos e o sinal pode ser tirado de S₁ ou de S₂. A alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 12 V, e transistores equivalentes ao BF494 podem ser usados.

INFORMAÇÃO

Zeners com Diodos Comuns

Um diodo comum quando polarizado no sentido direto causa uma queda de tensão constante entre 0,6 e 0,7 V podendo, portanto, ser usado como um zener para esta tensão. Na **figura** mostramos como podemos usar diodos comuns para simular zeners de 0,6 V (aproximadamente) em circuitos diversos.

Zeners com diodos comuns

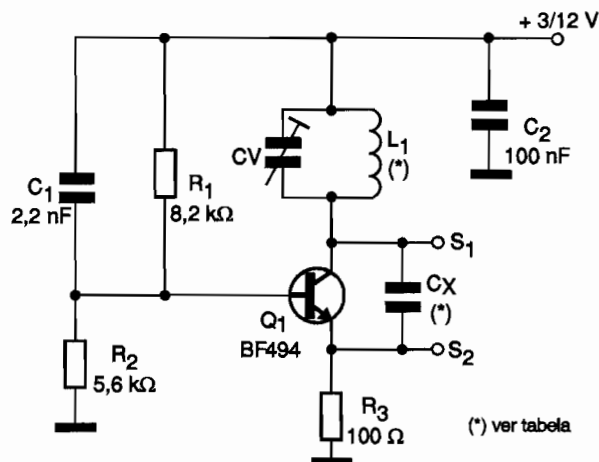
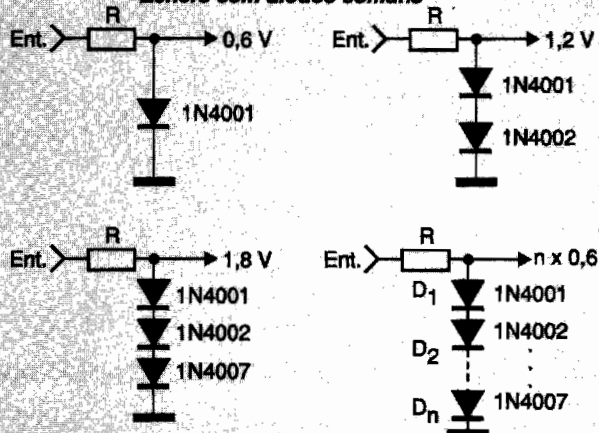


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste circuito oscilador.

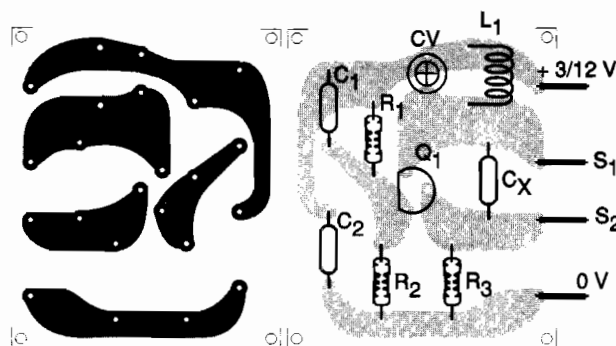


Figura 2

Lista de Material

- Q₁ - BF494 - transistor de RF
- R₁ - 8,2 k ohms x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, vermelho.
- R₂ - 5,6 k ohms x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
- R₃ - 100 ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
- C₁ - 2,2 nF - capacitor cerâmico
- C₂ - 100 nF - capacitor cerâmico
- CV - trimmer - ver texto
- Cx - capacitor cerâmico conforme frequência - ver texto
- L₁ - Bobina - ver tabela
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda.

SEQUENCIADOR 1 A 10

O circuito ilustrado na **figura 1** leva as saídas do 4017 seqüenciamente ao nível alto, numa velocidade determinada pela freqüência do oscilador formado por CI_1 e que é ajustada em P_1 . Cada vez que uma saída vai ao nível alto, a anterior volta ao nível baixo e isso num efeito cíclico que pode ser usado para efeitos sonoros, automação e temporização programada. Em robótica, podemos usar este circuito como um PLC simples que aciona em tempos programados os dispositivos ligados nas suas saídas. O circuito funciona com tensões de 5 a 15 V e para um acionamento muito lento, C_1 pode ser aumentado até um valor máximo da ordem de 2 200 μF . Com este valor, o ciclo completo de acionamento pode superar as 10 horas.

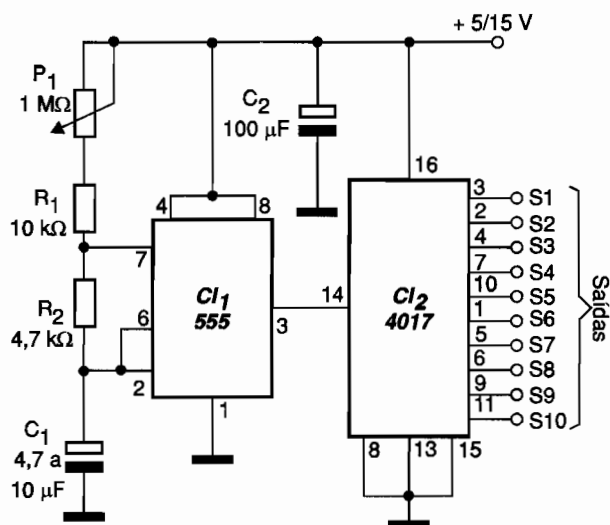


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a configuração básica, sem as etapas de potência. Etapas de potência para o acionamento de lâmpadas serão dadas nas soluções e informações.

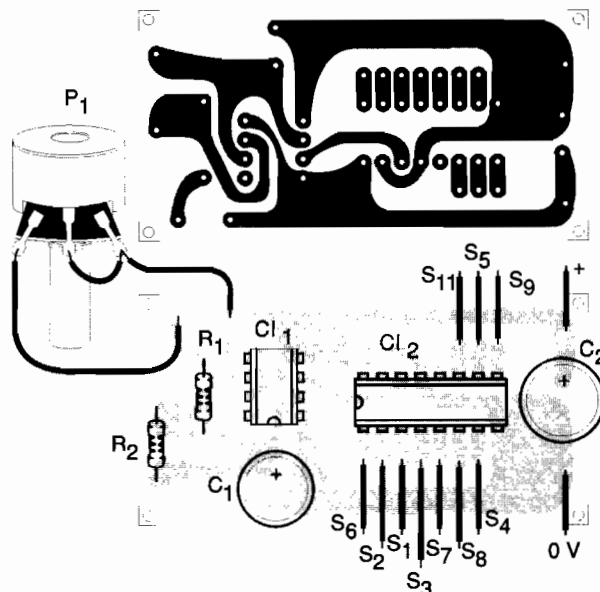


Figura 2

INFORMAÇÃO

Resistência de um Condutor

A resistência de um condutor cilíndrico homogêneo depende do material de que ele é feito, ou seja, de sua resistividade. Esta resistência pode ser calculada pela fórmula dada junto à figura.

Nesta fórmula:

$$\pi = 3,14$$

$$\rho = \text{resistividade em ohms.m.mm}^2$$

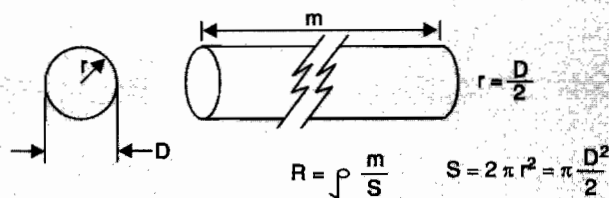
$$D = \text{diâmetro em milímetros}$$

$$S = \text{área da seção transversal em mm}^2$$

$$r = \text{raio em mm}$$

$$m = \text{comprimento em metros}$$

Resistência de Condutor



Lista de Material

CI_1 - 555 - circuito integrado - timer

CI_2 - 4017 - circuito integrado - Contador Johnson CMOS

P_1 - 1 M ohms - trimpot ou potenciômetro

R_1 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

R_2 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

C_1 - 4,7 a 10 μF x 16 V - capacitor eletrolítico - ver texto

C_2 - 100 μF x 16 V - capacitor eletrolítico

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

SENSOR DE TEMPERATURA

O circuito integrado LM335, da National Semiconductor, em que se baseia o projeto da **figura 1**, consiste num sensor de temperatura de precisão que fornece uma saída proporcional aos graus Kelvin ajustados a partir de um ponto de referência dado por P_1 . Para cada grau Kelvin de variação da temperatura do sensor, a saída varia em 10 mV. A alimentação do circuito deve ser feita com tensão de 5 V.

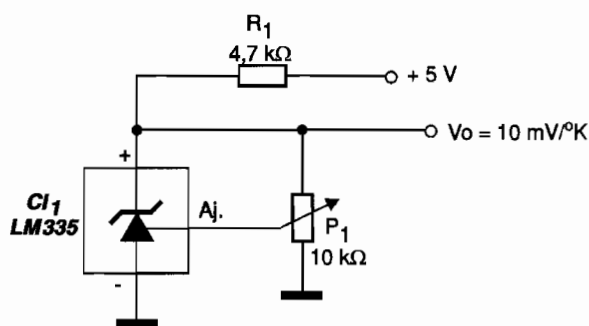
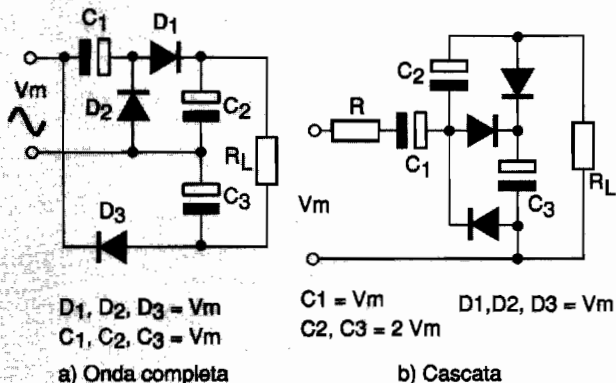


Figura 1

INFORMAÇÃO

Triplificadores de Tensão

Os circuitos ilustrados na figura abaixo podem fornecer uma tensão contínua de saída (sem carga) cujo valor será o triplo do valor de pico da tensão alternada de entrada. Para uma entrada de 110 V, por exemplo, esse valor se aproximará de 450 V. Os valores dos capacitores dependem da corrente desejada e V_m é a tensão de pico de entrada, determinando a tensão inversa de pico dos diodos e tensão de operação dos capacitores nas duas configurações mostradas.



Na **figura 2** damos uma placa de circuito impresso para a montagem deste sensor. O dispositivo sensor LM335 é fornecido em invólucro TO-92 e pode ser instalado longe do circuito. Mais informações sobre este componente são dadas nas Informações & Soluções.

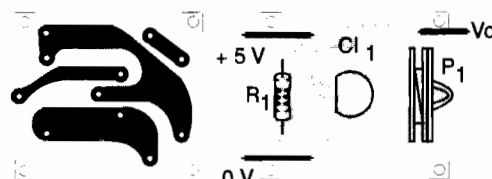


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - LM335 - Sensor de Temperatura, da National Semiconductor

P_1 - 10 k ohms - trimpot (multivoltas ou comum)

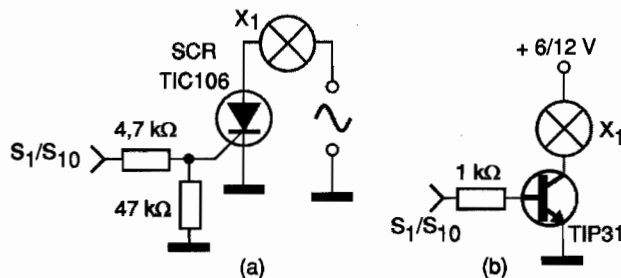
R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

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

INFORMAÇÃO

Etapas de Potência Para Seqüenciais

Na **figura abaixo** temos duas etapas de potência para acionamento de lâmpadas incandescentes a partir de seqüenciais CMOS e TTL como, por exemplo, as que usam o 4017. Na primeira (a) o SCR deve ter sufixo B se a rede for de 110 V ou sufixo D se a rede for de 220 V. A corrente máxima das lâmpadas é de 3 A. Na segunda (b) temos o acionamento de lâmpadas de 6 a 12 V com correntes de até 3 ampères. Nos dois casos, o SCR e o transistor devem ser montados em radiadores de calor.



AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO DE BAIXA POTÊNCIA

Este interessante circuito de amplificador, que emprega apenas componentes discretos, pode ser importante para estudo da polarização deste tipo de etapa em cursos técnicos ou como parte de trabalhos. A saída está em torno de 200 mW e uma das aplicações possíveis é como parte de um intercomunicador alimentado por pilhas. Outras aplicações incluem o uso como reforçador para *walkman* e *CD-players* e ainda como amplificador multimídia. A alimentação pode ser feita com pilhas comuns ou fonte, e para uma versão estéreo podem ser montados dois amplificadores iguais. Uma característica deste circuito é sua entrada de baixa impedância, que possibilita o uso direto do alto-falante como microfone. A baixa impedância de entrada também permite o uso deste amplificador como amplificador telefônico, ligando-se na entrada uma bobina captadora telefônica. Os componentes admitem equivalentes. Eventualmente, o resistor R_5 deve ter seu valor alterado para compensar as tolerâncias nos ganhos dos transistores e, com isso, ser obtido o melhor ganho com um mínimo de distorção.

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

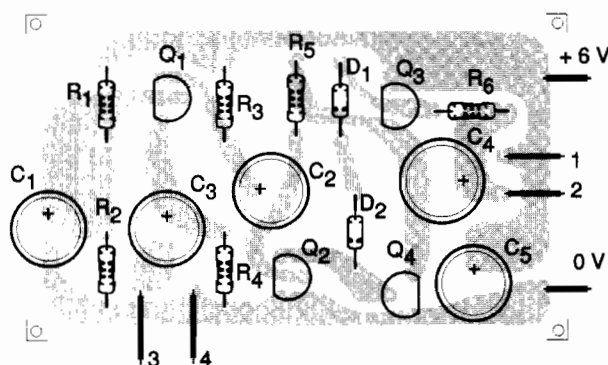
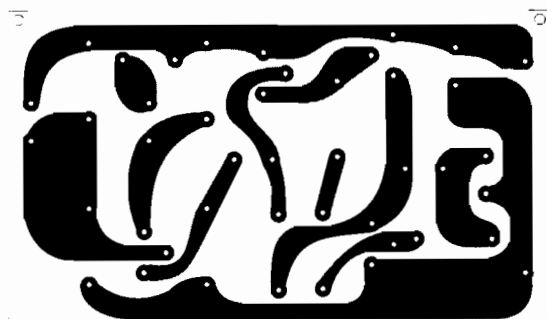


Figura 2

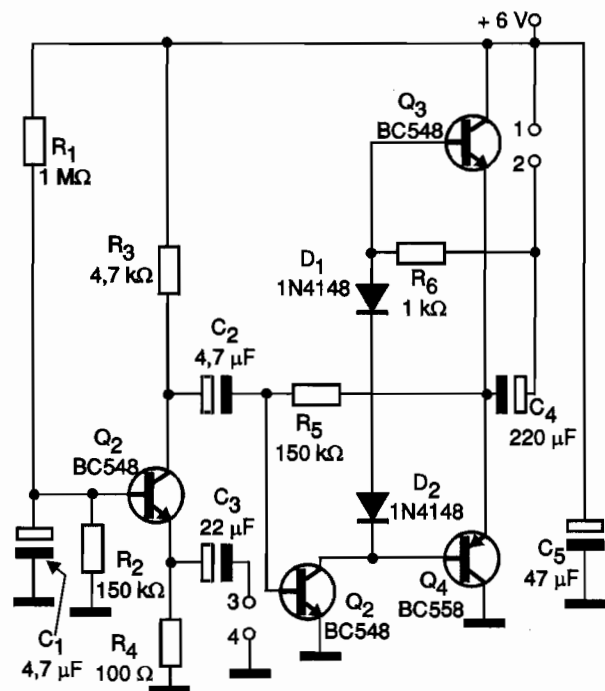


Figura 1

Lista de Material:

- Q_1, Q_2, Q_3 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- Q_4 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- D_1, D_2 - 1N4148 ou equivalentes - diodos de uso geral
- R_1 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
- R_2, R_5 - 150 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, verde, amarelo
- R_3 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_4 - 100 ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, marrom
- R_6 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- C_1, C_2 - 4,7 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_3 - 22 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_4 - 220 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_5 - 47 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
- Diversos: placa de circuito impresso, fonte, fios, solda.

ALARME DE PÊNDULO

Um pequeno balanço no sensor de pêndulo do alarme exibido na **figura 1** faz com que o SCR dispare travando o relé. Este relé pode estar ligado a um sistema de segurança que acione um alarme ou iniba a partida de um veículo. O circuito funciona com 12 V ou tensão de acordo com o relé usado. Lembramos que, quando um SCR dispara, ocorre uma queda de tensão de 2 V, o que deve ser compensado na alimentação para garantir o acionamento do relé. Por exemplo, se for usado um relé de 6 V, alimente o circuito com pelo menos 8 V (uma bateria de 9 V, por exemplo). Para rearmar o circuito, basta desligar por um momento a alimentação ou colocar em curto por um instante o anodo e o catodo do SCR. Diversos sensores podem ser ligados em paralelo.

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

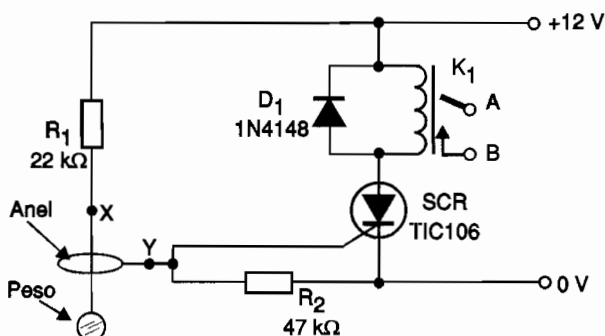


Figura 1

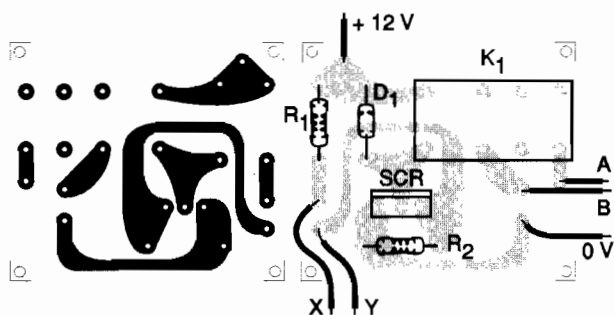


Figura 2

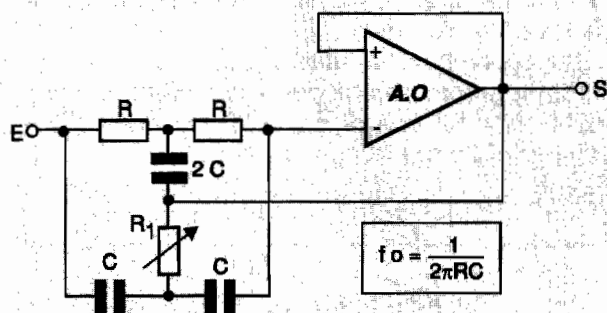
Lista de Material

SCR - TIC106 - diodo controlado de silício
 D₁ - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
 X/Y - sensor de pêndulo
 R₁ - 22 k ohms x 1/8 W - vermelho, vermelho, laranja
 R₂ - 47 k ohms x 1/8 W - amarelo, violeta, laranja
 K₁ - Relé de 6 a 12 V - ver texto - bobina de 50 mA, no máximo
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

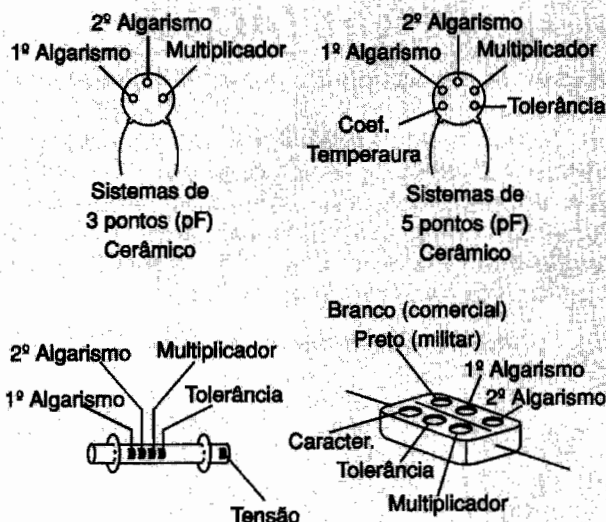
Filtro Rejeitor de Alto Q

O circuito mostrado na figura pode empregar qualquer amplificador operacional comum. Os resistores determinam a impedância de entrada do circuito. A fórmula que permite calcular a frequência para a qual o filtro está sintonizado é dada junto ao diagrama. R₁ faz um ajuste fino da frequência e deve ter metade do valor de R, tipicamente.



Códigos de Capacitores Antigos

Muitos equipamentos eletrônicos antigos (anteriores à década de 60) usavam capacitores com valores dados por códigos de cores com as mais diversas disposições. O profissional que precisa recuperar ou reparar um desses equipamentos deverá estar apto a ler os valores desses componentes. Na figura temos os códigos de capacitores cerâmicos e de mica (este último usado em circuitos de RF de precisão).



ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO

O amplificador transistorizado exibido na **figura 1** se caracteriza por ter excelente ganho com microfone de eletreto e operar com apenas 3 V de alimentação (2 pilhas pequenas). A saída deve ser feita em fone de alta impedância (acima de 2 000 ohms) para se obter bom rendimento. Uma possibilidade consiste no uso de um transformador de saída com fone de baixa impedância. O ajuste de volume é feito em P_1 . Montado num refletor parabólico, este microfone possibilita a audição de sons distantes como, por exemplo, canto de pássaros ou ainda conversas de pessoas em espionagem.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste sensível amplificador. Na lista de materiais, as tensões dos eletroíticos são as mínimas indicadas.

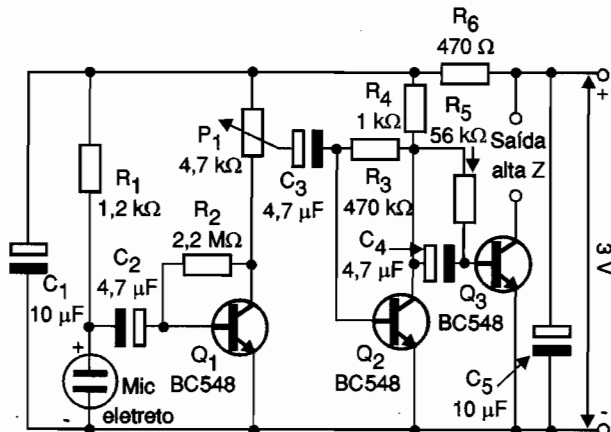


Figura 1

INFORMAÇÃO

Estrutura e Característica de um FET de Junção

Na **figura abaixo** damos a estrutura de um transistor de efeito de campo de junção JFET e seu símbolo, além da família de curvas características. Essas curvas são dadas pela corrente de dreno em função da tensão entre dreno e fonte para tensões fixas de polarização de comporta (V_{GS}).

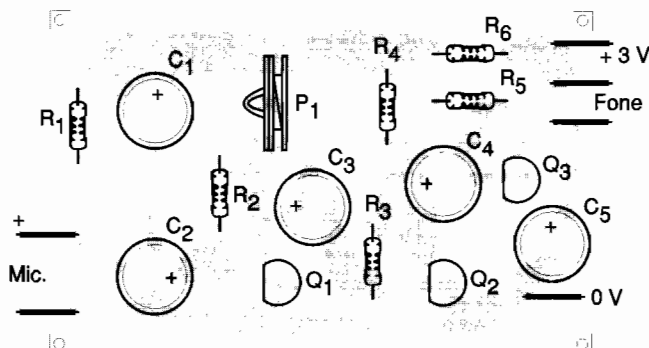
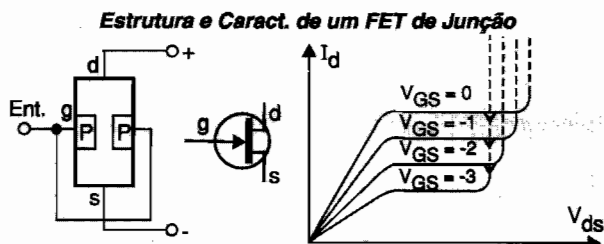


Figura 2

Lista de Material

- Q_1, Q_2, Q_3 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
- R_1 - 1,2 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, vermelho
- R_2 - 2,2 M ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
- R_3 - 470 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo
- R_4 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- R_5 - 56 k ohms x 1/8 W - resistor - verde, azul, laranja
- R_6 - 470 ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, marrom
- C_1, C_5 - 10 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- C_2 - 47 μ F x 3 V - capacitor eletrolítico
- C_3, C_4 - 4,7 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico
- MIC - Microfone de eletreto de dois terminais
- P_1 - 4,7 k ohms - trimpot ou potenciômetro
- Diversos: placa de circuito impresso, suporte de duas pilhas, caixa para montagem, fone de ouvido de alta impedância, fios, solda, etc.

OSCILADOR AMORTECIDO

O oscilador de duplo T exibido na **figura 1** pode gerar um sinal senoidal amortecido que, na faixa de áudio, imita instrumentos de percussão como o sino, triângulo, tambor, tímpano, etc. O amortecimento é ajustado em P_1 , e com os valores indicados no diagrama temos o som que vai de um tambor a um sino (dependendo do ajuste de P_1). O sinal deste circuito é de pequena intensidade e deve ser aplicado a um amplificador. A excitação pode ser feita com um interruptor de pressão ou um gerador que produza pulsos retangulares de curta duração a partir de um sensor. Diversos circuitos deste tipo acionados por sensores podem servir de base para o projeto de uma bateria eletrônica. Outra aplicação é como uma campainha eletrônica. O consumo é muito baixo e, se for usada fonte, deve ter excelente filtragem. Transistores equivalentes ao BC548 podem ser usados.

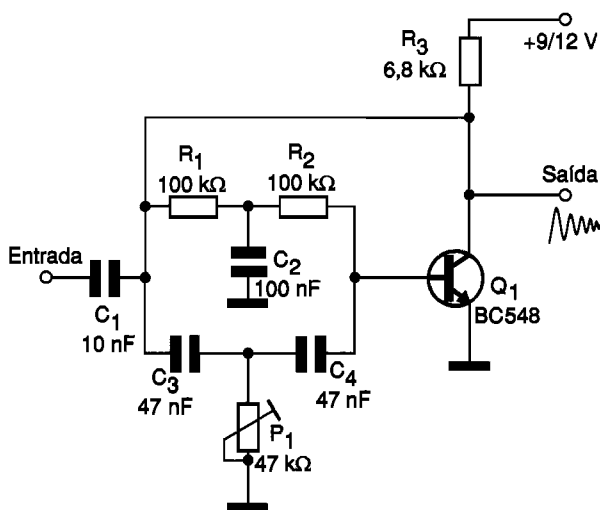


Figura 1

Lista de Material:

Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral

R_1, R_2 - 100 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo

R_3 - 6,8 k ohms x 1/8 W - resistor - azul, cinza, vermelho

C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C_2 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C_3, C_4 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

P_1 - 47 k ohms - trimpot

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

Na figura 2 temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste oscilador.

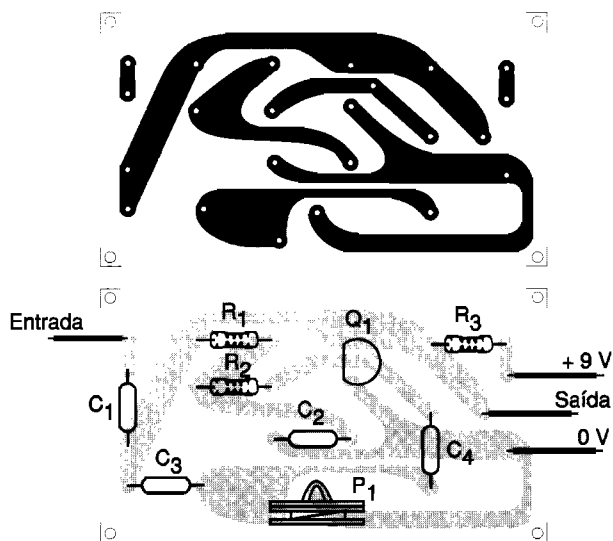


Figura 2

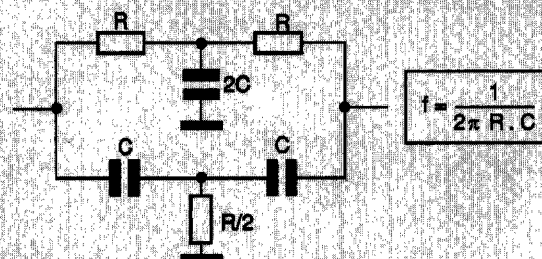
INFORMAÇÃO

Frequência do Duplo T

Na figura a seguir temos a configuração básica de um duplo T que pode ser usada em filtros e osciladores. A frequência deste circuito é calculada pela fórmula na mesma figura.

Os capacitores e resistores devem manter uma relação de valores conforme o indicado. Para circuitos com transistores e amplificadores operacionais, valores típicos de R estão na faixa de 47 k ohms a 470 k ohms.

Frequência do duplo T



Na fórmula, os resistores são em ohms e os capacitores em farads.

MICROTRANSMISSOR DE FM

O pequeno transmissor de FM apresentado na **figura 1** tem um alcance de 30 metros (3 V) a 200 m (9 V), podendo ser alimentado por pilhas ou baterias comuns. A frequência depende de L, que é formada por 4 espiras de fio 28 a 30 em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo (use um lápis como referência para enrolá-la). Para alimentação com 9 V, R_4 deve ser aumentado para 100 ohms. Os capacitores devem ser todos cerâmicos, exceto C_1 que é um eletrolítico para 12 V e a antena consiste num pedaço de fio rígido de 15 a 30 cm. O *trimmer* pode ser de qualquer tipo que tenha faixa de ajuste da ordem de 2 a 30 pF. Os sinais emitidos serão captados numa frequência entre 88 e 108 MHz.

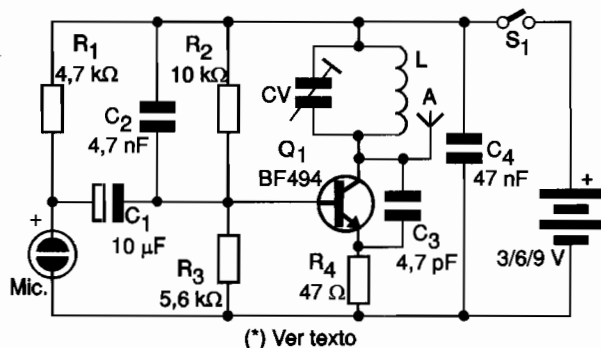


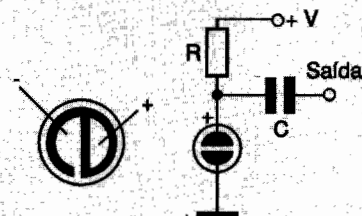
Figura 1

INFORMAÇÃO

Microfone de Eletreto

Na **figura** mostramos o modo de se usar um microfone de eletreto de dois terminais. Este microfone possui um transistor de efeito de campo (FET) interno que precisa ser polarizado por um resistor externo, o qual depende da tensão de alimentação. A tabela junto ao diagrama de identificação das ligações e componentes traz os valores desse resistor.

Microfone de Eletreto



+ V	R
1,5 V	1 kΩ
3 V	2,2 kΩ
6 V	4,7 kΩ
9 V	8,2 kΩ
12 V	10 kΩ

O capacitor depende da resposta de frequência (mais grave ou mais agudo). Valores menores tornam o som mais agudo.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste transmissor. Observe a polarização do microfone de eletreto, pois, se ele for invertido o aparelho não funcionará.

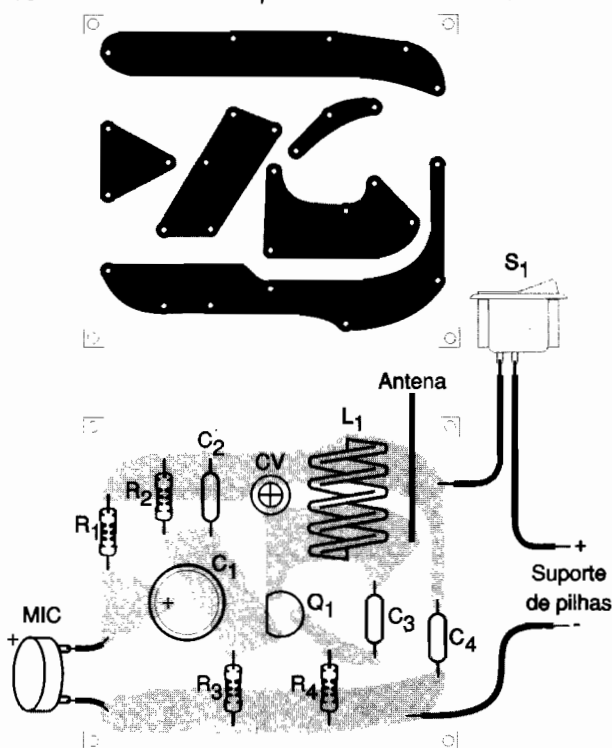


Figura 2

Lista de Material

- Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF
- MIC - microfone de eletreto de dois terminais
- CV - trimmer - ver texto
- L - bobina - ver texto
- R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - marrom, preto, laranja
- R_3 - 5,6 k ohms x 1/8 W - resistor - verde, azul, vermelho
- R_4 - 47 ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, preto
- C_1 - 10 μ F - capacitor eletrolítico
- C_2 - 4,7 nF - capacitor cerâmico
- C_3 - 4,7 pF - capacitor cerâmico
- C_4 - 47 nF - capacitor cerâmico
- S_1 - Interruptor simples
- B_1 - 3 a 9 V - pilhas ou bateria - ver texto
- A - antena - ver texto
- Diversos: placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou conector de bateria, fios, caixa para montagem (plástica - não use metal), solda, etc.

TRANSMISSOR DE TOM

O transmissor mostrado na **figura 1** pode operar em frequências entre 30 MHz e 100 MHz, dependendo apenas de L_1 . Para 100 MHz, a bobina será formada por 4 espiras de fio 26 a 30 em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. Para 30 MHz, enrole 11 espiras de fio 28 em forma de 0,5 cm com núcleo e aumente C_4 para 15 pF. O *trimmer* deve varrer a faixa de 2 a 30 pF, aproximadamente. A antena pode ter de 15 a 40 cm de comprimento. O alcance chega a 100 metros com alimentação de 9 V. A frequência do tom emitido pode ser alterada mudando-se o valor de C_1 . Os capacitores devem ser todos cerâmicos, a não ser nos casos indicados de forma diferente. A montagem deve ser feita em caixa de plástico ou madeira. Não use metal.

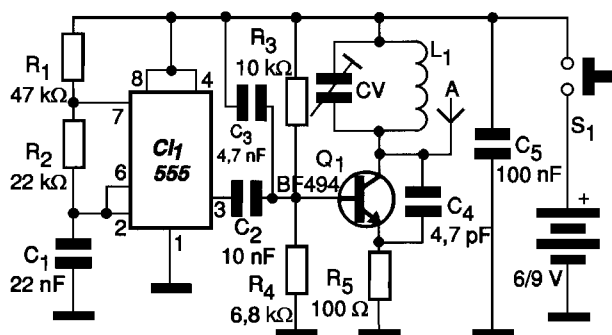


Figura 1

Lista de Material

CI_1 - 555 - circuito integrado, timer

Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF

L_1 - Bobina - ver texto

CV - trimmer - ver texto

Resistores:

R_1 - 47 k ohms x 1/8 W - amarelo, violeta, laranja

R_2 - 22 k ohms x 1/8 W - vermelho, vermelho, vermelho

R_3 - 10 k ohms x 1/8 W - marrom, preto, laranja

R_4 - 6,8 k ohms x 1/8 W - azul, cinza, vermelho

R_5 - 100 ohms x 1/8 W - marrom, preto, marrom

C_1 - 22 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C_2 - 10 nF - capacitor cerâmico

C_3 - 4,7 nF - capacitor cerâmico

C_4 - 4,7 pF - capacitor cerâmico

C_5 - 100 nF - capacitor cerâmico

S_1 - Interruptor de pressão NA

B_1 - 6 ou 9 V - 4 pilhas ou bateria

A - antena - ver texto

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

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

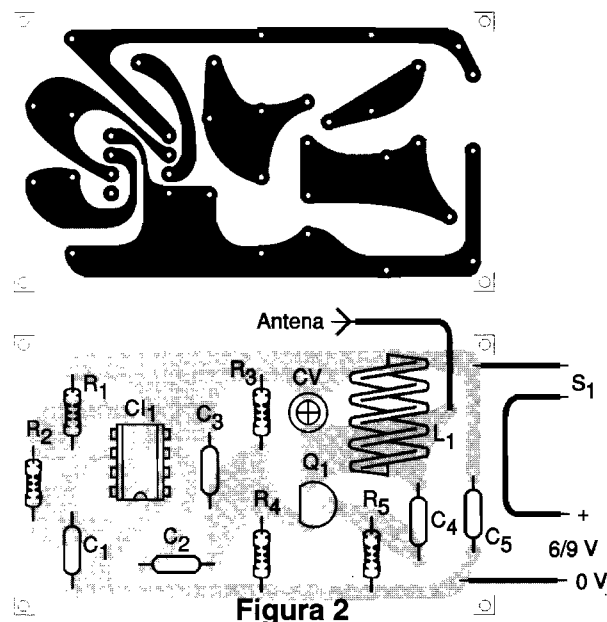


Figura 2

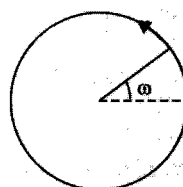
Se o leitor puder manusear componentes SMD, poderá fazer uma versão extremamente compacta deste transmissor.

INFORMAÇÃO

Frequências Angulares

A frequência angular ou pulsação mede a velocidade de deslocamento de um ponto num círculo e a unidade usada é o radiano por segundo (rd/s). Esta frequência angular é representada pela letra ômega minúscula e se relaciona com a frequência, conforme a fórmula dada na **figura**.

Frequência Angular



$$\omega = 2\pi f$$

VCO

VCO significa *Voltage Controlled Oscillator* ou Oscilador Controlado Por Tensão. O circuito ilustrado na **figura 1** gera um sinal retangular cuja frequência depende da tensão aplicada na entrada. O circuito pode ser alimentado por tensões de 3 a 15 V e a tensão de entrada não pode superar este valor. A frequência máxima do sinal que este circuito consegue gerar depende de C_1 e está em torno de 5 MHz para uma alimentação de 10 V. Outros circuitos integrados que possam ser ligados como inversores além do indicado poderão ser empregados neste circuito. Para o capacitor indicado a frequência terá um valor central em torno de 1 kHz.

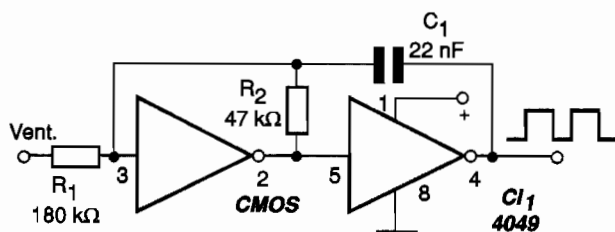


Figura 1

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

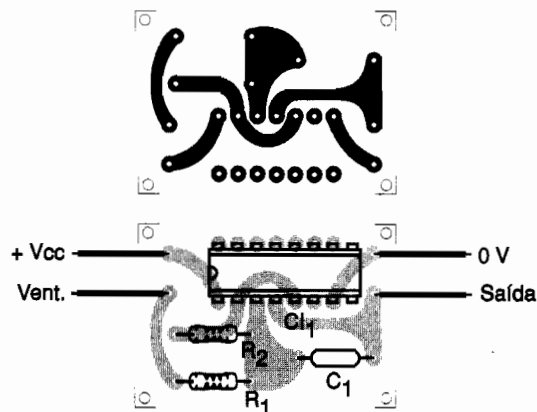


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - Qualquer inversor CMOS que possa ser ligado como tal (4001, 4011, etc)
 R_1 - 180 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, cinza, amarelo
 R_2 - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 C_1 - 22 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

DIVISOR POR 10 E POR 100

O bloco digital ilustrado na **figura 1** pode dividir a frequência de sinais digitais por 10 e por 100. O sinal de entrada deve ser perfeitamente retangular e livre de repiques. A frequência máxima será de algumas dezenas de megahertz e na saída teremos também um sinal retangular. A alimentação deve ser feita com tensão de 5 V.

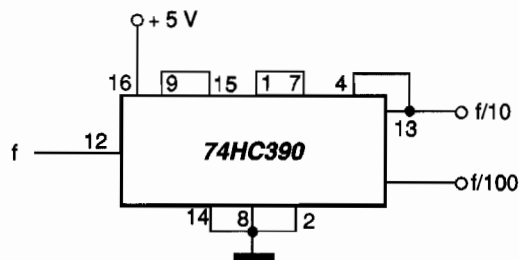


Figura 1

Como se trata de bloco sem componentes externos e que deve funcionar como parte de outros circuitos, não será fornecida placa de circuito impresso.

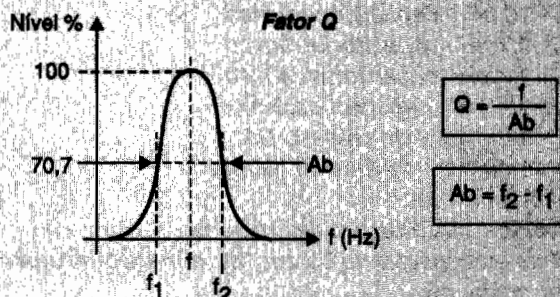
Lista de Material:

CI_1 - 74HC390 - circuito integrado
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda.

INFORMAÇÃO

Fator Q

O fator Q ou fator de mérito de um circuito ressonante é medido dividindo-se a frequência central para a qual ele está sintonizado pela largura de faixa, tomada como referência no ponto em que a intensidade do sinal cai para 70,7% do seu valor máximo, conforme mostra a figura a seguir. Na mesma figura temos as fórmulas que permitem calcular o fator Q.



PROVADOR DE CONTINUIDADE

O simples provador de continuidade ilustrado na **figura 1** tem por principal característica usar uma corrente de prova muito baixa que não coloca em risco a integridade do componente que está sendo testado. O indicador é um LED de qualquer cor e como fonte de alimentação podem ser empregadas duas ou quatro pilhas pequenas comuns. Como o consumo é muito baixo na condição em que as pontas de prova estão separadas, o interruptor geral S_1 pode ser suprimido.

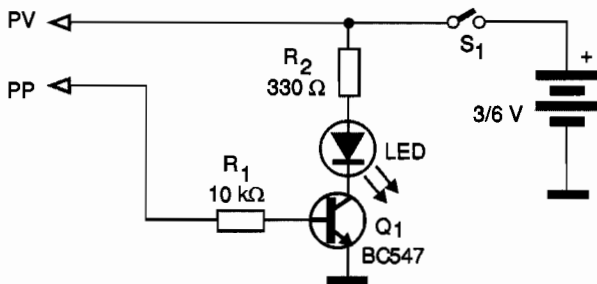


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de montagem deste circuito usando uma ponte de terminais, já que se trata de configuração muito simples, ideal para finalidades didáticas ou experimentais, não exigindo, portanto, o uso de uma placa de circuito impresso.

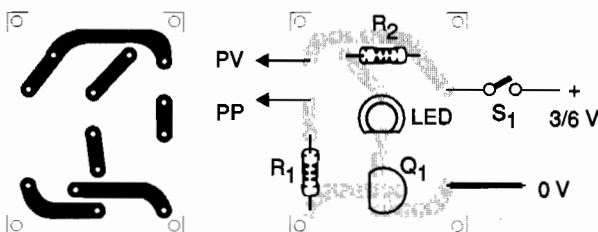


Figura 2

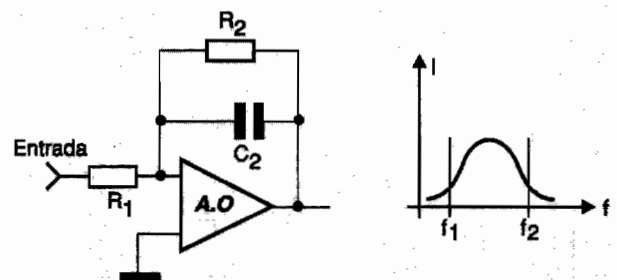
Lista de Material:

Q_1 - BC547 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 LED - LED comum de qualquer cor
 R_1 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_2 - 330 ohms x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, marrom
 S_1 - Interruptor simples (opcional)
 PV, PP - Pontas de prova vermelha e preta
 B_1 - 3 ou 6 V - 2 ou 4 pilhas pequenas comuns
 Diversos: ponte de terminais, suporte de pilhas, fios, caixa para montagem, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Filtro Passa-Faixa

O circuito ilustrado na figura deixa passar os sinais que estão compreendidos entre a faixa de frequências limitada por f_1 e f_2 . Ele utiliza um amplificador operacional e suas características são calculadas pelas fórmulas mostradas junto ao diagrama. Mantenha as unidades coerentes.



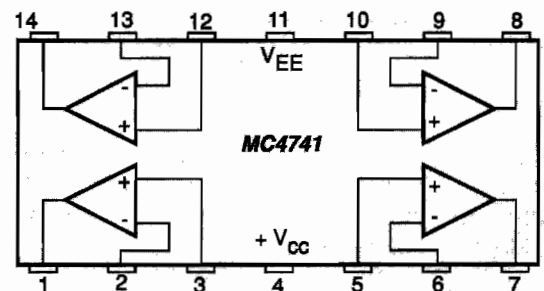
$$f_1 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

$$f_2 = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

$$\text{Ganho} = \frac{R_2}{R_1}$$

MC4741

Quatro amplificadores operacionais com características semelhantes ao 741 num mesmo invólucro.



V_{CC}	18 V (máx.)
Z_{in}	2 MΩ (tip.)
Z_{out}	75 Ω (tip.)
C_{MRR}	30 dB (tip.)
Ganho	200 V/mV (tip.)

DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO

O que o circuito da **figura 1** faz é detectar quando a tensão de entrada passa por zero, gerando uma transição da tensão de saída. Dentre as aplicações possíveis deste circuito estão os controles de potência, onde um pulso de disparo deve ser gerado para um TRIAC, justamente quando a tensão alternada de entrada passa por zero. O circuito deve ser alimentado por fonte simétrica de 6 a 12 V para o caso do amplificador operacional 741, e as formas de onda obtidas estão junto ao diagrama.

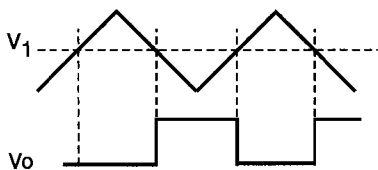
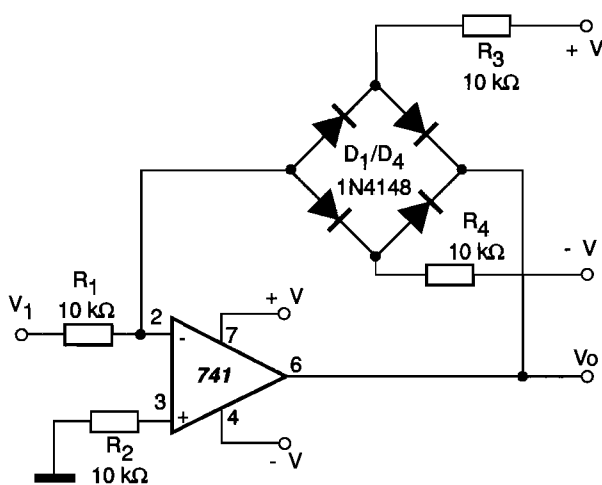


Figura 1

Na **figura 2** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste detector. Amplificadores operacionais equivalentes podem ser empregados.

Lista de Material:

CI_1 - 741 ou equivalente - amplificador operacional
 D_1 a D_4 - 1N4148 ou equivalentes - diodos de uso geral
 R_1, R_2, R_3, R_4 - 10 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

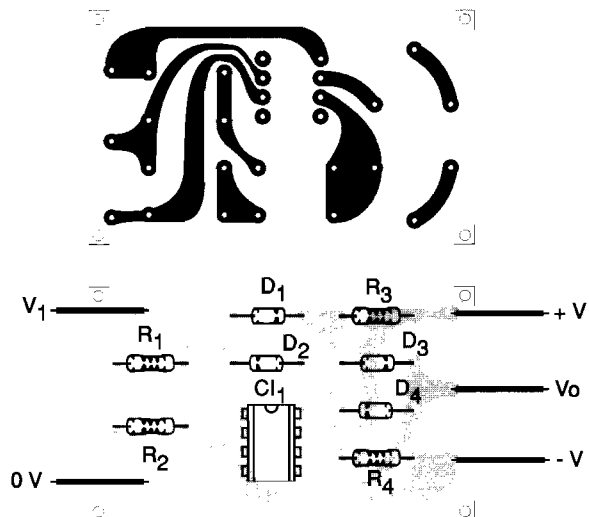
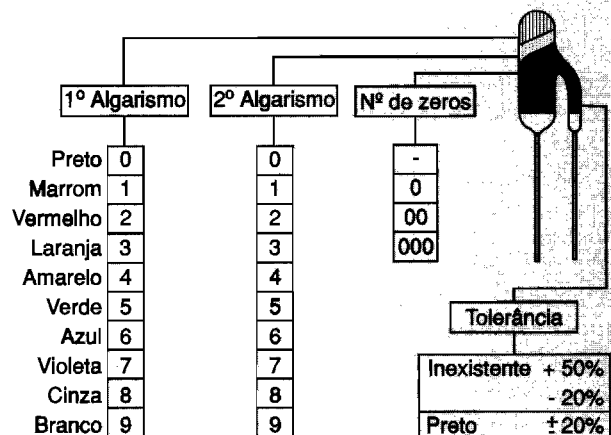


Figura 2

INFORMAÇÃO

Capacitores "Pin-Up"

Este tipo de capacitor não é mais fabricado, mas pode ser encontrado em equipamentos antigos que devam ser reparados. Por este motivo, o profissional precisará estar apto a fazer a leitura de seus valores e demais características necessárias à sua substituição. Os capacitores "pin-up" podem ser substituídos por equivalentes de mesmo valor, de poliéster. Na figura a seguir damos o modo de se fazer a leitura pelo código de cores. Observe a ordem de leitura das faixas a partir da cabeça do componente.



PRÉ-AMPLIFICADOR COM FET

O circuito mostrado na **figura 1** reúne as funções de pré-amplificador e *mixer* de duas entradas numa única configuração de excelente ganho e desempenho. O FET pode ser substituído por equivalentes como o MPF102 e o transistor Q_2 também por equivalentes de uso geral. A alimentação deve vir de fonte com excelente filtragem. Os cabos de sinais, de entrada e de saída devem ser blindados para que não ocorram zumbidos.

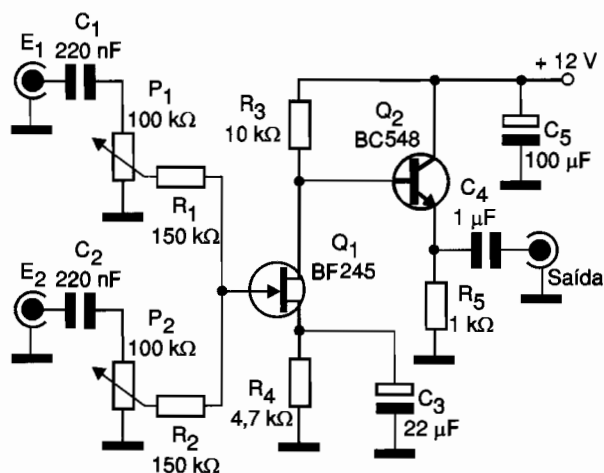
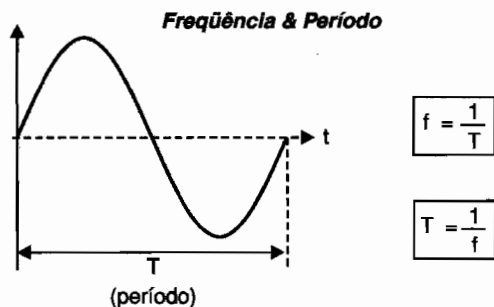


Figura 1

INFORMAÇÃO

Frequência & Período

A frequência de um sinal é o inverso de seu período. Assim, podemos calcular a frequência em função do período e o período em função da frequência, usando qualquer uma das duas fórmulas mostrada:



Estas fórmulas valem para sinais de qualquer forma de onda.

Na figura 2 temos uma sugestão de placa de circuito impresso. Os potenciômetros podem ser lineares deslizantes ou rotativos, e até mesmo será possível agregar um terceiro canal. Para uma versão estéreo devem ser montados dois circuitos como este alimentados por uma fonte comum.

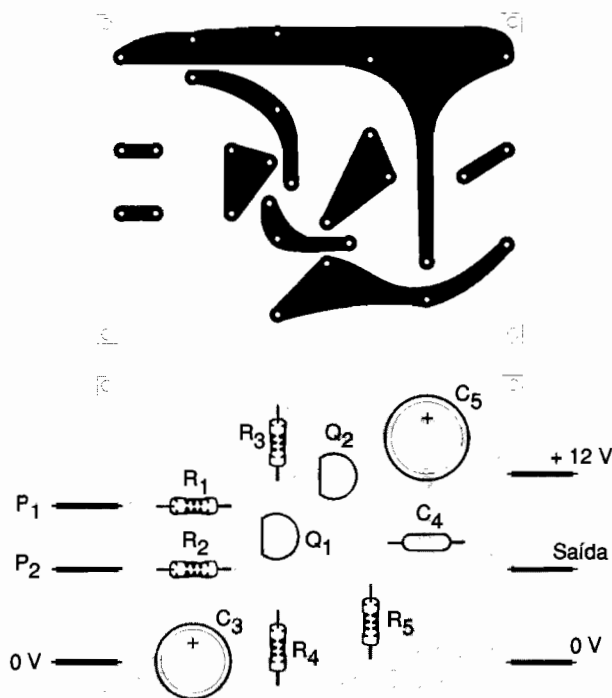


Figura 2

Lista de material:

Q_1 - BF245 ou equivalente - JFET
 Q_2 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 P_1, P_2 - 100 k ohms - potenciômetros lineares
 R_1, R_2 - 150 k ohms x 1/8 W - marrom, verde, amarelo
 R_3 - 10 k ohms x 1/8 W - marrom, preto, laranja
 R_4 - 4,7 k ohms x 1/8 W - amarelo, violeta, vermelho
 R_5 - 1 k ohms x 1/8 W - marrom, preto, vermelho
 C_1, C_2 - 220 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster
 C_3 - 22 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
 C_4 - 1 μF - capacitor de poliéster ou eletrolítico
 C_5 - 100 μF x 16 V - capacitor eletrolítico
 E_1, E_2 - Jakes de entrada
 Diversos: fonte de alimentação, placa de circuito impresso, fios blindados, jake ou cabo de saída, fios, solda, etc.

REGULADOR DE 5 V x 5 A

O regulador de tensão da **figura 1** pode fornecer uma saída de até 5 A para alimentação de circuitos TTL com 5 V. A referência é dada pelo LM109K e o transistor PNP de alta potência deve ser montado num bom radiador de calor assim como o circuito integrado.

O resistor R_1 é de fio com 5 W de dissipação. Este componente pode ser improvisado com a ligação de 5 resistores de 4,7 ohms x 1 W em paralelo. O mesmo é válido para R_2 que pode ser improvisado com 5 resistores de 10 ohms x 2 W ligados em paralelo. O capacitor eletrolítico C_2 deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 6 V.

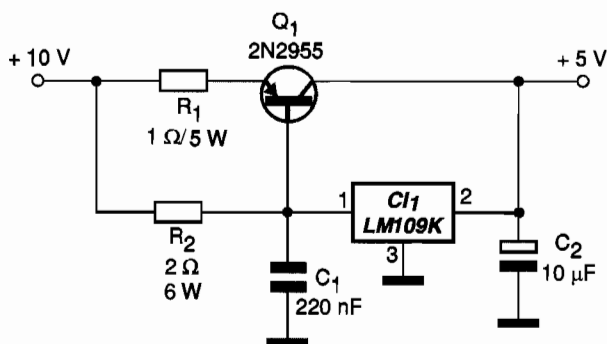


Figura 1

Na **figura 2** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste regulador. A tensão de entrada deve estar na faixa de 10 a 12 V.

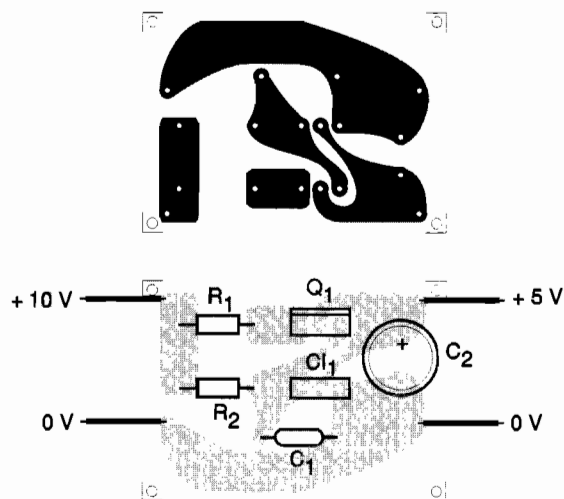


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - LM109K - circuito integrado, regulador de tensão

Q_1 - 2N2955 - transistor PNP de alta potência

R_1 - 1 ohm x 5 W - resistor de fio

R_2 - 2 ohms x 6 W - resistor de fio

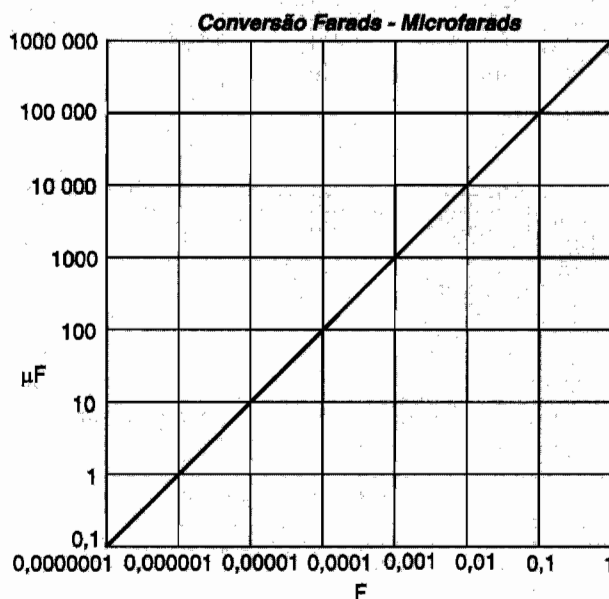
C_1 - 220 nF - capacitor cerâmico

C_2 - 10 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

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

INFORMAÇÃO

O gráfico serve para converter capacitâncias em microfarads para farads, e vice-versa.



Para converter 10 μ F, por exemplo, em Farads, procuramos o número 10 no eixo vertical (escala de farads) e depois seguimos a linha horizontal até que ela encontre a transversal. Neste ponto descemos e encontramos o valor correspondente: 0,000 01 F. O mesmo gráfico pode ser usado para converter picofarads (em lugar de microfarads) em microfarads (em lugar de Farads).

6 V COM O 7805

O circuito integrado regulador de tensão 7805 fornece uma saída de 5 V sob corrente de até 1 A. No entanto, podemos obter uma tensão maior, por exemplo, em torno de 6 V, agregando dois diodos, conforme ilustra a **figura 1**.

Soma-se a saída do zener à queda de tensão nos diodos (entre 0,6 e 0,7 V em cada um). O circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor e qualquer diodo de silício pode ser colocado nesta aplicação.

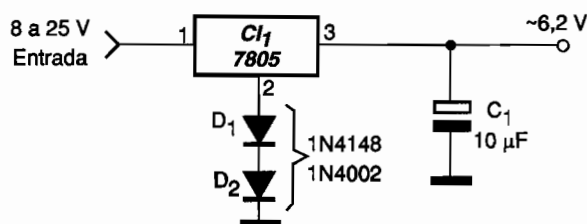


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de uma pequena placa de circuito impresso para implementar este regulador de tensão.

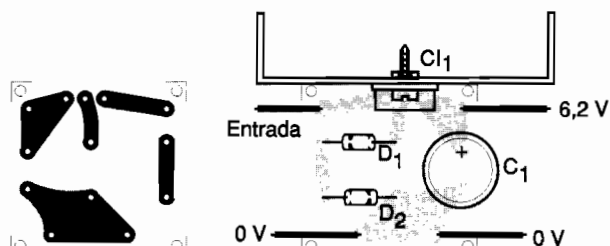


Figura 2

Lista de Material

CI₁ - 7805 - circuito integrado regulador de tensão
D₁, D₂ - 1N4148, 1N914 ou qualquer outro
C₁ - 10 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

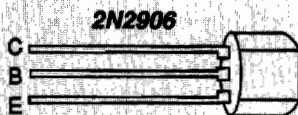
4055BE

Driver para display de sete segmentos de cristal líquido CMOS.

Observe que um sinal de 5-0-5 V com frequência de algumas centenas de hertz deve ser aplicado à entrada correspondente ao pino 1 para polarizar os segmentos do display. Isso significa que este circuito exige uma fonte de alimentação simétrica.

2N2906

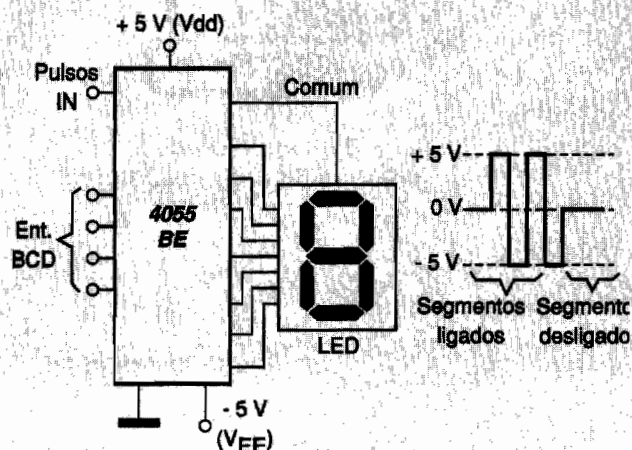
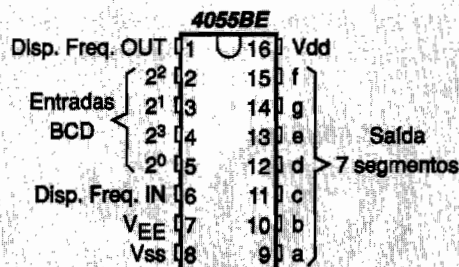
Transistor NPN de uso geral de silício



Características:

V_{ceo} 40 V
 I_c 600 mA
 P_{tot} 400 mW
 f_T > 200 MHz
 hFE 40 a 120

Driver para Display de Cristal Líquido (LCD)



SINALIZADOR 4093

O circuito ilustrado na **figura 1** faz dois LEDs comuns piscarem alternadamente numa frequência que pode ser ajustada em P_1 . A faixa central de frequências depende de C_1 , cujos valores podem ser alterados numa ampla faixa de valores. A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 5 a 12 V, e os resistores R_2 e R_3 que determinam os brilhos dos LEDs podem ser alterados, conforme esta tensão. O circuito, pelo seu baixo consumo, pode ser usado em sinalização de painel.

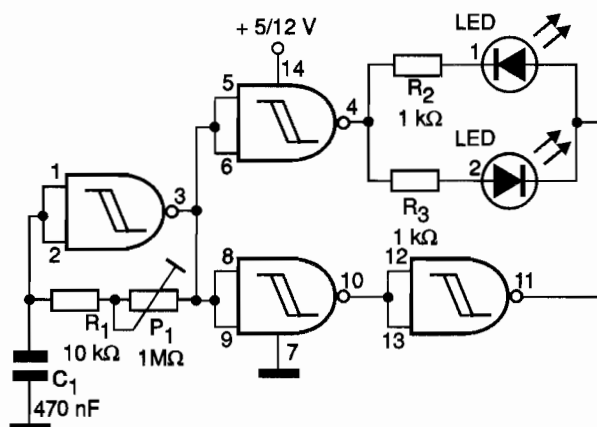


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste sinalizador.

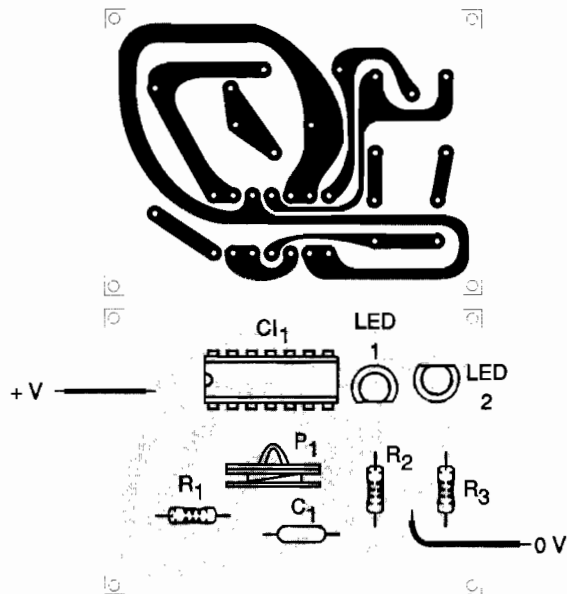


Figura 2

Lista de Material

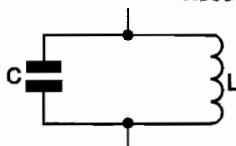
CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
 LED1, LED2 - LEDs comuns de qualquer cor
 R_1 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_2, R_3 - 1 k ohm x 1/8 W - marrom, preto, vermelho
 P_1 - 1 M ohms - trimpot
 C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Circuito LC - Frequência de Ressonância

Na frequência de ressonância, um circuito LC paralelo apresenta sua máxima impedância. A frequência em que isso ocorre é calculada pela fórmula junto à **figura**.

Ressonância LC



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

Nesta fórmula, temos:

f em hertz

C em farads

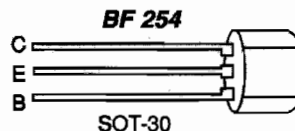
L em henry

$\pi = 3,1416$.

INFORMAÇÃO

BF254

Transistor NPN de RF para circuitos de VHF.



Características:

$V_{ce0}(\text{máx})$ 20 V
 $I_c(\text{máx})$ 30 mA
 $P_{tot}(\text{máx})$ 300 mW
 f_T 260 MHz
 h_{FE} 115

INVERSOR FLUORESCENTE

Com o circuito apresentado na **figura 1** é possível acender uma lâmpada fluorescente pequena (5 a 20 W) a partir de pilhas ou bateria de 12 V.

O brilho da lâmpada depende do ajuste correto dos componentes, casando com as características do transformador, mas certamente será menor que o obtido com a lâmpada usada nas condições normais de alimentação pela rede de energia.

O transformador tem secundário de 6+6 V a 12 + 12 V com corrente de 500 mA a 1 A, e enrolamento primário de 110 V ou 220 V.

Os capacitores C_1 e C_2 assim como o resistor R_1 devem ser experimentados para se obter o melhor rendimento.

O transistor deve ser montado em radiador de calor. Observamos que a tensão de saída não será 110 V ou 220 V conforme o transformador, pois a forma de onda produzida pelo circuito pode gerar pulsos de maiores intensidades.

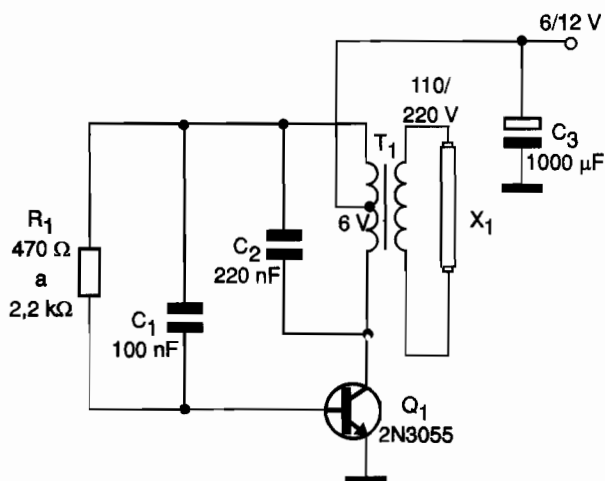


Figura 1

Lista de Material

Q_1 - 2N3055 - transistor de potência
 R_1 - 470 ohms a 2,2 k ohms x 1/2 W - resistor
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_2 - 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_3 - 1000 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
 T_1 - Transformador - ver texto
 X_1 - Lâmpada fluorescente de 5 a 20 W
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso. Para alimentação com pilhas devem ser usados os tipos médios ou grandes, dado o elevado consumo do aparelho (entre 500 e 800 mA, tipicamente).

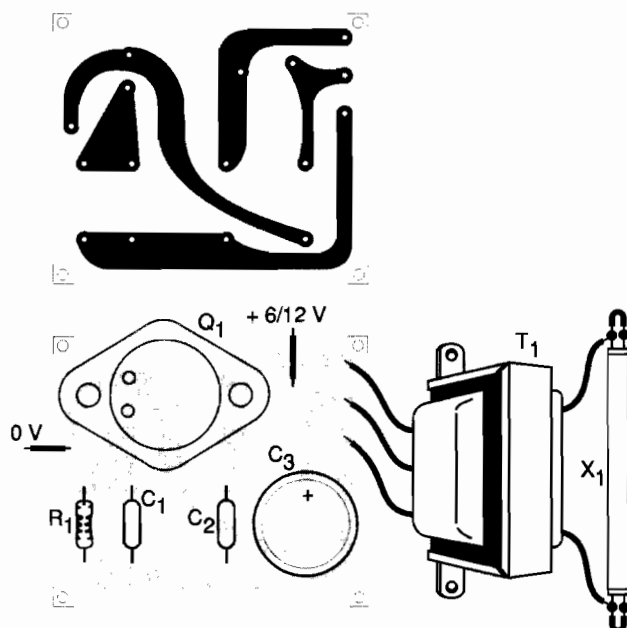


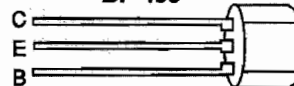
Figura 2

INFORMAÇÃO

BF494

Transistor NPN de RF de baixa potência para osciladores e amplificadores até a faixa de VHF.

BF 495



Características: (máximos)

V_{cb0}	30 V
V_{ce0}	20 V
I_c	30 mA
P_t	500 mW
h_{FE}	67
f_T	200 MHz

CONTROLE AUTOMÁTICO DE LUMINOSIDADE

O circuito mostrado na **figura 1** mantém constante o brilho de uma lâmpada incandescente cuja tensão depende da entrada e do ajuste de R_1 . Tensões de entrada de 6 a 25 V para lâmpadas de 3 a 15 V podem ser utilizadas.

O circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor e lâmpadas de até 1 A são recomendadas. O LDR deve ser montado de tal forma que receba apenas a luz da lâmpada cujo brilho deve ser mantido constante.

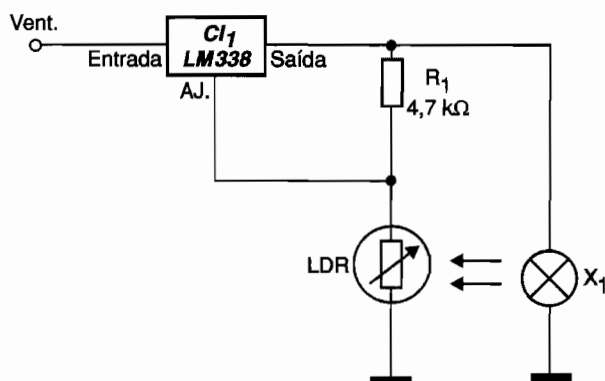


Figura 1

Uma placa de circuito impresso para este projeto é sugerida na **figura 2**.

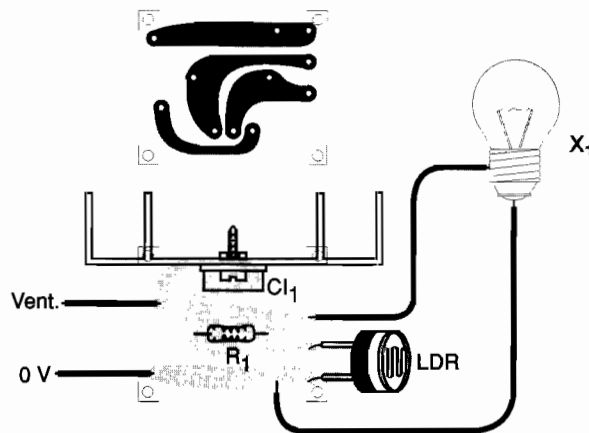


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - LM338 - circuito integrado, regulador de tensão
LDR - Foto-resistor LDR comum

R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

X_1 - Lâmpada incandescente de 3 a 15 V - ver texto

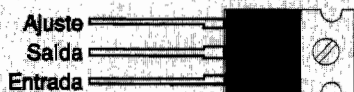
Diversos: placa de circuito integrado, radiador de calor para o circuito integrado, soquete para a lâmpada, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CI LM138/338.

Regulador de tensão Positivo ajustável de 1,2 V a 32 V com corrente máxima de saída de 5 ampères - National Semiconductor.

TO - 220



Características:

Corrente máxima de saída: 5 A

Faixa de tensões de saída: 1,2 a 32 V

Regulação de linha máxima: 0,001%/V

Regulação de carga máxima: 0,3%

Tolerância de tensão de saída: 1 %

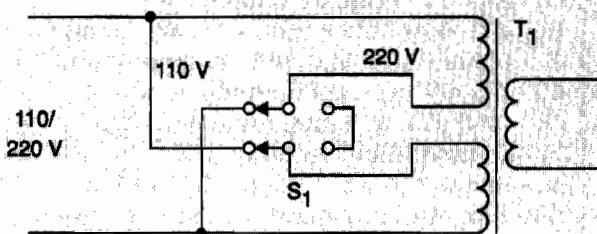
Corrente quiescente: 8 mA

Tensão máxima de entrada: 36 V

INFORMAÇÃO

Ligação de Transformador em 110/220 V

Na figura mostramos como uma chave de mudança de tensão do tipo 2 pólos x 2 posições deve ser ligada num transformador com dois enrolamentos primários (4 fios) para funcionar nas redes de 110 V e 220 V. É muito importante que as fases dos enrolamentos sejam mantidas. Se houver uma inversão de um dos enrolamentos, poderá ocorrer uma sobrecarga do circuito.



DIVISOR POR 50

O bloco lógico apresentado na **figura 1** usa um circuito integrado 74HC390 e faz a divisão de sinais de até algumas dezenas de megahertz por 50. A saída é compatível com lógica TTL.

Este circuito associado a um divisor por 12 permite a obtenção de sinais de 1/10 Hz que seriam interessantes para a implementação de diversos tipos de instrumentos digitais e aplicações sincronizadas pela rede de energia.

O circuito também pode funcionar como um *prescaler* para um freqüencímetro ou em outras aplicações semelhantes.

Lista de Material:

CI₁ - 74HC390 - circuito integrado

Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

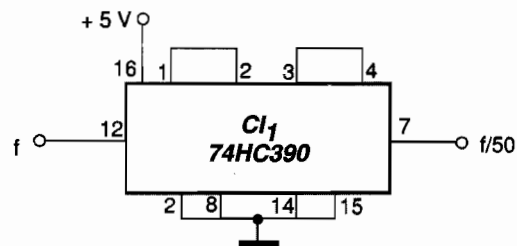


Figura 1

Como se trata de bloco funciona que deve operar em conjunto com uma aplicação digital, a placa de circuito impresso não será dada. Lembramos que o sinal de entrada deve ser perfeitamente retangular, livre de repiques ou deformações que possam tornar o funcionamento do circuito aleatório.

248. DIVISOR TTL POR 5

O bloco digital TTL mostrado na **figura 1** divide a freqüência de um sinal digital por 5. Dentre as aplicações estão os circuitos de instrumentos e relógios que funcionam sincronizados pela rede de energia.

Os sinais de entrada devem ser livres de repiques para que não ocorra a falsa interpretação da freqüência dos pulsos. A alimentação deve ser feita com tensão de 5 V.

Não será fornecida a placa de circuito impresso por não existirem componentes externos e pelo fato do circuito funcionar como parte de outros projetos.

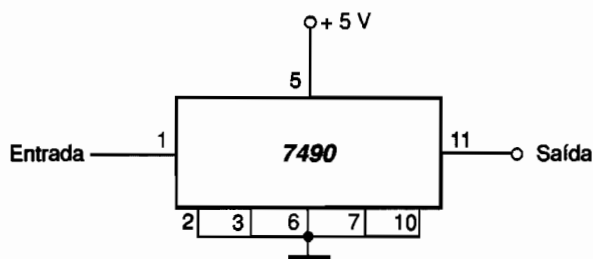


Figura 1

Lista de Material:

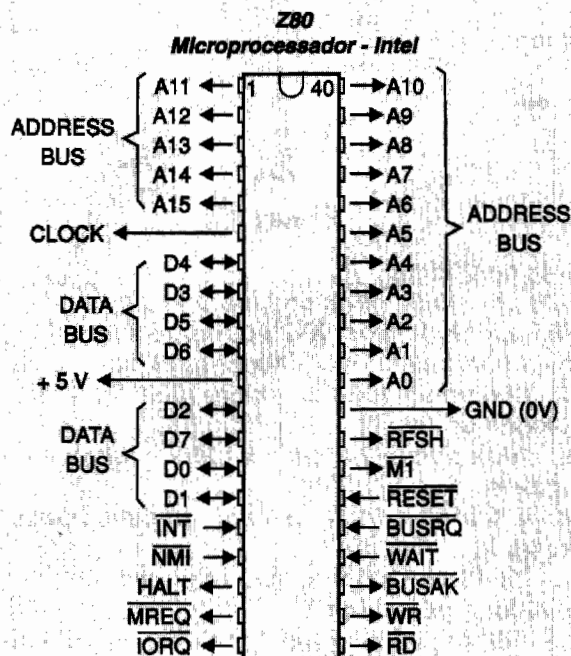
CI₁ - 7490 - circuito integrado TTL

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

INFORMAÇÃO

Z80

Na figura temos a pinagem do tradicional microprocessador Z80 da Intel.



ELETRIFICADOR

O circuito da **figura 1** gera uma alta tensão entre 5 000 e 25 000 volts, dependendo apenas do transformador empregado. Para o caso de se usar uma bobina de ignição de automóvel não se recomenda empregar este aparelho na eletrificação de cercas, uma vez que não há isolamento da rede de energia. Somente no caso de se usar um *fly-back* ou outro transformador com o secundário totalmente isolado do primário, é que se pode empregar o circuito com esta finalidade. Nesse caso, o terra do secundário do transformador deve ser uma barra de metal e nunca usar o mesmo terra do circuito primário. Os valores entre parênteses são para a rede de 220 V. O resistor R_1 deve ser de fio com 10 W de dissipação. O SCR não precisa ser dotado de grande radiador de calor e o capacitor C_1 tem uma tensão de isolamento de pelo menos 400 V. O valor desse capacitor determina a intensidade dos pulsos de alta tensão. A frequência dos pulsos é dada pelo valor de R_2 .

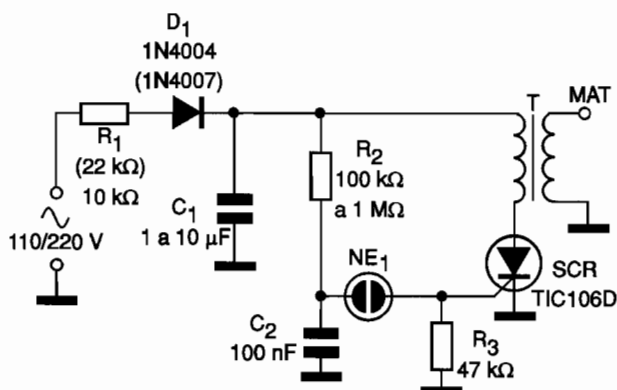


Figura 1

Lista de Material

SCR - TIC106D - diodo controlado de silício
 NE₁ - Lâmpada néon NE-2H ou equivalente
 D₁ - 1N4004 ou 1N4007 - diodos de silício
 R₁ - 22k ohms (110 V), 22 k ohms (220 V) x 10 W - resistor de fio
 R₂ - 100 k ohms a 1 M ohms x 1/8 W - resistor - ver texto
 R₃ - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 C₁ - 1 a 10 μF x 400 V ou mais - capacitor de poliéster ou eletrolítico
 C₂ - 100 nF - 100 nF x 100 V - capacitor de poliéster
 T - Transformador de alta tensão - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, fios, solda, etc.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso, mostrando como transformador de alta tensão uma bobina de ignição de automóvel.

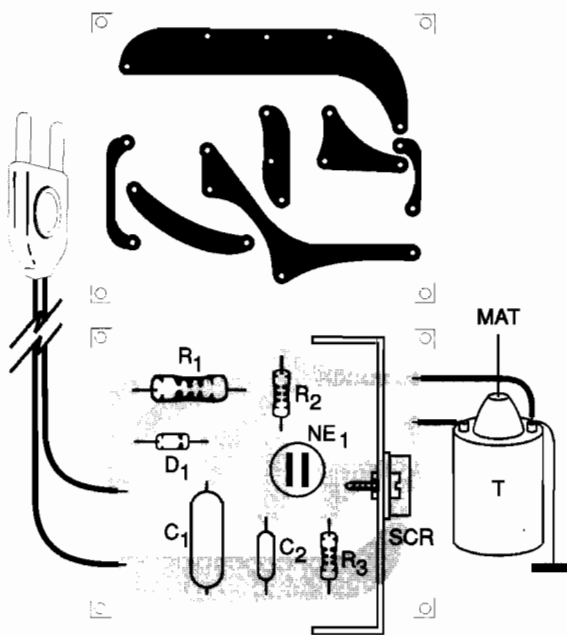


Figura 2

INFORMAÇÃO

Código Excesso-3

Este código é usado em algumas modalidades de interfaceamento digital. Sua característica é que sua contagem começa do 3 binário, ou seja, o 0 decimal corresponde ao 3 binário ou 0011. Veja na tabela os valores de 0 a 8 do código Excesso-3.

Código Excesso - 3

Decimal	Excesso-3	Valor binário
0	0011	3
1	0100	4
2	0101	5
3	0110	6
4	0111	7
5	1000	8
6	1001	9
7	1011	10
8	1100	11

AMPLIFICADOR PARA RELUTÂNCIA VARIÁVEL

O circuito ilustrado na **figura 1** utiliza um dos quatro amplificadores operacionais de transcondutância existentes no circuito integrado LM3900 da National Semiconductor. Sensores de relutância variável de impedâncias entre alguns ohms e algumas centenas de ohms podem ser usados para captar variações de campo que se traduzirão em sinais digitais na saída do circuito. O ganho é dado por R_5 e a pinagem não é mostrada pelo fato de poderem ser usadas quaisquer dos amplificadores.

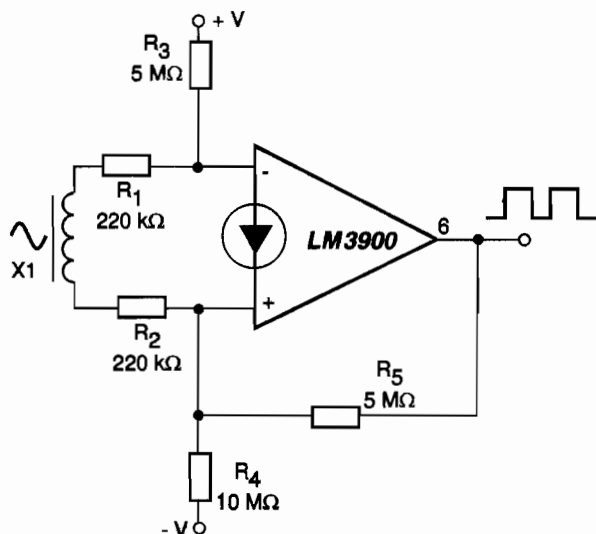


Figura 1

A fonte de alimentação deve ser simétrica com tensões entre ± 3 V e ± 12 V e o cabo de entrada do transdutor ao circuito deve ser blindado para se evitar a captação de zumbidos da rede de energia.

Não será dada a placa de circuito impresso, justamente porque qualquer um dos quatro amplificadores operacionais pode ser usado para implementar o circuito.

Lista de Material:

CI_1 - LM3900 - amplificador operacional de transcondutância

X_1 - Transdutor de relutância variável

R_1, R_2 - 220 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, amarelo

R_3, R_5 - 5 M ohms x 1/8 W - resistor - verde, preto, verde

R_4 - 10 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, azul

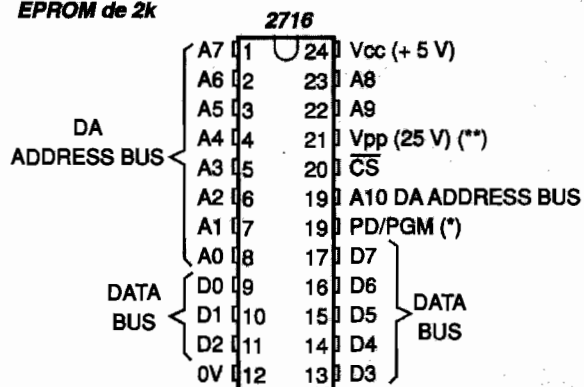
Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

2716

EPROM de 2k - Na figura abaixo temos a pinagem desta memória EEPROM ainda muito usada em controles industriais e automatismos que não necessitam do armazenamento de longos programas.

EPROM de 2k

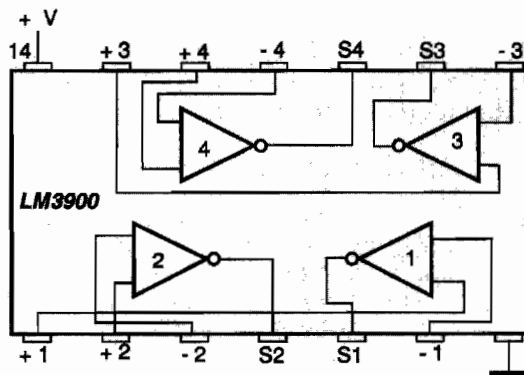


(*) Lógica 1 - aplique aqui os programas para a célula endereçada.

(**) Usado só na programação.

LM3900

Quatro amplificadores operacionais de transcondutância - National Semiconductor.



Características:

Faixa de tensões de alimentação: 4 a 32 V

Corrente de polarização de entrada: 30 nA

Ganho sem realimentação: 70 dB

Faixa passante: 2,5 MHz

AMOSTRAGEM E RETENÇÃO

Com a configuração apresentada na **figura 1**, a tensão aplicada à entrada é amostrada numa taxa que é determinada pela frequência do sinal de controle (cont). Cada vez que a chave é acionada, a tensão aparece no capacitor C_1 , se mantendo neste valor até a amostragem seguinte. Essa tensão no capacitor é amplificada pelo amplificador operacional com ganho unitário (seguidor de tensão), aparecendo na saída. Este circuito encontra aplicações em instrumentação eletrônica, principalmente como etapa de entrada de conversores analógico-digitais. A chave digital é uma das quatro disponíveis no circuito integrado CMOS 4066. O circuito pode ser alimentado com tensões de 5 a 15 V conforme a lógica do circuito que ele deve excitar.

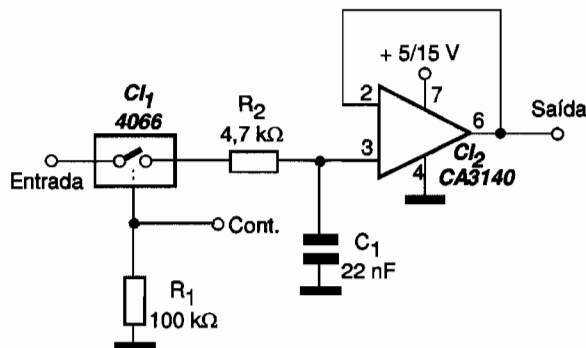


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementar este circuito de amostragem e retenção ou "sample and holding".

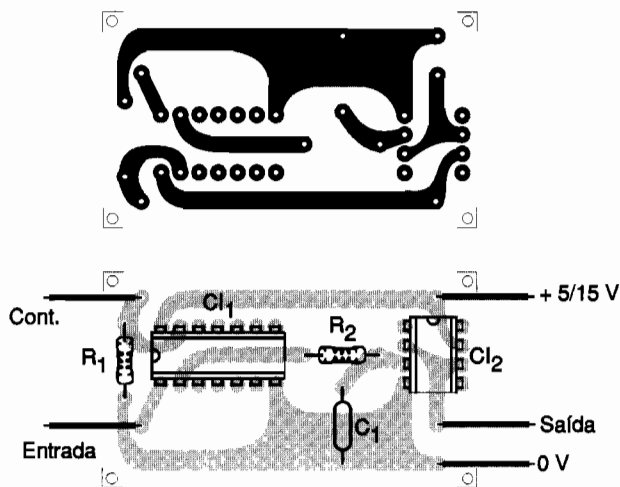


Figura 2

Lista de Material:

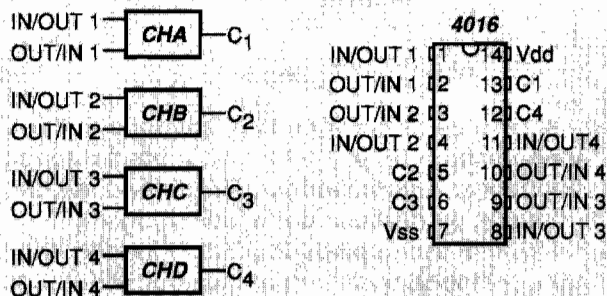
- Cl_1 - 4066 - chaves digitais CMOS
- Cl_2 - CA3140 - amplificador operacional com JFET na entrada
- R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- R_2 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- C_1 - 22 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Quatro Chaves Bilaterais

Este circuito integrado CMOS é formado por 4 chaves independentes bilaterais que tanto podem operar com sinais analógicos quanto digitais.

Para operação com sinais digitais a alimentação é feita com fonte simples de 3 a 15 V. Para operação com sinais analógicos a alimentação é feita com fonte simétrica de +/- 5 V. Na **figura 2** temos a pinagem deste CI.



Características:

- Resistência ON: 250 ohms (5 V)
200 ohms (10 V)
- Frequência máxima de controle: 6,5 MHz (5 V)
8,0 MHz (10 V)
- Corrente quiescente: 0,25 mA (5 V)
0,5 mA (10 V)
- Faixa de tensões de alimentação: 3 a 15 V

Obs.: o 4066 é uma versão melhorada deste circuito em que as resistências ON são menores.

CHAVE DE TOQUE

O circuito da **figura 1** pode ser usado para controlar equipamentos a partir do toque dos dedos em um sensor formado por duas chapinhas próximas. O toque em X_1 ligará o circuito e o toque em X_2 irá desligá-lo. Qualquer amplificador operacional pode ser empregado nesse projeto como, por exemplo, o 741 ou o CA3140, e a fonte de alimentação não precisa ser simétrica. A alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 12 V para operacionais comuns, e menos para tipos que admitirem.

Lista de Material:

Cl₁ - 741, CA3140 ou qualquer outro amplificador operacional

X_1, X_2 - sensores - ver texto

R_1 - 1 M ohms x 1/8 W - marrom, preto, verde

R_2, R_3 - 100 k ohms x 1/8 W -marrom, preto, amarelo

C_1 - 1 μF - capacitor cerâmico ou de poliéster

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

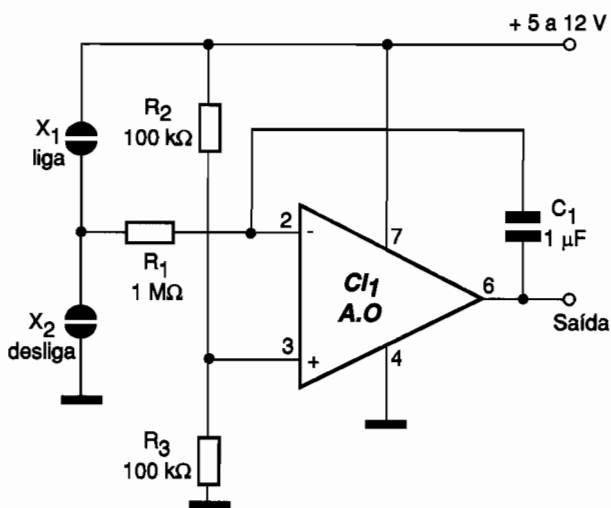


Figura 1

Na **figura 2** damos uma placa de circuito impresso para implementação deste circuito sensor.

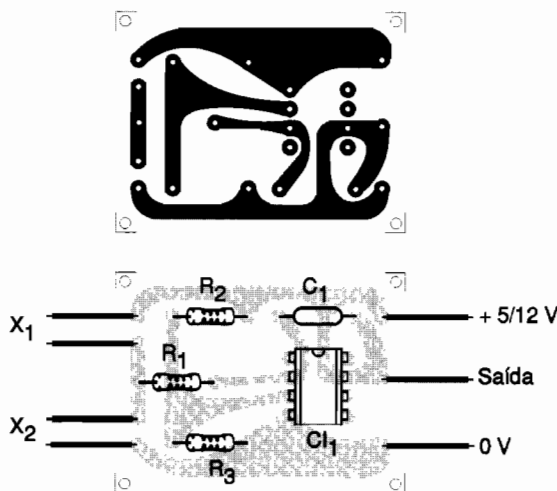
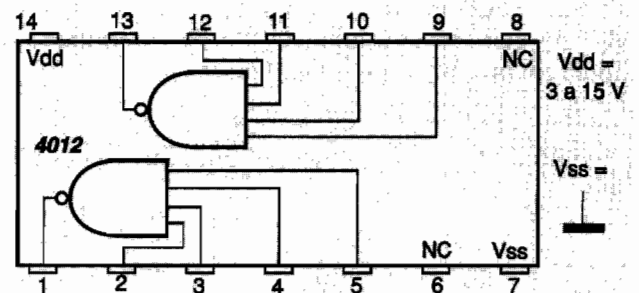


Figura 2

INFORMAÇÃO

4012

Cada uma das duas portas NAND de 4 entradas deste circuito integrado CMOS pode ser usada independentemente.



Características:

Tempo de propagação: 25 ns (10 V)

60 ns (10 V)

Corrente por Cl: 0,4 mA (5 V)

INFORMAÇÃO

LM335/235/135

Sensor de Temperatura de Precisão - Saída Proporcional à temperatura em graus Kelvin - National Semiconductor.

Características:

Corrente inversa máxima: 15 mA

Corrente direta máxima: 10 mA

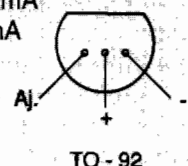
Saída: 10 mV por grau Kelvin

Faixa de temperaturas:

LM335: -40 a $\pm 100^{\circ}\text{C}$.

LM235: -40 °C a +125 °C

LM135: -55 a +150 °C



REFORÇADOR AM/OC

O circuito ilustrado na **figura 1** é usado para aumentar a intensidade dos sinais da faixa de ondas médias (ou curtas) captados por uma antena externa, e aplicá-los a um rádio portátil que não tenha antena telescópica ou cujo rendimento seja baixo. Trata-se de circuito ideal para quem gosta de ouvir estações de ondas médias e curtas, morando em locais afastados das estações (fazendas, etc). A bobina X_1 consiste de algumas espiras de fio comum encapado que são enroladas no radinho que vai ter os sinais reforçados. A antena consiste de um fio longo esticado e isolado do lado externo da casa. A ligação à terra pode ser feita em qualquer objeto de metal de grande porte ou ainda numa barra de metal enterrada. O consumo do circuito é muito baixo, podendo ser usada bateria de 9 V. O choque de RF pode ser do tipo comercial ou fabricado em casa, enrolando-se umas 200 voltas de fio esmaltado num bastão de ferrite comum. Transistores de efeito de campo equivalentes ao BF245 podem ser usados. O circuito vai funcionar bem em frequências até uns 30 MHz.

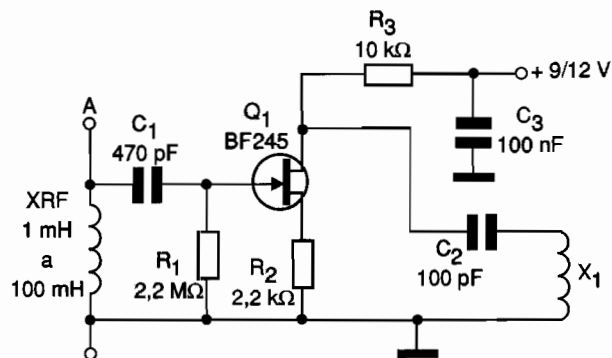


Figura 1

Lista de Material

Q_1 - BF245 - transistor de efeito de campo de junção (JFET)
 XRF - Choque de RF - ver texto
 X_1 - Bobina - ver texto
 R_1 - 2,2 M ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, verde
 R_2 - 2,2 k ohms x 1/8 W - vermelho, vermelho, vermelho
 R_3 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 C_1 - 470 pF - capacitor cerâmico
 C_2 - 100 pF - capacitor cerâmico
 C_3 - 100 nF - capacitor cerâmico
 Diversos: placa de circuito impresso, antena externa, conector de bateria, fios, solda, etc.

Na figura 2 temos uma sugestão de placa de circuito impresso para sua montagem.

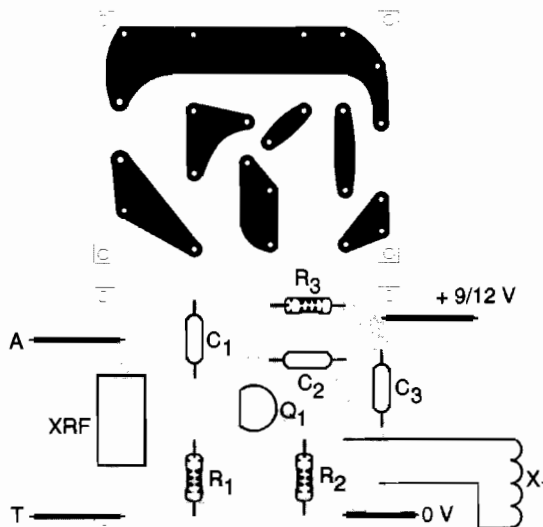


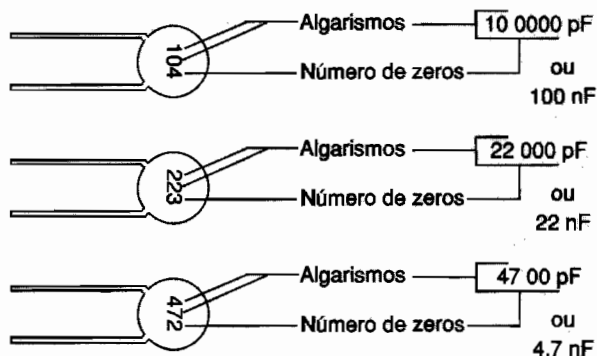
Figura 2

INFORMAÇÃO

Leitura de Códigos de Capacitores Cerâmicos

Um dos códigos mais usados para capacitores cerâmicos (e componentes SMD como resistores e capacitores) é o de três dígitos. Nele, o primeiro e segundo dígitos correspondem aos dois primeiros algarismos do valor do componente (em picofarads para capacitores cerâmicos). O terceiro dígito dá o fator de multiplicação ou quantidade de zeros que deve ser acrescentada. A **figura** abaixo dá exemplos de leituras para capacitores comuns de disco de cerâmica.

Leitura de Capacitores Cerâmicos



CHAVE ÓPTICA

As chaves ópticas são usadas em automatismos, *encoders* de controles de movimento e robótica, e em muitas outras aplicações importantes relacionadas com a mecatrônica e opto-eletrônica.

A chave óptica mostrada na **figura 1** utiliza um LED comum vermelho ou infravermelho como fonte emissora e um fototransistor como receptor. Com a luz incidindo no fototransistor, a tensão no pino 4 do comparador é baixa e a saída se mantém no nível alto. Com o corte da luz no LED por um objeto (cartão, roda perfurada ou denteada, etc.), a tensão no pino 4 sobe e a saída cai a zero. O ponto de disparo (limiar) é ajustado em P_1 . O resistor R_2 determina a sensibilidade do circuito permitindo que o LED fique mais ou menos afastado do sensor. Equivalentes do LM339 podem ser usados e a saída é compatível tanto com lógica CMOS como TTL. O resistor R_1 determina o brilho do emissor (LED) e seu valor depende da tensão aplicada na alimentação do circuito. O valor mínimo é indicado para a tensão de 5 V.

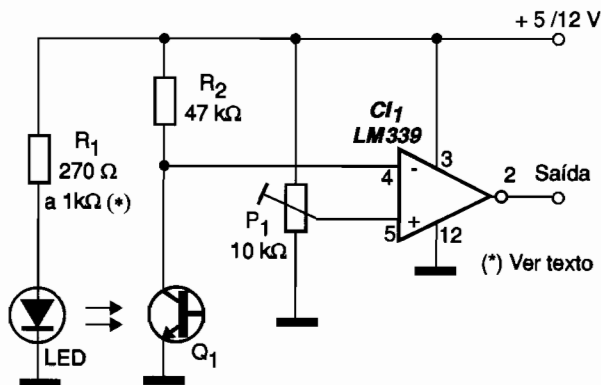


Figura 1

Na **figura 2** ilustramos o modo como o sensor pode ser elaborado para detectar a passagem de objetos.

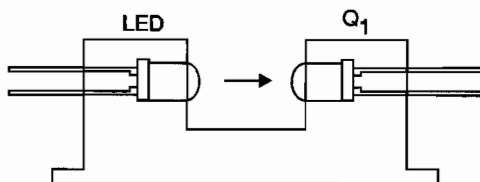


Figura 2

Não damos a placa de circuito impresso, pois ela depende de quais portas do LM339 serão usadas e das demais funções do mesmo circuito no projeto.

Lista de Material:

CI_1 - LM339 - comparador de tensão, circuito integrado

Q_1 - Fototransistor qualquer

LED - LED vermelho ou infravermelho comum

R_1 - 270 ohms a 1 k ohms x 1/8 W - resistor - ver texto

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

P_1 - 10 k ohms - trimpot

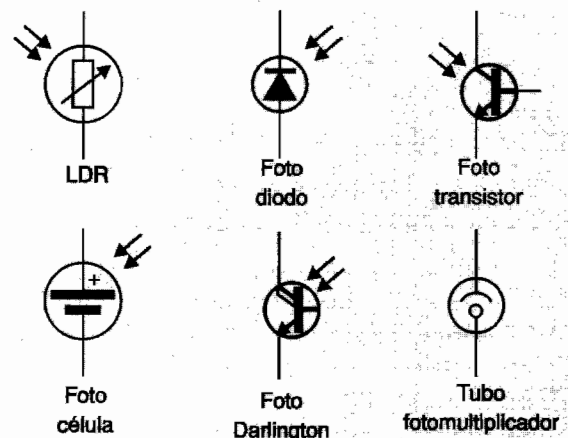
Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Foto-sensores

Na **figura** temos os símbolos para os principais dispositivos foto-sensores usados em aplicações eletrônicas.

Foto - Sensores



Características:

LDR - lento (até 20 kHz), mas controla correntes intensas

Fotodiodo: muito rápido, podendo responder a sinais de até centenas de megahertz conforme o tipo

Fototransistor: muito rápido, mas um pouco menos que o fotodiodo. Tem a possibilidade de amplificar o sinal

Fotocélula: rápido e gera sua própria energia

Foto-Darlington: não muito rápido, mas tem grande sensibilidade.

Tubo Fotomultiplicador - muito sensível, usado em aplicações especiais para detecção de intensidades de luz extremamente pequenas.

MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

O circuito da **figura 1** pode ser usado para avaliação da emissão de sinais de transmissores que operem na faixa de 500 kHz a 100 MHz ou ainda para detectar fontes de emissão de ruído radioelétrico intenso (EMI).

O circuito é aperiódico, ou seja, sem sintonia, detectando sinais numa ampla faixa de frequências, conforme dissemos. A antena é do tipo telescópica e a alimentação é feita com bateria de 6 V. O ajuste do ponto de funcionamento é feito em P_1 .

O instrumento pode ser qualquer miliamperímetro com fundo de escala próximo do indicado. Os capacitores são cerâmicos e XRF é um choque de 10 a 100 μ H.

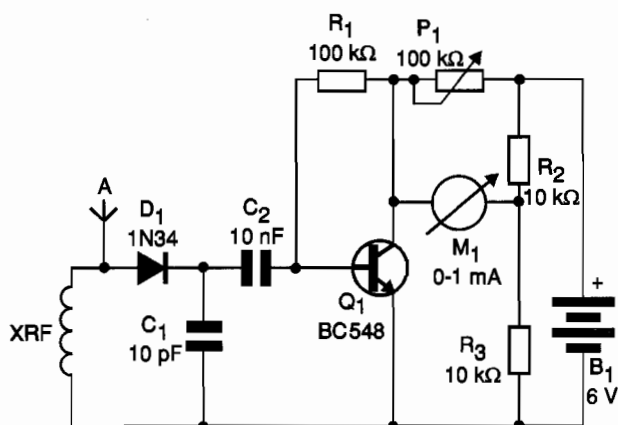


Figura 1

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

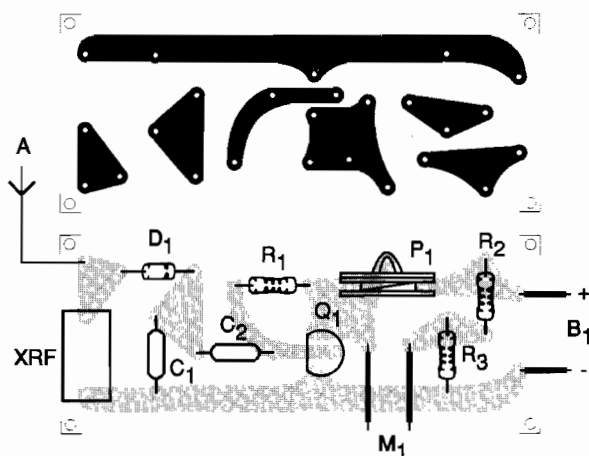


Figura 2

Lista de Material

Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 D_1 - 1N34 ou equivalente - diodo de germânio
 XRF - 10 a 100 μ H - choque de RF
 M_1 - 0-1 mA - miliamperímetro
 B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas
 R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 R_2, R_3 - 10 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
 P_1 - 100 k ohms - trimpot
 C_1 - 10 pF - capacitor cerâmico
 C_2 - 10 nF - capacitor cerâmico
 A - antena telescópica
 Diversos: placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Corrente de Fusão de Fios Comuns

Na tabela a seguir damos as correntes em que se fundem fios condutores feitos com cobre, alumínio ou ferro. Essas correntes dependem não apenas da espessura do fio como também de sua resistência por metro. Por este motivo, o ferro (por ser pior condutor) se funde com mais facilidade ao ser usado num condutor, quando comparado com um condutor de mesma espessura de outros materiais (cobre ou alumínio).

Corrente de Fusão de fios (A)

AWG	Cobre	Alumínio	Ferro
40	1,77	1,31	0,54
38	2,50	1,85	0,77
36	3,62	2,68	1,11
34	5,12	3,79	1,57
32	7,19	5,32	2,21
30	10,2	7,58	3,15
28	14,4	10,7	4,45
26	20,5	15,2	6,31
24	29,2	21,6	8,97
22	41,2	30,5	12,7
20	58,4	43,2	17,9
18	82,9	61,4	25,5
16	117	86,8	36,0
14	166	123	51,1
12	235	174	72,3
10	333	247	102

PISCA-PISCA DE POTÊNCIA

Cargas de até 5 A tais como lâmpadas incandescentes do tipo usado em carros (lanternas), podem ser acionadas no modo piscante com o circuito ilustrado na **figura 1**. Esse circuito encontra aplicações automotivas em sinalização e mesmo em máquinas industriais.

A frequência depende de C_1 e é ajustada de modo fino no *trimpot* P_1 .

Qualquer FET de potência que possa controlar a corrente das lâmpadas usadas é indicado para este circuito.

O FET de potência deve ser montado em radiador de calor. O circuito entra em ação quando a entrada de controle é levada ao nível alto. Para operação direta (sem controle) basta ligar o pino 1 ao pino 2 do mesmo CI.

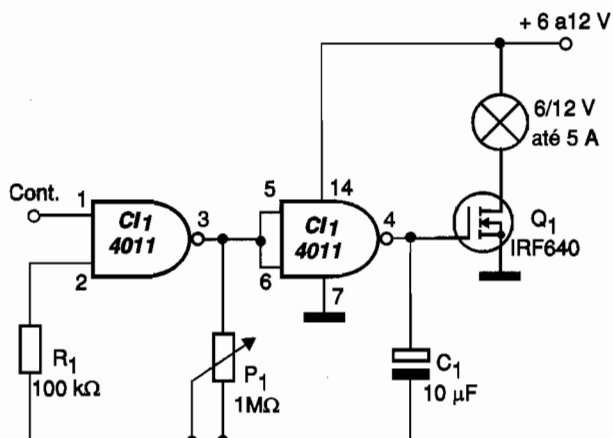


Figura 1

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

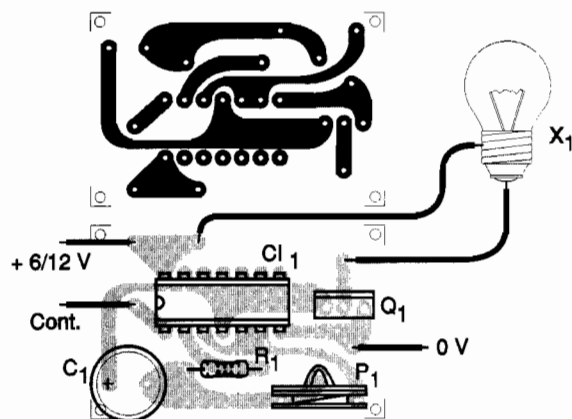


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 4011 - circuito integrado CMOS

Q_1 - MOSFET de potência - qualquer (IRF640, IRF720, etc.)

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

C_1 - 10 μF/ 12V, eletrolítico

P_1 - 1 M ohms - trimpot

X_1 - Lâmpada de 6 ou 12 V, até 5 A

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

INFORMAÇÃO

Portas OU e Não-OU

Na figura temos os símbolos e tabelas-verdade para as portas lógicas OU (NOR) e Não-OU (NOR) de duas entradas.



Porta OU (OR)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



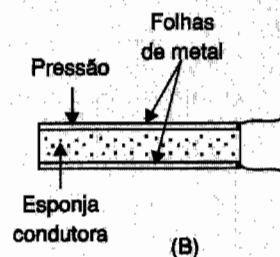
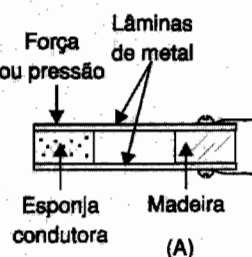
Porta Não OU (NOR)

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

INFORMAÇÃO

Sensor de Pressão

Sensores simples de pressão ou força podem ser elaborados com base nas esponjas condutoras que protegem circuitos integrados. Estas esponjas conduzem a corrente num grau que depende de sua compressão. Podemos elaborar sensores simples colocando pedaços dessas esponjas entre duas chapinhas de metal, conforme mostra a figura.



OSCILADOR DE 1 kHz

O oscilador mostrado na **figura 1** utiliza um dos seis inversores disparadores existentes no circuito integrado 4584 (CMOS). A frequência depende tanto de C_1 quanto da tensão de alimentação. Na verdade, a alimentação pode ser usada para modular o sinal. O sinal produzido é retangular com um ciclo ativo de aproximadamente 50%, pois deve ser considerada a histerese do disparador. O resistor pode ser alterado, assumindo valores entre 10 k ohms e 1 M ohms. Um potenciômetro pode ser empregado no lugar deste resistor para ajustar a frequência do circuito.

Como podemos elaborar o mesmo oscilador com qualquer um dos seis inversores disponíveis no 4584, não será necessário desenhar a placa de circuito impresso, mesmo porque apenas dois componentes externos são necessários. A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 3 a 15 V. O consumo é da ordem de 5 mA.

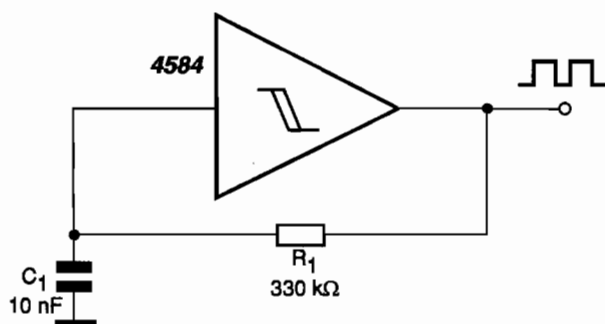


Figura 1

INFORMAÇÃO

Características de Materiais Semicondutores

a) Germânio:

Símbolo..... Ge

Peso atômico..... 72

Densidade..... 5,5 g/cm³

b) Silício:

Símbolo..... Si

Peso atômico..... 28

Densidade..... 5,46 g/cm³

Lista de Material:

CI_1 - 4584 - circuito integrado CMOS

R_1 - 330 k ohms x 1/8 W - resistor - laranja, laranja, amarelo

C_1 - 10 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

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

INFORMAÇÃO

7401

Quatro portas NAND de 2 entradas tipo *Open Collector* (coletor aberto) - veja **figura 2**.

Para usar estas portas devem ser ligados nas saídas resistores de 2,2 k ohms aos +5 V de modo a polarizar os transistores internos com o coletor aberto e assim obter o nível alto quando eles estão no corte.

Características:

Tempo de

propagação: 8 ns (saída 0)

35 ns (circuito aberto)

Corrente por circuito integrado: 8 mA

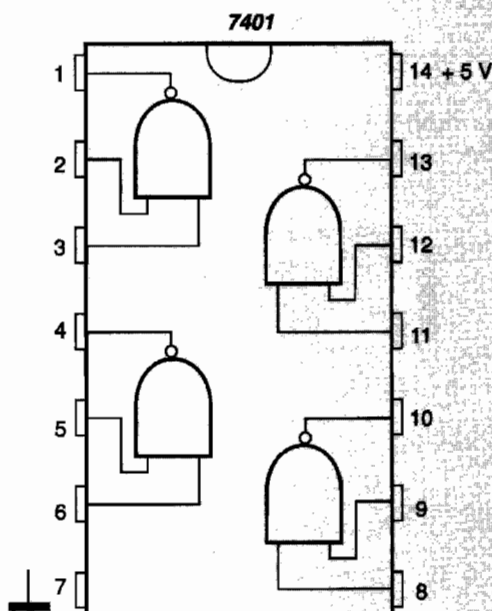


Figura 2

DIVISOR POR 2

O circuito integrado 4013 consiste num *flip-flop* CMOS que pode ser usado para dividir a frequência de um sinal digital por 2. Esse circuito pode operar com sinais de até aproximadamente 5 MHz com uma tensão de alimentação 10 V. A frequência limite será se a tensão de alimentação for menor. O circuito pode funcionar com tensões de 5 a 15 V. Os números dados para a pinagem referem-se aos dois *flip-flops* disponíveis num invólucro do 4013. Como os dois *flip-flops* são independentes, em um podemos obter do mesmo CI dois divisores por 2 ou associá-los de modo a obter um divisor por 4. O circuito é mostrado na **figura 1**.

Como é possível usar qualquer dos divisores nesta função e não são necessários componentes

externos, não será dada a placa de circuito impresso. Lembramos apenas que o sinal de entrada deve ser perfeitamente retangular.

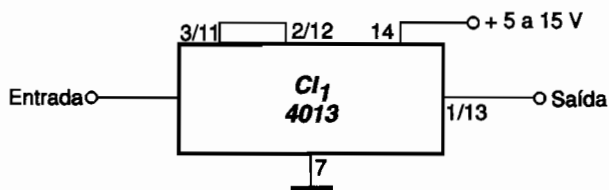


Figura 1

Lista de Material:

CI₁ - 4013 - circuito integrado CMOS

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

INFORMAÇÃO

Corrente máxima num resistor para 50% de sua máxima dissipação

A potência máxima que um resistor dissipa depende da intensidade da corrente circulante de seu valor (resistência em ohms). Na **tabela** ao lado apontamos as correntes máximas que resistores de valores comuns e dissipações padronizadas podem conduzir sem o perigo de ultrapassagem de sua capacidade de dissipação máxima.

Corrente Máxima num Resistor para 50 % de sua Máxima Dissipação

1/8 W 10 ohms 79 mA	1 W 10 ohms 220 mA
47 ohms 36 mA	47 ohms 103 mA
100 ohms 25 mA	100 ohms 70,7 mA
470 ohms 11 mA	470 ohms 32 mA
1 k 7,9 mA	1 k 22 mA
4k7 3,6 mA	4k7 10 mA
1/2 W 10 ohms 158 mA	2 W 10 ohms 316 mA
47 ohms 72 mA	47 ohms 145 mA
100 ohms 50 mA	100 ohms 100 mA
470 ohms 22 mA	470 ohms 46 mA
1 k 15,8 mA	1 k 31,6 mA
4k7 7,2 mA	4k7 14,5 mA

INFORMAÇÃO

Somador Com Amplificador Operacional

Na **figura 2** ilustramos a configuração básica num somador usando um amplificador operacional. A fonte de alimentação deve ser simétrica e a tensão de saída é obtida pela fórmula junto ao diagrama. Observe que, nesta fórmula, os resistores de entrada são iguais. Lembre-se que a tensão de saída não deve superar a tensão de entrada e que tensões negativas são somadas algebricamente nesse circuito.

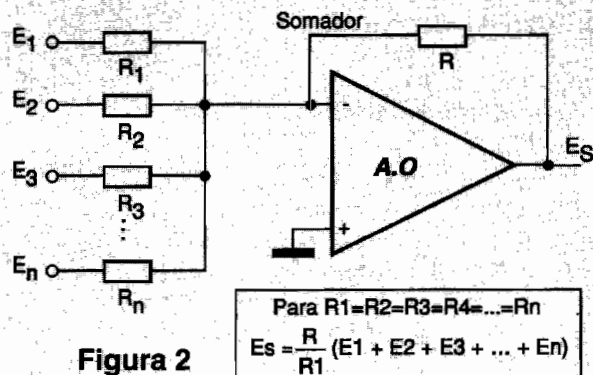


Figura 2

TIMER 555

O *timer* ou temporizador, mostrado na **figura 1**, mantém um relé acionado por intervalos de tempo que podem passar de uma hora, dependendo apenas do ajuste de P_1 . O acionamento é feito pressionando-se por um momento S_1 . O circuito se baseia na configuração monoestável do 555. Temporizações maiores não são recomendáveis dada a influência das fugas do capacitor C_1 no circuito. O relé deve ter contatos de acordo com a carga que será controlada. O circuito pode ser alimentado com tensões de 6 a 12 V, conforme o relé usado.

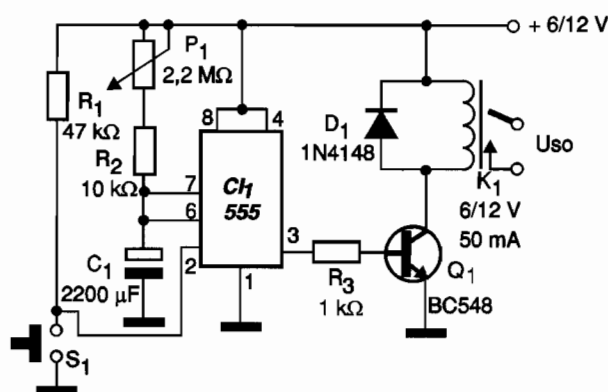


Figura 1

INFORMAÇÃO

Informações Sobre LEDs

Na **tabela** dada a seguir fornecemos algumas informações úteis sobre LEDs, tais como os comprimentos de ondas correspondentes às cores emitidas pelos tipos comuns e as faixas de tensões de acionamento.

LEDs/Tensão/Comprím./Onda

λ (nm)	Cor	Tensão (V)
565	Verde	2,2 - 3,0
590	Amarelo	2,2 - 3,0
615	Laranja	1,8 - 2,7
640	Vermelho	1,6 - 2,0
690	Vermelho	2,2 - 2,9
880	Infravermelho	2,0 - 2,5
900	Infravermelho	1,2 - 1,6

A **figura 2** exibe uma placa de circuito impresso para a montagem deste *timer*. Esta placa é projetada em função de um relé com base DIL para placa. Para outros tipos de relé, o desenho deverá ser alterado. O ajuste da temporização pode ser feito com base num cronômetro comum ou relógio.

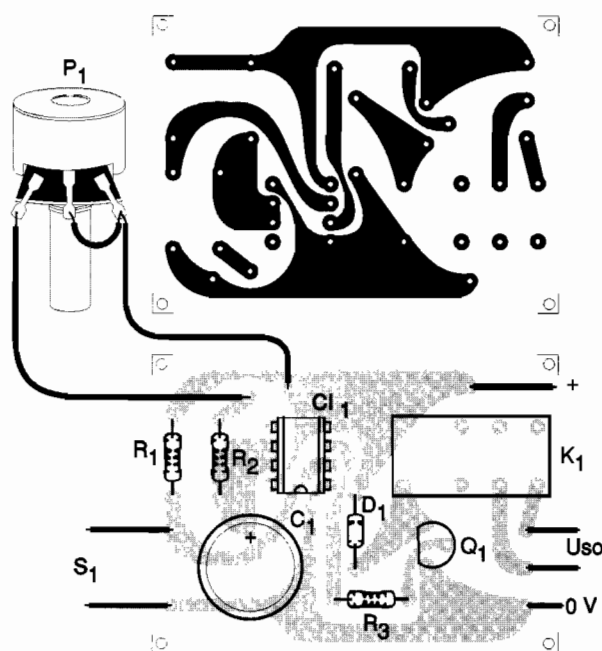


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - 555 - circuito integrado, timer
 Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 D_1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral
 K_1 - Relé de 6 ou 12 V, sensível, com 50 mA de bobina
 R_1 - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_3 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 P_1 - 2,2 M ohms - potenciômetro
 C_1 - 2 200 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
 S_1 - Interruptor de pressão NA
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de alimentação, etc.

OSCILADOR HARTLEY DE 1 MHz

O oscilador ilustrado na **figura 1** gera um sinal em torno de 1 MHz, ajustado de modo fino no capacitor variável CV. Esse capacitor deve cobrir uma faixa aproximada de valores entre 10 e 120 pF. *Trimers* comuns ou variáveis de receptores de ondas médias podem ser usados. L_1 é formada por 70 espiras de fio 28 num bastão de ferrite de aproximadamente 1 cm de diâmetro e 12 cm de comprimento. L_2 é formada por 30 espiras do mesmo fio em continuação a L_1 . O capacitor C_1 é cerâmico e o transistor admite equivalentes. O mesmo circuito pode gerar sinais até uns 30 MHz com alteração no número de espiras da bobina.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste oscilador. O sinal também pode ser retirado de uma bobina

formada por 15 espiras do mesmo fio de L_1 e L_2 sobre estas bobinas (no mesmo núcleo).

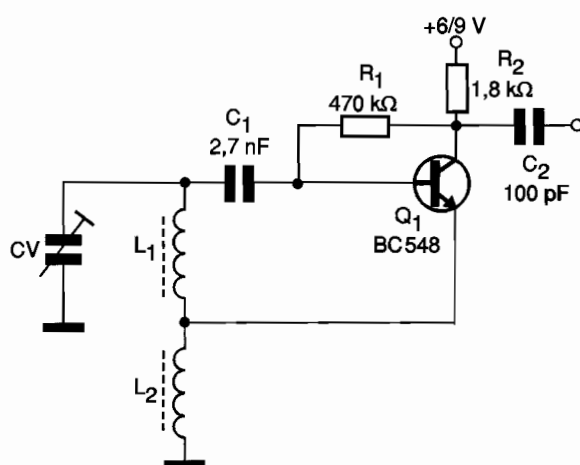


Figura 1

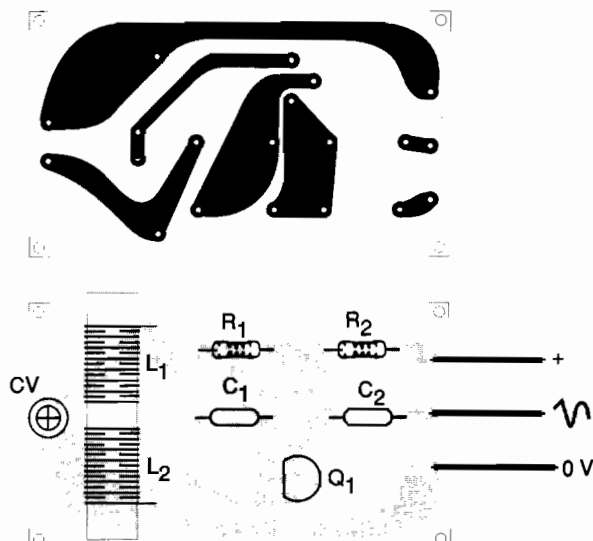


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
 L_1, L_2 - Bobinas - ver texto
 CV - trimmer ou capacitor variável - ver texto
 C_1 - 2,7 nF - capacitor cerâmico
 C_2 - 100 pF - capacitor cerâmico
 R_1 - 470 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo
 R_2 - 1,8 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, cinza, vermelho
 Diversos: placa de circuito impresso, bastão de ferrite, fios esmaltados, fios comuns, solda, etc

INFORMAÇÃO

IRF510/511/512/513

Transistores de efeito de campo de potência (*Power MOSFETs*) de canal N para correntes até 4 A em invólucro plástico TO-220.

IRF510/11/12/13



V_{dss}	IRF510 :	100 V
	IRF511 :	80 V
	IRF512 :	100 V
	IRF513 :	80 V
I_d	IRF510/12 :	4 A
	IRF511/13 :	3,5 A
$R_{ds(on)}$	IRF510/12 :	0,6 Ω
	IRF511/13 :	0,8 Ω

INTERFACE CMOS/TTL

Interfacear circuitos CMOS com circuitos TTL exige cuidados para que o sinal a ser transferido não sofra nenhuma degradação. Para interfacear uma saída CMOS com alimentação de 5 a 15 V com uma entrada TTL (alimentada com 5 V), podemos usar um *buffer* inversor 4049, alimentado com 5 V conforme mostra a **figura 1**. Este *buffer* deve ser alimentado com a mesma tensão TTL. Como cada 4049 possui 6 *buffers* inversores, podemos interfacear 6 canais diferentes de dados da forma indicada.

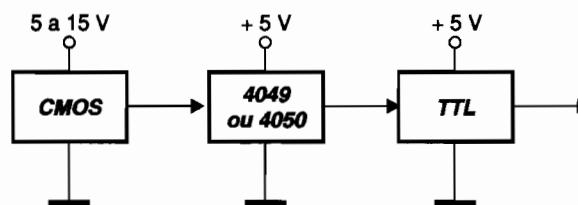


Figura 1

INFORMAÇÃO

a) 4049

Seis inversores CMOS independentes.

Observe que temos uma pinagem diferente da convencional para este circuito integrado com a alimentação positiva feita no pino 1.

Obs.: NC - não conectado

Características:

Corrente máxima drenada/fornecida:

5 V : 5/1,6 mA

10 V : 12/3,6 mA

15 V : 40/12 mA

Tempo de propagação:

5 V - 30 ns

10 V - 20 ns

15 V - 15 ns

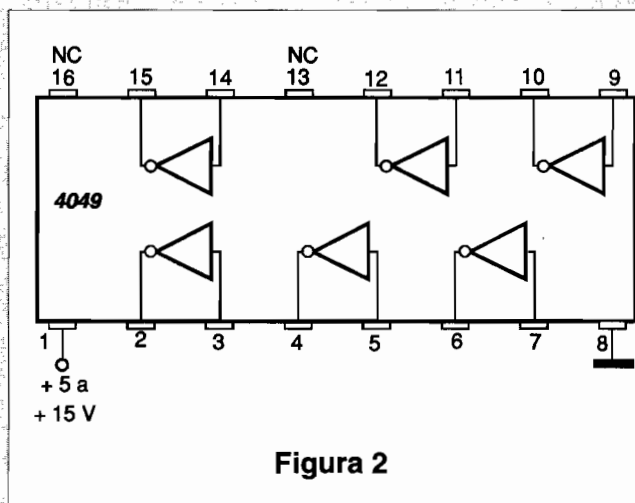


Figura 2

INFORMAÇÃO

a) Oscilador com dois inversores

Na **figura 3** temos a configuração típica de um oscilador RC elaborado em torno de dois inversores (CMOS ou TTL).

Em (a) temos a fórmula exata para calcular a frequência de operação, onde V_{dd} é a tensão positiva de alimentação e V_{TR} é a tensão de limiar (*threshold*). Em (b) temos uma fórmula aproximada que leva em conta apenas R e C.

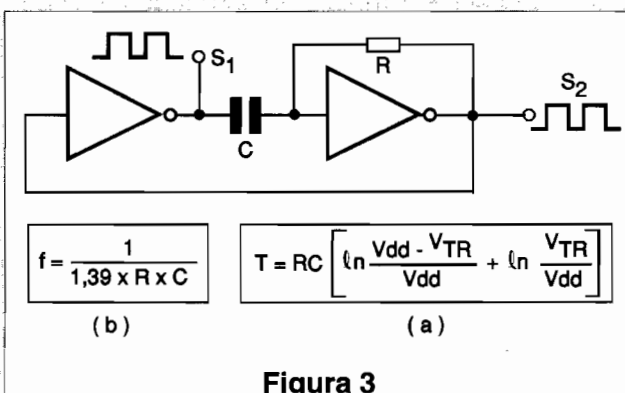


Figura 3

PRÉ-AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

O circuito mostrado na **figura 1** aumenta a intensidade do sinal de uma fonte de alta impedância como, por exemplo, um microfone, possibilitando sua aplicação na entrada de um amplificador de menor ganho. Ele tem consumo muito baixo e por isso pode ser alimentado por pilhas. Os cabos de entrada e saída dos sinais devem ser blindados para que não ocorra a captação de zumbidos. Conforme as características da fonte de sinal, será preciso alterar o valor de R_1 na faixa de 220 k ohms a 1,5 M ohms de modo a se obter o maior ganho com um mínimo de distorção. Transistores equivalentes ao BC548 podem ser empregados nesse projeto. A eventual ligação de um capacitor de 10 μF entre o emissor do transistor e a terra pode ser interessante em alguns casos, para modificar a resposta de frequência do circuito.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso. Observe o uso de fios não blindados nas entradas e saídas, o que é possível apenas se eles forem bem curtos.

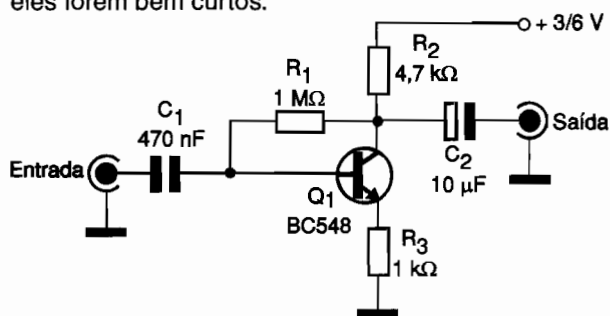


Figura 1

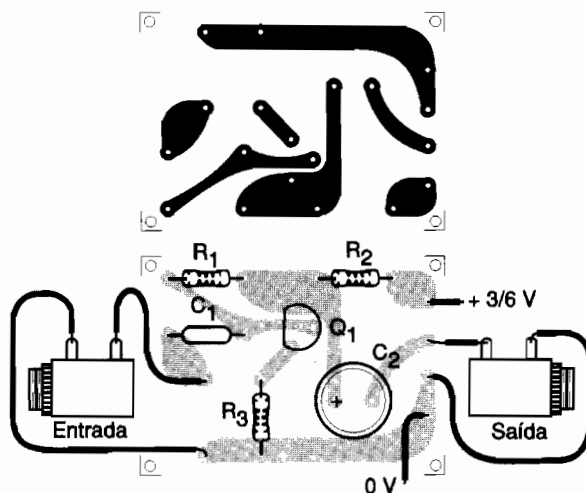


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
 R_1 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_2 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
 R_3 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 C_1 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_2 - 10 μF x 6 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, jaques de entrada e saída, caixa para montagem, suporte de pilhas, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Oscilador Com Inversores

Na **figura 3** temos a configuração de um oscilador usando duas portas ou inversores lógicos que tanto podem ser CMOS quanto TTL. Nesta mesma figura damos a fórmula que permite calcular a frequência de operação. Observe que, nas aplicações práticas, R_s deve ser pelo menos 10 vezes maior do que R . Valores típicos para R_s em circuitos CMOS estão entre 100 k ohms e 1 M ohms.

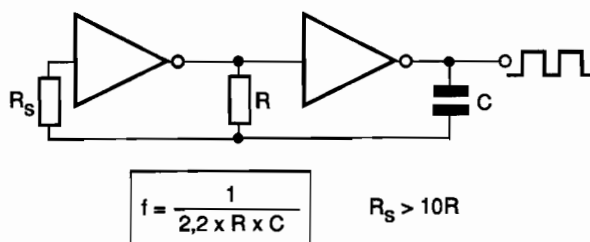


Figura 3

MIXER 741 (MESA DE SOM)

Uma pequena mesa de som de 3 ou mais entradas pode ser elaborada com base no circuito da **figura 1**. Neste circuito, a fonte de alimentação simétrica pode ser formada por dois conjuntos de 4 pilhas pequenas, uma vez que o consumo é bastante baixo. Os fios de entrada e saída dos sinais devem ser blindados para que não ocorra a captação de zumbidos. Mais entradas podem ser agregadas ao circuito. O resistor R_4 determina o ganho do circuito que, neste caso, é de 10 vezes. Um potenciômetro do mesmo valor pode substituir R_4 para que se tenha um ajuste de ganho. Amplificadores operacionais equivalentes ao 741, inclusive tipos que operam com tensões menores, podem ser usados.

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

Lista de Material

CI_1 - 741 ou equivalente - amplificador operacional

R_1, R_2, R_3 - 100 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo

R_4 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde

C_1 - 1 μF - capacitor de poliéster

Diversos: placa de circuito impresso, fonte simétrica, jaques de entrada e de saída, caixa para montagem, fios, solda, etc.

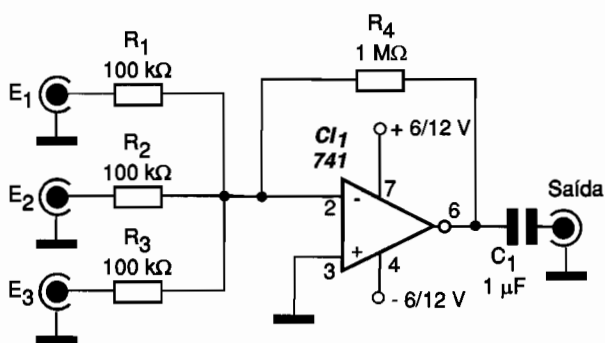


Figura 1

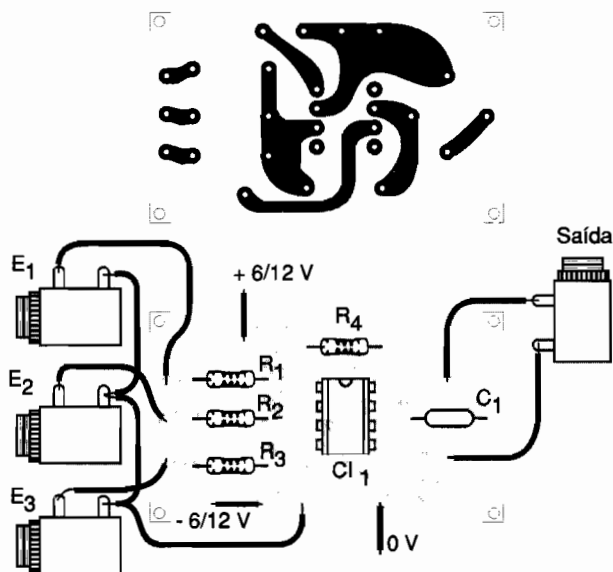


Figura 2

INFORMAÇÃO

Diodos Zener de 1N5226 a 1N5257

Na tabela abaixo damos as tensões zener de alguns diodos que seguem a nomenclatura americana.

Zener 1N5226 a 1N5257 (I) 500 mW

Tipo	V_Z (V)
1N5226	3,3
1N5227	3,6
1N5228	3,9
1N5229	4,3
1N5230	4,7
1N5231	5,1
1N5232	5,6
1N5233	6,0
1N5234	6,2
1N5235	6,8
1N5236	7,5
1N5237	8,2
1N5238	8,7
1N5239	9,1
1N5240	10,0
1N5241	11,0

Luz Rítmica

Ligando o circuito da **figura 1** na saída de um amplificador de áudio a partir de 0,5 W, e ajustando-se P_1 , a lâmpada X_1 irá piscar no mesmo ritmo da música cujo sinal é aplicado à entrada do amplificador. A saída pode ser ligada nos mesmos bornes do amplificador que alimentam os alto-falantes. O transformador T_1 pode ser de alimentação com primário de 110 V e secundário de 6 V com qualquer corrente na faixa de 200 a 500 mA. O SCR terá sufixo B se a rede for de 110 V, e sufixo D, se a rede for de 220 V. Até 300 W de lâmpadas podem ser alimentados na rede de 110 V e o dobro na rede de 220 V. O capacitor C_1 determina a resposta de frequência do circuito. Valores maiores fazem com que o circuito responda mais aos sons graves. O SCR deve ser dotado de radiador de calor. R_x depende da potência do amplificador, conforme a seguinte tabela:

Potência	R_x
0 - 5 W	10 ohms x 1 W
5 a 20 W	47 ohms x 1 W
20 a 100 W	100 ohms x 1 W
100 a 250 W	220 ohms x 2 W

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desta luz rítmica. Observe que ela está ligada diretamente à rede de energia e, portanto, deve ser protegida para se evitar choques por contatos indevidos.

INFORMAÇÃO

Tabela de Resistividades de Materiais (ρ)

Tabela de ρ	
Alumínio	0,029
Antimônio	0,417
Bronze	0,067
Chumbo	0,22
Cobre puro	0,126
Constantan	0,5
Estanho	0,115
Grafite	13
Ferro puro	0,096
Latão	0,067
Mércúrio	0,96
Nicromo	1,1
Níquel	0,087
Ouro	0,024
Prata	0,0158
Tungstênio	0,055
Zinco	0,056

Lista de Material:

SCR - TIC106B ou D - Diodo Controlado de Silício
 D_1 - 1N4004 - diodo de silício
 T_1 - Transformador - ver texto
 R_x - resistor conforme a potência do amplificador - ver texto
 R_1 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_2 - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 P_1 - 10 k ohms - potenciômetro
 C_1 - 22 nF a 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 X_1 - Lâmpada de 110 V ou 220 V - de 5 a 300 W
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, caixa para montagem, cabo de força, soquete para a lâmpada, fios, solda, etc.

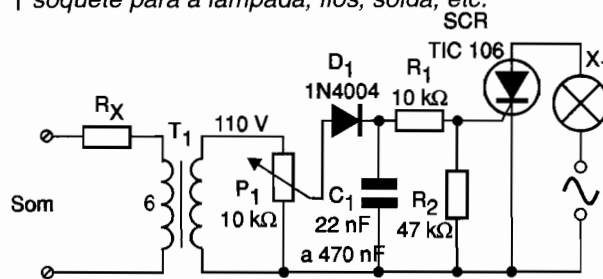


Figura 1

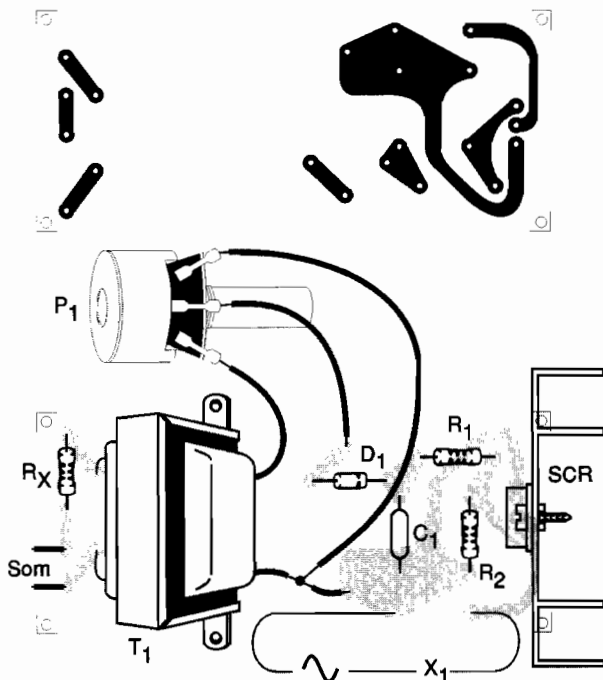


Figura 2

OSCILADOR COM COMPARADOR DE TENSÃO

O oscilador retangular apresentado na **figura 1** gera um sinal cuja frequência depende do valor de C e pode chegar aos 500 kHz para comparadores como o LM339. A alimentação pode ser feita com tensões de 5 a 12 V e o consumo é muito baixo, não exigindo o uso de fonte simétrica. Outros comparadores, equivalentes ao LM339, podem ser empregados. O valor de C para uma frequência em torno de 1 kHz é 47 nF.

Na **figura 2** mostramos uma placa de circuito impresso em que um dos quatro comparadores de

um LM339 é usado para implementar este oscilador. Como os demais comparadores são independentes eles podem ser utilizados para outras finalidades, inclusive três outros osciladores como este.

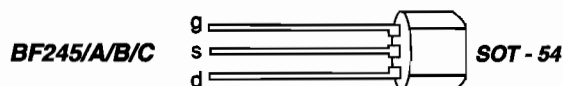


Figura 2

Lista de Material:

CI₁ - 1/4 LM339 - comparador de tensão - circuito integrado

R₁, R₂, R₃, R₄ - 100 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo

R₅ - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

C - 1 nF a 220 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

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

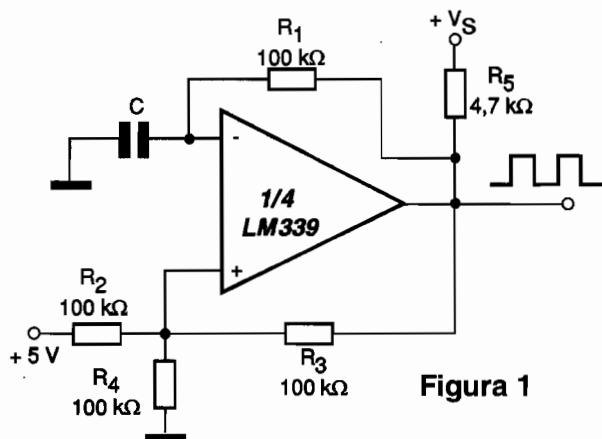


Figura 1

INFORMAÇÃO

BF245A/B/C

Transistores de efeito de campo de junção - JFET - canal N

Características

	BF245 A	BF245 B	BF245 C	
V _{ds}	30	30	30	V
P _{tot}	300	300	300	mW (75 °C)
-I _{gss} (máx)	5	5	5	nA
I _{dss}	2-6,5	6-15	12-25	mA
-V _(p) GS _{máx}	8	8	8	V
[y _{fs}] min (f=1kHz)	3	3	3	mA/V
C _{rs} (tip)	1,1	1,1	1,1	pF
F _(tip)	1,5	1,5	1,5	dB

Divisor de Tensão

Na **figura 3** temos a configuração típica de um divisor de tensão com dois resistores.

Neste circuito a tensão de saída (V_s) é calculada em função da tensão de entrada (V_e) e dos valores dos resistores (R₁ e R₂), utilizando-se a fórmula apresentada junto à figura.

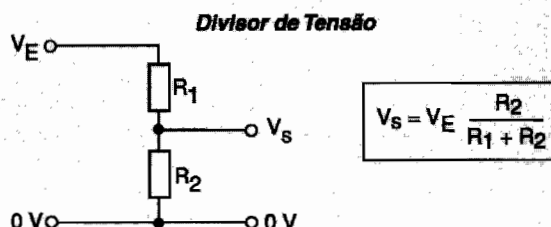


Figura 3

$$V_s = V_E \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

FONTE SEM TRANSFORMADOR

Esta fonte de alimentação sem transformador (FAST) pode ser usada para alimentar aparelhos de baixo consumo que precisem de tensões contínuas de 1,5 V a 12 V. A corrente não deve exceder os 20 mA tipicamente. Calculadoras, relógios, cronômetros e instrumentos de medida podem ser alimentados pelo circuito mostrado na **figura 1**. O capacitor C_1 deve ser de poliéster com uma tensão de trabalho de 200 V se a rede for de 110 V, e pelo menos 350 V, se a rede for de 220 V. Para a rede de 110 V, o capacitor será de 470 nF, e para a rede de 220 V, deve ser de 220 nF. Os diodos são 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V) e o diodo zener é de 1 W com a tensão que deve ser obtida na saída do circuito. O capacitor C_2 deve ter uma tensão de trabalho pelo menos 40% a mais que a tensão de saída.

Na **figura 2** temos uma placa de circuito impresso para esta fonte, lembrando que ela não possui isolamento algum da rede de energia e que, portanto, deve ficar bem fechada em caixa de material isolante.

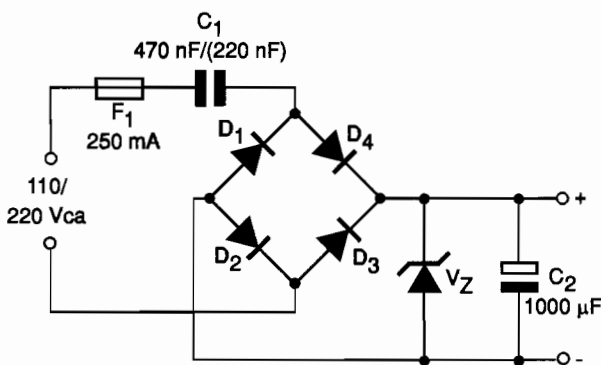


Figura 1

Lista de Material:

D_1 a D_4 - 1N4004 ou 1N4007 - diodo de silício, conforme rede de energia
 V_Z - Diodo zener de 1,5 a 12 V x 1 W
 F_1 - Fusível de 250 mA
 C_1 - 470 µF ou 220 µF - capacitor de poliéster - ver texto
 C_2 - 1 000 hF - capacitor eletrolítico - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, cabo de força, suporte para fusível, fios, solda, etc.

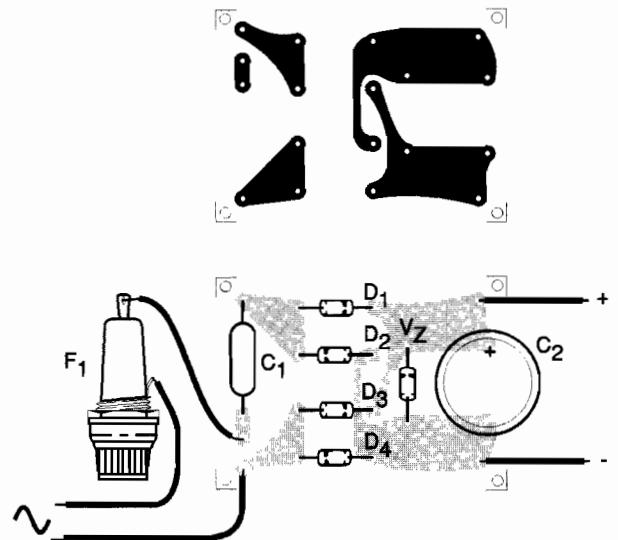


Figura 2

INFORMAÇÃO

1N34/1N34A

Estes são diodos de germânio bastante tradicionais, servindo para aplicações gerais em detecção, clipagem e sinais lógicos onde se deseja uma baixa queda de tensão no componente. Na **figura 3** temos o aspecto deste componente.

Características:

1N34:

Prv..... 60 V

V_F ($I_F = 8,5$ mA)..... 1,0 V

I_R 15 mA

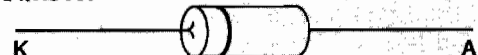
1N34A

Prv 60 V

V_F ($I_F = 5,0$ mA) 1,0 V

I_R 30 mA

1N34/1N34 A



REGULADOR NEGATIVO DE TENSÃO DE 12 V

O circuito apresentado na **figura 1** é um regulador negativo de tensão de 12 V de saída e que pode alimentar cargas de até 500 mA. O diodo zener tem uma tensão 0,6 V maior do que a desejada na saída para compensar a queda de tensão na junção base-emissor do transistor. O transistor admite equivalentes e deve ser montado em um radiador de calor. O diodo zener é de 400 mW de dissipação ou maior e

os capacitores devem ter uma tensão de trabalho maior do que a que aparece sobre eles em operação normal.

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

O capacitor C_1 poderá ser omitido, se já existir na fonte não regulada que irá alimentar o circuito.

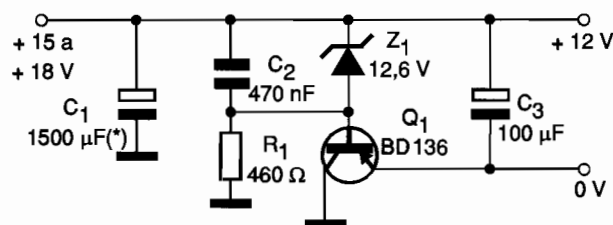


Figura 1

Lista de Material:

Q_1 - BD136 ou equivalente - transistor PNP de média potência

Z_1 - 12,6 V x 400 mW - diodo zener

R_1 - 470 Ω x 1/4 W - resistor - amarelo, violeta, marrom

C_1 - 1 500 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico - ver texto

C_2 - 470 nF - capacitor cerâmico ou poliéster

C_3 - 100 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico

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

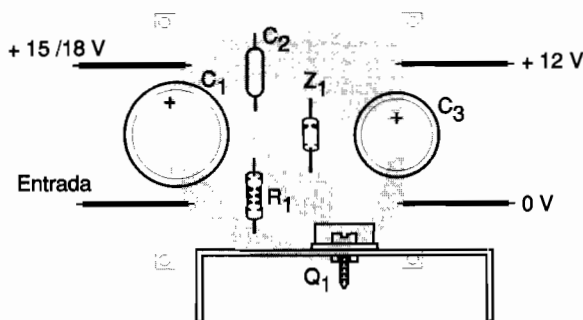


Figura 2

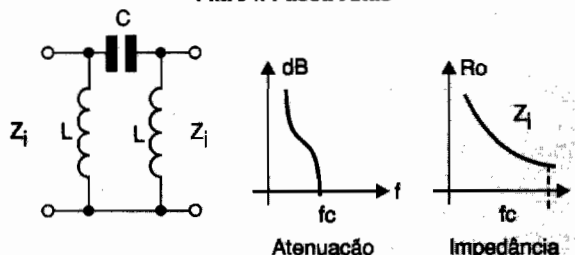
INFORMAÇÃO

Filtro π Passa-Altas

O filtro mostrado na **figura ao lado** utiliza dois indutores e um capacitor deixando passar com facilidade os sinais acima da frequência de corte (f_c).

R_o é a impedância da linha e na mesma figura temos as fórmulas para cálculo dos componentes deste filtro. Os gráficos fornecem a atenuação e a impedância do filtro como função da frequência.

Filtro π Passa-Altas



$$L = \frac{R_o}{2\pi f_c}$$

$$C = \frac{1}{4\pi f_c R_o}$$

CONVERSOR LUZ - TENSÃO

Uma intensidade luminosa é convertida diretamente numa tensão entre 6 V e a tensão determinada pelo valor de R_1 , utilizando-se o circuito da **figura 1**. O sensor é um LDR comum e, dependendo da corrente de carga, o circuito integrado deve ser montado em radiador de calor. A tensão de entrada deve ficar entre 8 V e 2 V acima da tensão máxima desejada na saída.

O valor de C determina a inércia do circuito, sendo indicados valores elevados para o caso de se necessitar que o circuito não responda a pulsos rápidos de luz.

Os valores indicados para este componente estão na faixa de 100 nF a 100 μ F. A corrente máxima de saída do circuito é de 1 A.

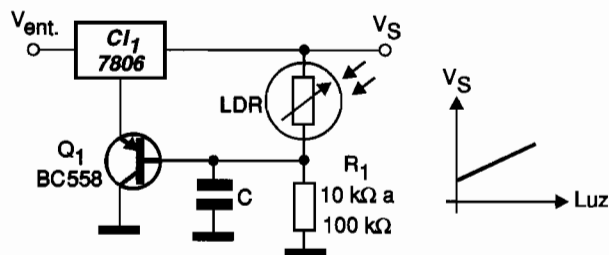


Figura 1

Uma sugestão de placa de circuito impresso para este conversor é mostrada na **figura 2**. O sensor pode ser montado distante do circuito, não havendo necessidade de fio blindado para sua ligação.

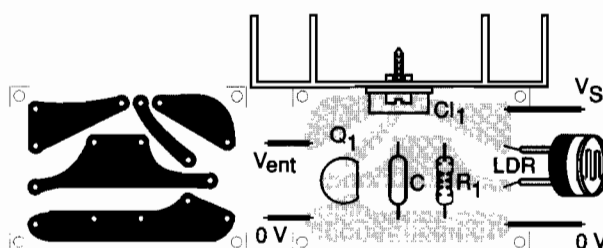


Figura 2

Lista de Material:

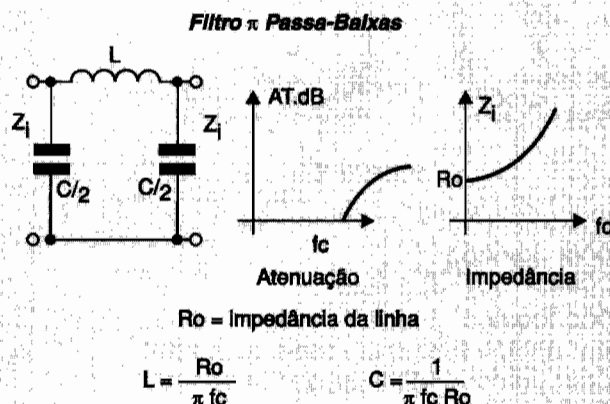
CI_1 - 7806 - circuito integrado regulador de tensão
 Q_1 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
 LDR - LDR comum redondo
 R_1 - 10 k ohms a 100 k ohms - resistor de 1/8 W
 C - capacitor - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Filtro π Passa-Baixas

No filtro da **figura ao lado** sinais de frequências abaixo da frequência de corte encontram um mínimo de atenuação.

Na mesma figura temos as fórmulas para o cálculo dos elementos do filtro e também os gráficos da atenuação e impedância como função da frequência.



OSCILADOR A CRISTAL COM FET

O oscilador ilustrado na **figura 1** pode gerar sinais de até uns 30 MHz, tendo sua frequência controlada por um cristal de quartzo.

O choque de RF pode ter valores entre 470 μ H e 2,2 mH, com o valor médio indicado de 1 mH. O transistor de efeito de campo admite equivalentes como o MPF102 e o capacitor C_1 deve ser cerâmico. A corrente consumida por este circuito fica em torno de 10 mA.

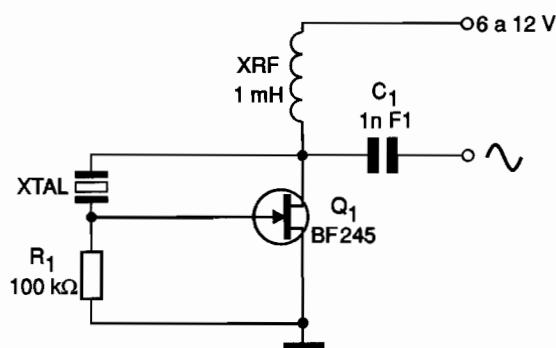


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para este circuito.)

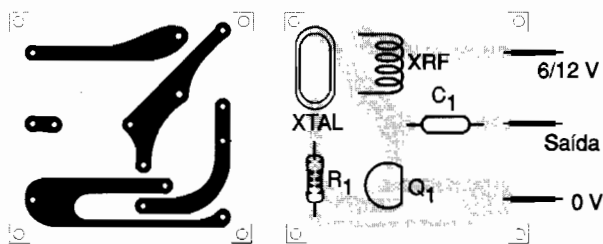


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - BF245 - FET de junção
 XRF - Choque de 1 mH
 XTAL - 100 kHz a 30 MHz - cristal de quartzo
 R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 C_1 - 1 nF - capacitor cerâmico
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Alfabeto Fonético Internacional

Este alfabeto é usado internacionalmente para "soletrar" palavras em radiocomunicações, telecomunicações e em muitos outros casos em que o entendimento se torna difícil.

Alfabeto Fonético Internacional

A	Alfa
B	Bravo
C	Charlie
D	Delta
E	Echo
F	Foxtrot
G	Golf
H	Hotel
I	Índia
J	Juliet
K	Kilo
L	Lima
M	Mike

N	November
O	Oscar
P	Papa
Q	Quebec
R	Romeo
S	Sierra
T	Tango
U	Uniform
V	Victor
W	Whiskey
X	X-ray
Y	Yankee
Z	Zulu

INFORMAÇÃO

Frequências de Rádiodifusão e TV

Na tabela abaixo damos as faixas de frequências ocupadas pelos principais serviços de TV e Rádiodifusão.

Nesta tabela não estão incluídas as frequências dos canais de TV a cabo e os serviços via satélite.

Frequências de radiodifusão e TV

	Faixa de frequências	Número de canais	Largura de cada canal
Rádio AM (ondas médias)	535-1605 KHz	107	10 KHz
Rádio FM	88-108 MHz	100	200 KHz
TV VHF (canais baixos)	54-88 MHz	5	6 MHz
TV VHF (canais altos)	174-216 MHz	7	6 MHz
TV VHF	470-890 MHz	70	6 MHz

CAPACITOR DIGITAL

Com o circuito da **figura 1** é possível controlar digitalmente a capacitância colocada em um outro circuito numa faixa que depende de C_1 a C_4 . Esses capacitores são ligados em série e isoladamente, conforme as chaves digitais de S_1 a S_4 sejam fechadas ou abertas pelos níveis lógicos aplicados às suas entradas. Este circuito pode ser usado para controlar a frequência de um oscilador ou a faixa passante de um filtro através dos sinais aplicados às entradas de A até D. A base do projeto é o circuito integrado 4066 que consiste em 4 chaves analógico/digitais. O circuito pode ser alimentado com tensões de 3 a 15 V. Com 5 V de alimentação ele pode ser controlado diretamente pela porta paralela de um PC.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a implementação deste circuito usando capacitores de poliéster na faixa de 0 a 100 nF. Ele poderá fornecer 16 capacitâncias diferentes, dadas pela combinação dos níveis lógicos das entradas, dentro da faixa de 10 nF a 100 nF.

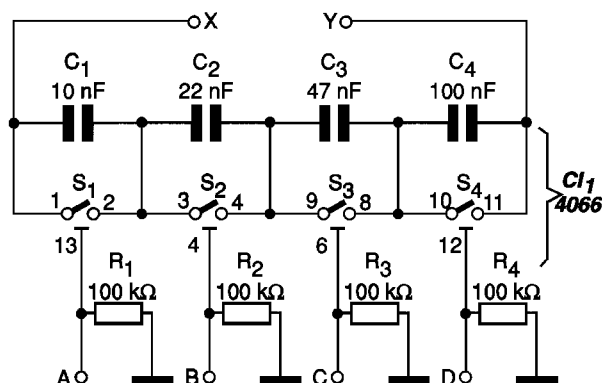


Figura 1

Lista de Material:

CI_1 - 4066 - 4 Chaves analógico/digitais CMOS
 R_1 a R_4 - 100 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo
 C_1 - 10 nF - capacitor de poliéster
 C_2 - 22 nF - capacitor de poliéster
 C_3 - 47 nF - capacitor de poliéster
 C_4 - 100 nF - capacitor de poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

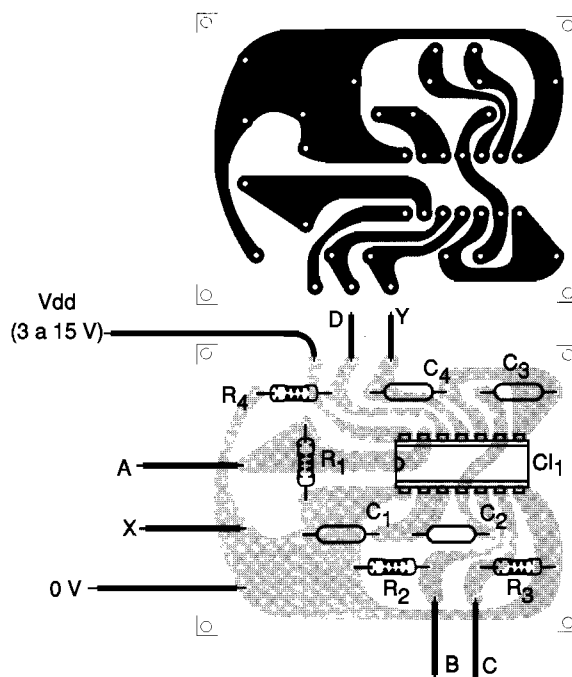


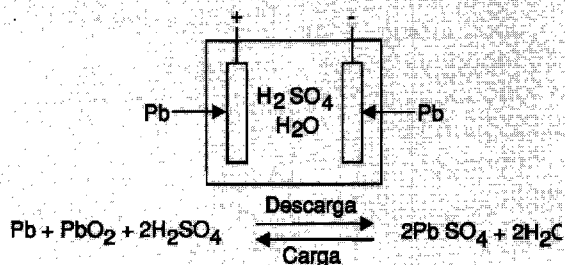
Figura 2

INFORMAÇÃO

Acumulador Chumbo-Ácido

Este tipo de acumulador usa placas de chumbo como eletrodos e fornece uma tensão de saída em aberto (fem) de 2 V. Na **figura 3** temos a sua construção básica com o eletrólito, que é uma solução de ácido sulfúrico diluído em água. Na mesma figura temos a reação química que ocorre no processo de carga e descarga.

Acumulador Chumbo - Ácido



FONTE AJUSTÁVEL 1,25 a 15 V x 3 A

A fonte de alimentação cujo circuito é apresentado na **figura 1** pode fornecer tensões ajustadas na faixa de 1,25 V a 15 V (aproximadamente) com corrente de saída de até 3 A.

Maiores tensões (até 25 V) podem ser obtidas com transformadores de maior tensão de secundário. O circuito integrado deve ser montado num radiador de calor e um fusível de 1 A pode ser acrescentado ao primário do transformador para maior segurança de operação.

O capacitor eletrolítico C_1 deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 25 V.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para esta fonte. As trilhas de maior corrente devem ter pelo menos 3 mm de largura.

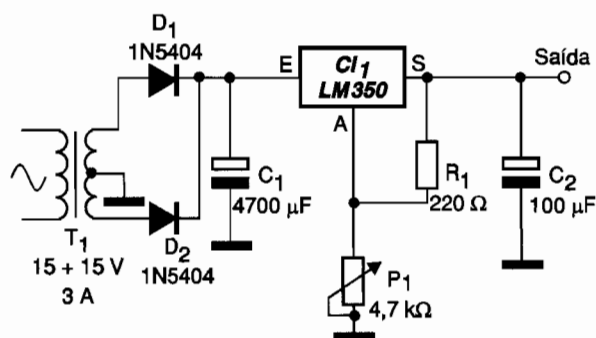


Figura 1

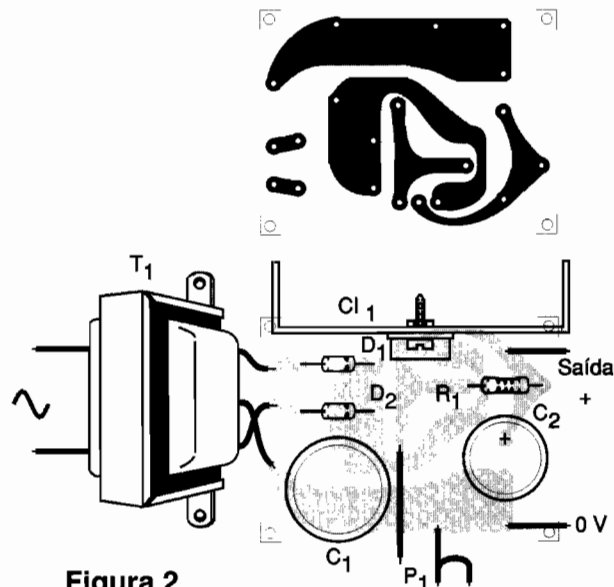


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - LM350T - circuito integrado regulador de tensão

D_1, D_2 - 1N5404 - diodos retificadores

T_1 - Transformador com enrolamento primário de acordo com a rede e secundário de 15+15 V ou 18+18 V x 3 A

C_1 - 4700 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico

C_2 - 100 μ F x 25 V - capacitor eletrolítico

R_1 - 220 ohms x 1 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom

P_1 - 4,7 k ohms - potenciômetro linear comum

Diversos: cabo de força, fusível de entrada (ver texto), radiador de calor, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Portas OU-Exclusivo e Não-OU-Exclusivo

Na **figura** ao lado damos os símbolos e tabelas-verdade para as portas lógicas OU Exclusivo (*Exclusive-OR*) e Não OU Exclusivo (*Exclusive-NOR*).



OU Exclusivo (X - OR)

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Não - OU Exclusivo (X - NOR)

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

LED 110/220 V

Podemos alimentar LEDs diretamente pela rede de energia de 110 V ou 220 V? A resposta para isso está no circuito da **figura 1**. O resistor R_1 tem valor que depende da rede de energia. O valor entre parêntesis é para a rede de 220 V. Mostramos apenas dois LEDs em série, mas o mesmo circuito pode ser usado para quantidade de LEDs variando entre um e seis, sem problemas. A função do diodo D_1 é evitar que os LEDs sejam polarizados com tensões inversas elevadas, o que poderia causar-lhes danos.

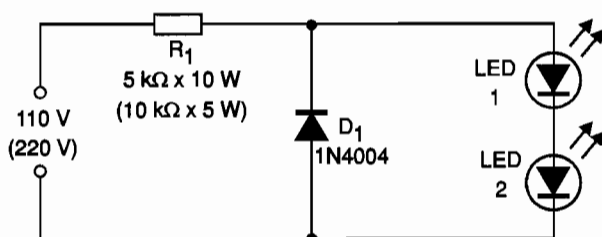


Figura 1

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

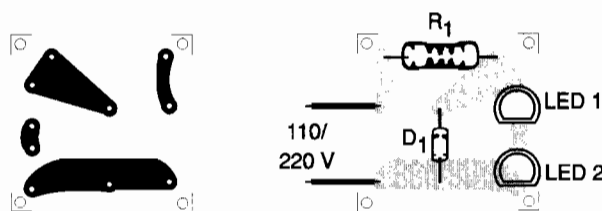


Figura 2

Lista de Material:

D_1 - 1N4004 - diodo de silício (1N4007 para a rede de 220 V)

LED1, LED2 - LEDs comuns de qualquer cor

R_1 - 5 k ohms x 10 W (rede de 110 V) ou 10 k ohms x 5 W (rede de 220 V) - resistor de fio

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

INFORMAÇÃO

Padrão NAB Para Fitas Magnéticas

Para os colecionadores de gravações antigas que desejam recuperá-las passando para CDs, a **tabela** ao lado fornece os valores de equalização para uma velocidade de 7 1/2 polegadas por segundo.

Padrão NAB para Fitas Magnéticas

Tabela para 7 1/2 polegadas por segundo

Frequência (Hz)	Resposta (dB)	Frequência (Hz)	Resposta (dB)
20	-8,6	1k5	0,9
25	-7,0	2k	1,45
30	-5,8	2k5	2,1
40	-4,1	3k	2,75
50	-3,0	4k	4,1
60	-2,3	5k	5,4
70	-1,8	6k	6,6
80	-1,4	7k	7,7
90	-1,2	8k	8,6
100	1,0	9k	9,5
150	-0,45	10k	10,35
200	-0,2	11k	11,1
250	-0,1	12k	11,8
300	-0,1	13k	12,5
400	0	14k	13,1
500	0,1	15k	13,6
600	0,1	16k	14,2
700	2,0	17k	14,7
800	0,2	18k	15,2
900	0,3	19k	15,6
1k	0,4	20k	16,1

LUZ DE TEMPO

No circuito da **figura 1**, quando o interruptor de pressão NA é pressionado por um momento, o capacitor C_1 carrega-se e mantém o transistor Q_1 polarizado no corte, o que faz com que a lâmpada X_1 acenda. A partir do momento em que S_1 é solto, o capacitor descarrega-se lentamente através de R_1 até o momento em que o transistor começa a aumentar sua resistência e a lâmpada tem seu brilho reduzido até apagar. O tempo de descarga é determinado tanto pelo valor de C_1 quanto pelo valor de R_1 . No diagrama temos as faixas indicadas de valores para esses componentes. O transistor pode ser qualquer MOSFET de potência de canal N como o IRF540 ou equivalente. A alimentação do circuito é feita com tensões na faixa de 6 a 12 V, de acordo com a lâmpada usada.

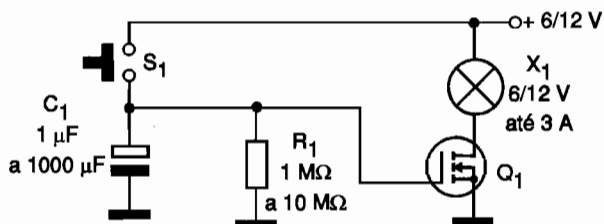


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a implementação deste temporizador. O FET de potência deve ser montado num radiador de calor.

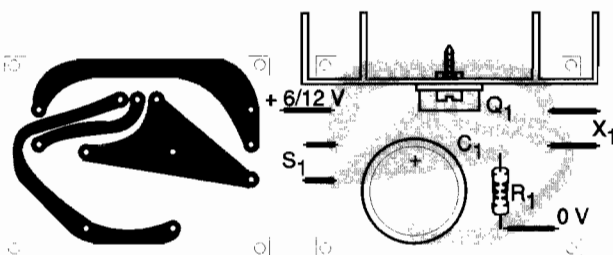


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - IRF540 ou qualquer MOSFET de potência de canal N
 S_1 - Interruptor de pressão NA
 C_1 - 1 a 1000 μF x 16 V - capacitor eletrolítico - ver texto
 R_1 - 1M a 10 M x 1/8 W - resistor - ver texto
 X_1 - Lâmpada de 6 ou 12 V até 3 A de corrente
 Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, fonte, suporte para a lâmpada, fios, solda, etc.

FOTO-RECEPTOR

O circuito da **figura 1** pode ser usado para receber radiação modulada, aplicando-a a um circuito decodificador. O circuito de polarização garante uma elevada sensibilidade e velocidade de resposta que pode chegar a alguns megahertz. Fototransistores equivalentes podem ser empregados e a alimentação deve ficar entre 9 e 12 V para melhor desempenho. Outras tensões de alimentação podem ser usadas, conforme o transistor, mas os resistores de polarização precisam ter seus valores alterados. Recursos ópticos como lentes e tubos de focalização podem ser usados para se obter maior diretividade e sensibilidade.

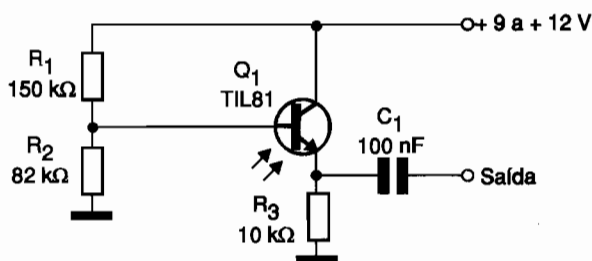


Figura 1

Na **figura 2** apresentamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a implementação deste sensor.

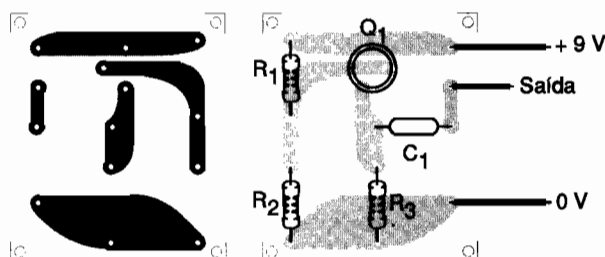


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - TIL81 ou equivalente - fototransistor
 R_1 - 150 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, verde, amarelo
 R_2 - 82 k ohms x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, laranja
 R_3 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

AMPLIFICADOR COM O 7806 OU 7812

A configuração pouco comum mostrada na **figura 1** pode ser usada para modular uma lâmpada de 6 ou 12 V com corrente de até 1 A, a partir de um sinal de áudio. A tensão aplicada à lâmpada irá variar entre 6 ou 12 V, dependendo da intensidade do sinal de entrada. O circuito não suporta sinais de frequências muito elevadas, da mesma forma que lâmpadas incandescentes têm uma forte inércia para acompanhar uma modulação de frequência acima de poucas centenas de hertz. A tensão de entrada deve ser pelo menos 2 V maior que a tensão de saída do CI usado. O circuito integrado deve ser dotado de um radiador de calor.

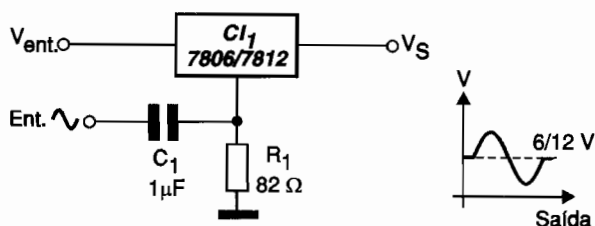


Figura 1

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

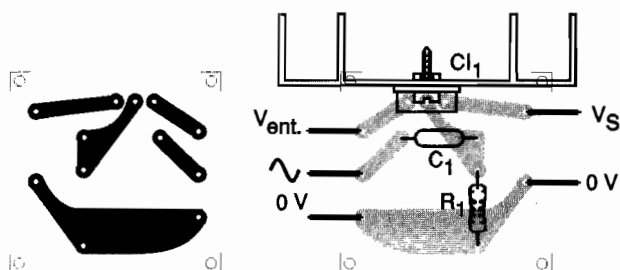


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 7806 ou 7812 - circuito integrado regulador de tensão

R_1 - 82 ohms x 1/8 W - resistor - cinza, vermelho, preto

C_1 - 1 μ F - capacitor de poliéster

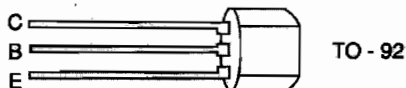
Diversos: radiador de calor, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BC237/BC238

Transistores PNP de silício de baixa potência para aplicações em áudio e corrente contínua.

**BC237/
328**



TO - 92

Características:

	BC237	BC328	
$V_{ce}(máx)$	45	25	V
$I_c (máx)$	1	1	A
$P_{tot} (máx)$	625	625	mW
f_T	100	100	MHz
h_{FE}	>40	>40	

INFORMAÇÃO

Séries E6, E12 e E24 de Valores de Componentes

Os valores de componentes eletrônicos, tais como resistores, capacitores, indutores, etc., seguem valores padronizados em séries que dependem da tolerância.

Assim, temos a série E6 para 20%. E12 para 10% e E24 para 5%. Os valores básicos dessa série são dados na **tabela ao lado**:

Valores Padrão de Resistores

1,0 - 5% - 10% - 20%
1,1 - 5%
1,2 - 5% - 10%
1,3 - 5%
1,5 - 5% - 10% - 20%
1,6 - 5%
1,8 - 5% - 10%
2,0 - 5%
2,2 - 5% - 10% - 20%
2,4 - 5%
2,7 - 5% - 10%
3,0 - 5%

3,3 - 5% - 10% - 20%
3,6 - 5%
3,9 - 5% - 10%
4,3 - 5%
4,7 - 5% - 10% - 20%
5,1 - 5%
5,6 - 5% - 10%
6,2 - 5%
6,8 - 5% - 10% - 20%
7,5 - 5%
8,2 - 5% - 10%
9,1 - 5%

PRÉ-AMPLIFICADOR NAB

Na recuperação de fitas antigas gravadas em gravadores de rolo e de outros tipos, é preciso compensar a equalização com um circuito especial. A equalização destas gravações obedece a uma curva de valores denominada NAB, um padrão adotado universalmente que reforça ou atenua certas frequências de modo a adequá-las à resposta magnética da fita. O circuito mostrado na **figura 1** faz a equalização para que esse sinal possa ser aplicado à entrada de amplificadores comuns, como os existentes na entrada de som de um computador para gravação de CDs. O circuito deve ser alimentado com fontes simétricas de 6 a 12 V e para uma versão estéreo precisam ser montadas duas unidades, uma para cada canal. O consumo é muito baixo, o que

possibilita o uso de pilhas. Os cabos de entrada e saída de sinais devem ser blindados para que não haja captação de zumbidos.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso. O conjunto deve ser instalado em caixa de metal para que ela sirva de blindagem.

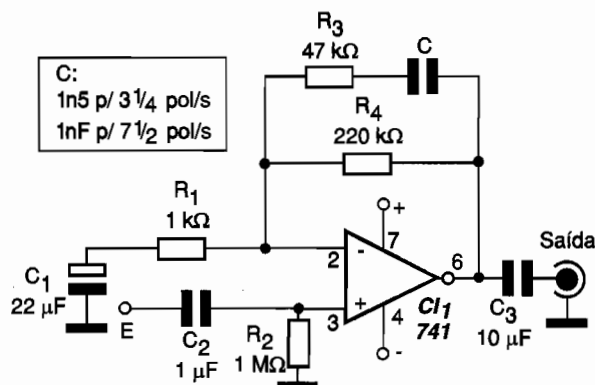


Figura 1

Lista de Material:

CI₁ - 741 ou equivalente - amplificador operacional
 R₁ - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
 R₂ - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R₃ - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja
 R₄ - 220 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, amarelo
 C₁ - 22 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
 C₂ - 1 µF - capacitor de poliéster
 C₃ - 10 µF x 12 V - capacitor eletrolítico
 C - depende da velocidade da fita: 1,5 nF para 3 1/4 polegadas por segundo ou 1 nF para 7 1/2 polegadas por segundo.
 Diversos: fonte de alimentação simétrica (pilhas), suporte de pilhas, placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

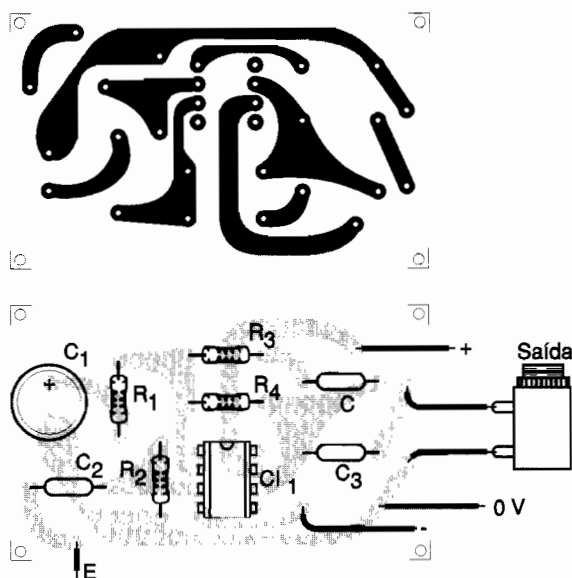


Figura 2

INFORMAÇÃO

Limiares CMOS

Na **tabela** damos os limiares de acionamento dos circuitos integrados CMOS comuns. V_p é a tensão de limiar positivo e depende da alimentação, assim como V_n que é a tensão limiar negativo.

Limiares CMOS

	Vdd (V)	Valor do Limiar
V _p	5	1,8
	10	4,1
	15	6,3
V _n	5	3,3
	10	6,2
	15	9,0

TELÉGRAFO EXPERIMENTAL

Se bem que a modalidade de transmissão por sinais telegráficos dificilmente seja usada em nossos dias, ela consiste numa solução alternativa em situações de emergência e, portanto, deve ser conhecida pelos profissionais da área. Nela, os sinais consistem em pontos e traços que são dados por toques sonoros curtos e longos.

Uma maneira de se treinar ou demonstrar a transmissão telegráfica é usando um oscilador de áudio como o ilustrado na **figura 1**. Esse oscilador tem sua frequência ajustada no potenciômetro P_1 e o alto-falante pode ser remoto para simular melhor a transmissão.

O circuito é alimentado por pilhas comuns e tem excelente rendimento para a finalidade proposta.

O manipulador teleográfico M_1 pode ser montado com uma chapa de metal flexível que toque num parafuso de latão ao ser pressionada. Mais informações sobre o código Morse usado nesta modalidade de transmissão pode ser encontrada neste mesmo volume.

Na **figura 2** damos a montagem deste oscilador numa placa de circuito impresso.

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- P_1 - 100 k ohms - potenciômetro
- R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
- R_2 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- M_1 - Manipulador - ver texto
- FTE - Alto-falante de 4 ou 8 ohms x 10 cm
- B_1 - 3 ou 6 V - 2 ou 4 pilhas pequenas
- Diversos: placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, fios, solda, etc.

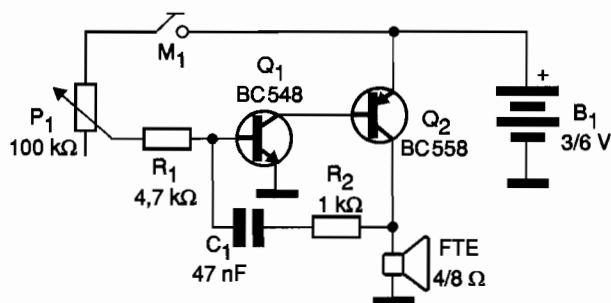


Figura 1

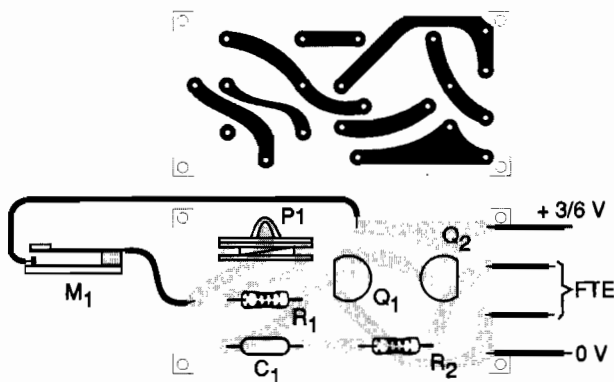


Figura 2

INFORMAÇÃO

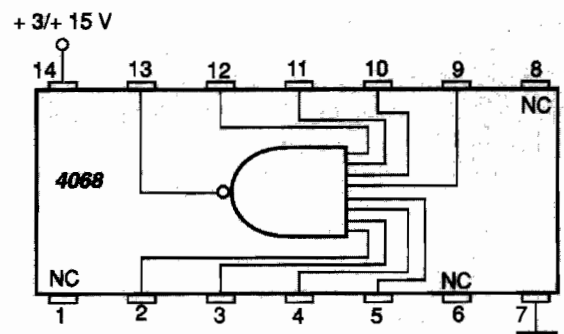
4068

Uma porta NAND de 8 entradas - CMOS

Características:

Tempo de propagação: 130 ns (10 V)
325 ns (5 V)

Consumo: 500 μ A (5 V)
1 mA (10 V)



EXCITADOR DE LEDs

O circuito mostrado na **figura 1** excita com uma corrente constante 3 ou mais LEDs ligados em paralelo, tendo por controle um diodo zener. Os LEDs brilharão da mesma forma quando a tensão de entrada variar entre 10 V e 20 V. O transistor TIP122 não precisa ser dotado de radiador de calor e o zener é de 6,2 V com 400 mW de dissipação. Transistores equivalentes ao TIP122 poderão ser utilizados. Os LEDs podem ser de qualquer cor.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste projeto.

Na montagem, observe a polaridade dos LEDs, diodo zener e a posição do transistor.

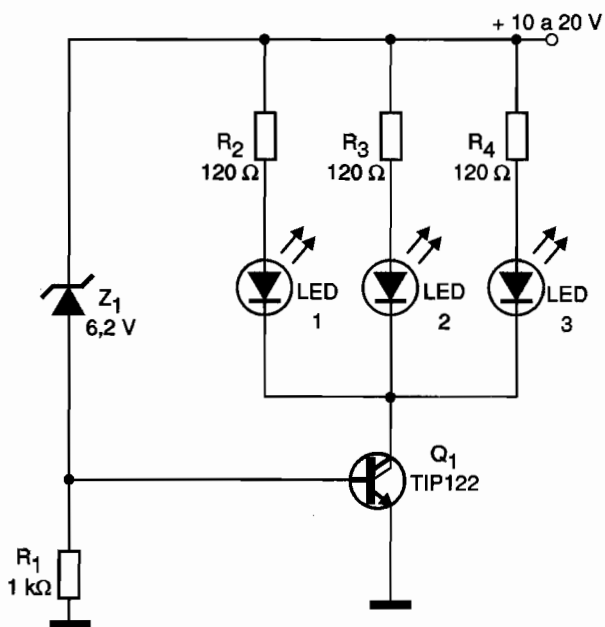


Figura 1

Lista de Material:

Q₁ - TIP122 ou equivalente - transistor Darlington de potência
Z₁ - 6,2 V x 400 mW - diodo zener
LED1 a LED3 - LEDs comuns de qualquer cor
R₁ - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
R₂ a R₄ - 120 ohms x 1/8 W - resistores - marrom, vermelho, marrom
Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

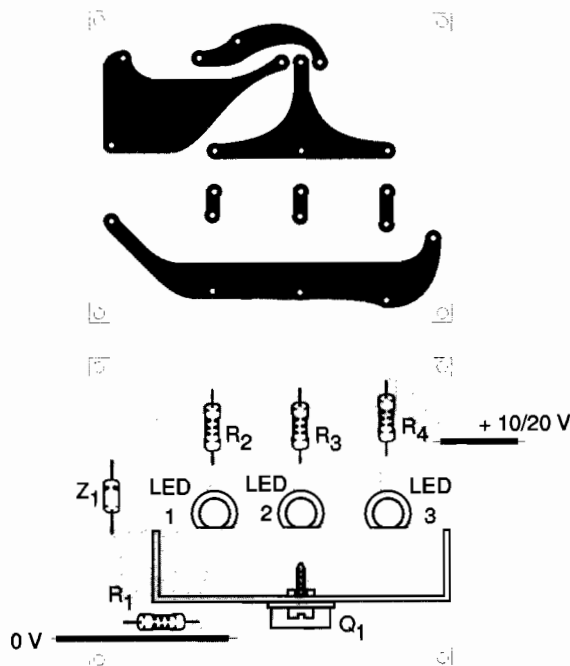
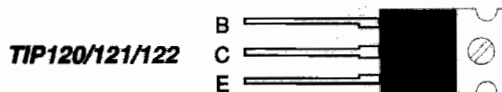


Figura 2

INFORMAÇÃO

TIP120/121/122

Transistores Darlington de potência NPN



Características:

	TIP120	TIP121	TIP122	
V _{cb} (máx)	60	80	100	V
V _{ce} (máx)	60	80	100	V
V _{ce} (máx)	5	5	5	V
I _c (máx)	5	5	5	A
P _d (máx)	65	65	65	W
hFE (min)	1000	1000	1000	-

Obs.: complementares: TIP125/126/127

TRIPLICADOR DE TENSÃO

O circuito da **figura 1** fornece uma tensão contínua de saída, sem carga, cujo valor corresponde ao pico da tensão de entrada.

A corrente depende dos valores dos capacitores usados, os quais devem estar na faixa de $1\ \mu\text{F}$ a $50\ \mu\text{F}$. A tensão de trabalho destes capacitores deve ser o dobro da tensão de pico da entrada. A polaridade dos capacitores e diodos deve ser rigorosamente observada.

Os diodos devem ser 1N4004 se a tensão de entrada for de 110 V, e 1N4007 se a tensão de entrada for de 220 V. Estes diodos são especificados para correntes de até 1 A.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso em que os capacitores de alta tensão são do tipo com terminais paralelos. Se forem usados capacitores de terminais axiais, ou a placa deve ser redesenhada ou eles devem ser montados verticalmente.

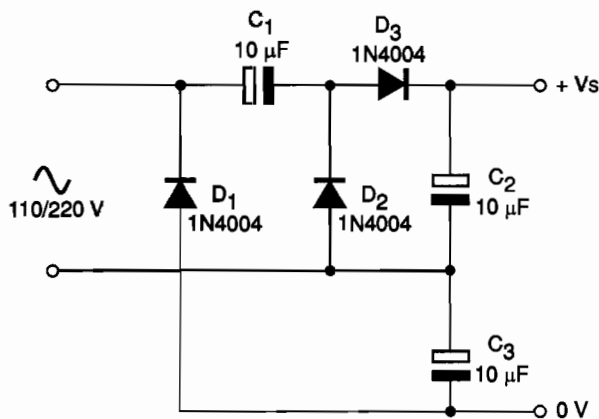


Figura 1

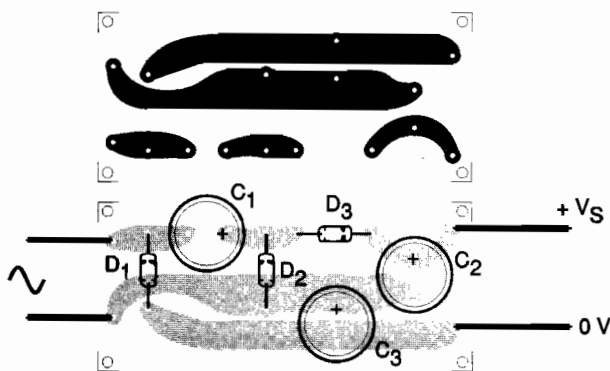


Figura 2

Lista de Material:

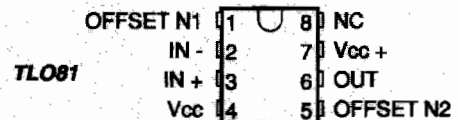
D_1, D_2, D_3 - 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V)
- diodos de silício

C_1, C_2, C_3 - $10\ \mu\text{F}$ - capacitores eletrolíticos - ver texto

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

INFORMAÇÃO

Amplificador operacional com transistor de efeito de campo de junção na entrada (JFET).



Características:

Faixa de tensões de alimentação: 3,5-0-3,5 a 18-0-18 V

Dissipação máxima.....650 mW

Corrente de *offset* de entrada.....5 nA (tip)

Frequência de transição.....3 MHz

Ganho de tensão típico.....200 V/mV

Resistência de entrada..... 10^{12} ohms

INFORMAÇÃO

LM323

Circuito integrado regulador positivo de tensão de 3 A para 5 V de saída - indicado para fontes TTL.

Características:

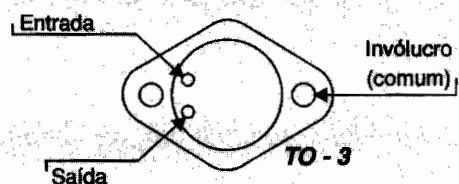
Impedância de saída: 0,01 ohm (tip)

Faixa de tensões de entrada: 7,5 a 15 V

Potência de dissipação: 30 W

Corrente de saída: 3 A (máx)

Regulação de saída: 25 mV (tip)



60 Hz TTL

A finalidade do circuito ilustrado na **figura 1** é fornecer um sinal retangular, livre de transientes, na frequência de 60 Hz para excitação de lógica TTL. Ele é indicado para servir como base de tempo em instrumentos digitais, relógio, cronômetros, etc. O transformador tem enrolamento primário de acordo com a rede de energia e o *flip-flop* 4001 deve ser alimentado com uma tensão de 5 V.

Se a rede tiver muitos picos de transientes que afetem a frequência do circuito, um capacitor de 1 a 10 nF deve ser ligado entre os terminais do secundário do transformador.

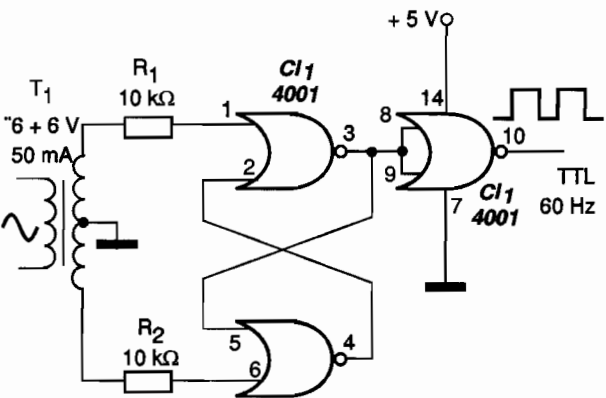


Figura 1

A placa de circuito impresso para implementação deste “clock” pela rede de energia é mostrada na **figura 2**.

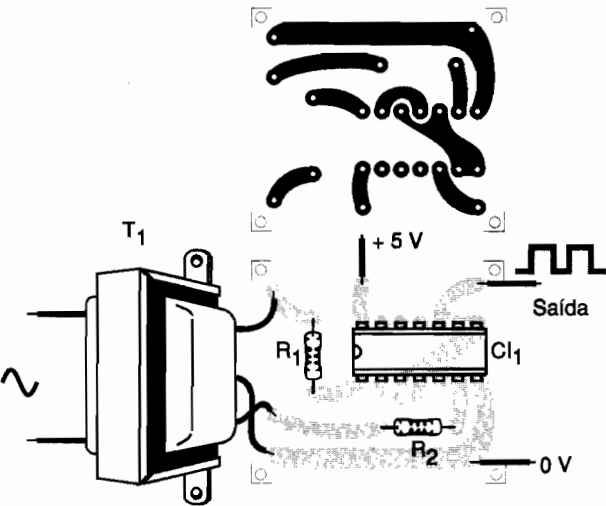


Figura 2

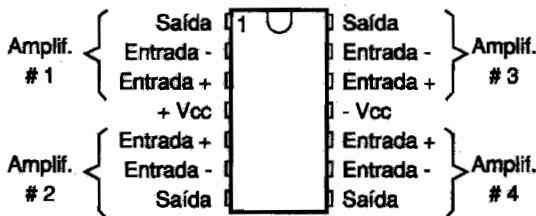
Lista de Material:

- CI₁ - 4001 - circuito integrado CMOS
- T₁ - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 6 + 6 V e corrente a partir de 50 mA
- R₁, R₂ - 10 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja
- Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CI TL084

Quatro amplificadores operacionais independentes com transistores de efeito de campo de junção na entrada (JFET).



	TL084CN	TL084ACN	TL084BCN	
Tensão off-set de entrada (máx)	15	6	3	mV
Corrente de off-set de entrada (máx)	0,2	0,1	0,1	nA
Corrente de polarização (máx)	0,4	0,2	0,2	nA
Amplificador de tensão (tip)	25	50	50	V/mV
frequência de transição (tip)	3	3	3	MHz
Corrente de alimentação (máx)	2,8	2,8	2,8	mA

Faixa de tensões de alimentação: 3,5 - 0 - 3,5 a 18 - 0 - 18 V

AVISO DE FUSÍVEL QUEIMADO

O circuito observado na **figura 1** tem por função acionar um LED quando o fusível de um circuito abre. Ele pode operar com linhas de transmissão de corrente contínua de 12 a 30 V com qualquer corrente (depende apenas do fusível). O resistor R_1 depende da tensão da fonte. Seus valores:

Tensão	R ₁
12 V	1 k ohms x 1/8 W
15 V	1,5 k ohms x 1/8 W
20 V	2,2 k ohms x 1/4 W
25 V	3,3 k ohms x 1/4 W
30 V	4,7 k ohms x 1/4 W

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso em que o próprio fusível é incluído. Para correntes acima de 1 A as trilhas principais de alta corrente devem ser alargadas. Uma boa base de cálculo é usar 1 mm para cada ampère.

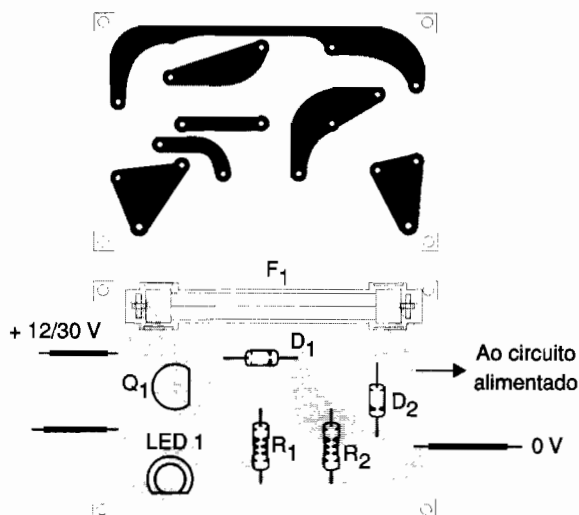


Figura 2

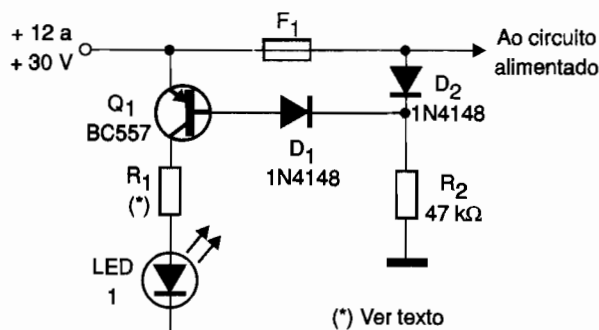


Figura 1

INFORMAÇÃO

MCR1000

Este é um MOS-SCR, um componente pouco comum que reúne as características de condução de um SCR, mas possui a entrada de disparo semelhante à comporta de um transistor de efeito de campo de potência. (Motorola)

Características:

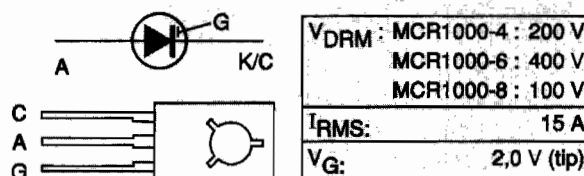
Vdrn.....MCR1000-4: 200 V

MCR1000-6: 400 V

MCR1000-8: 600 V

I_{rms}15 A

Vg2,0 V 9tip)

MCR1000

ASTÁVEL DE BAIXO CONSUMO

O multivibrador astável com dois transistores, ilustrado na **figura 1**, se caracteriza pelo seu consumo extremamente baixo apesar de usar componentes bipolares. O consumo é da ordem de $1 \mu\text{A}$ e a frequência determinada basicamente pelo capacitor C_2 , que deve ser alterado de acordo com a aplicação, dentro da faixa de valores especificada. Transistores equivalentes podem ser utilizados. O sinal produzido é retangular e o ciclo ativo depende da relação entre os valores de C_1 e C_2 , que podem ser diferentes.

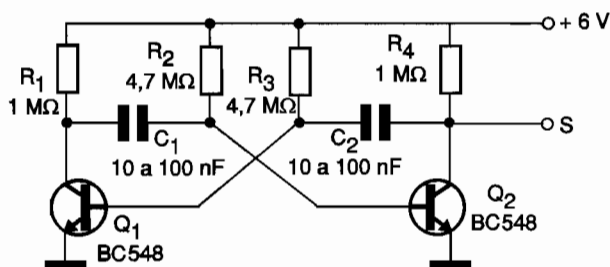


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para este oscilador que pode ser usado em sinalização, como injetor de sinais ou como circuito excitador de um alarme de maior potência num elo de proteção de baixo consumo.

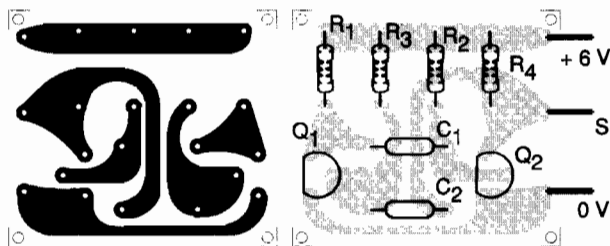


Figura 2

Lista de Material:

Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
 R_1, R_4 - 1 M ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, verde
 R_2, R_3 - 4,7 M ohms x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, verde
 C_1, C_2 - 10 nF a 100 nF - capacitores cerâmicos ou poliéster - ver texto
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

OSCILADOR DE RF 4093

A frequência limite do circuito ilustrado na **figura 1**, para uma alimentação de 15 V, está em torno de 8 MHz, caindo para 5 MHz com 10 V. A bobina depende desta frequência. Assim, para gerar um sinal aproximadamente retangular de 1 MHz, a bobina L_1 será formada por 100 espiras de fio 28 a 30 AWG num bastão de ferrite de 1 cm de diâmetro e de 12 a 15 cm de comprimento. CV será um variável de 120 pF de capacitância máxima, o qual permite sintonizar uma boa faixa de frequências em torno de 1 MHz. As outras portas do mesmo CI podem ser usadas em aplicações diferentes já que são independentes.

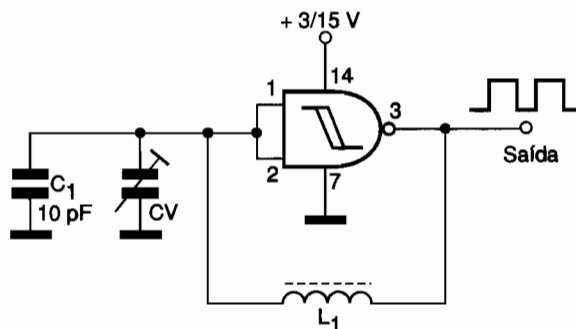


Figura 1

Na **figura 2** mostramos como implementar este oscilador com uma das quatro portas de um 4093 usando uma pequena placa de circuito impresso.

L_1 também pode ser um choque comercial de 100 μH .

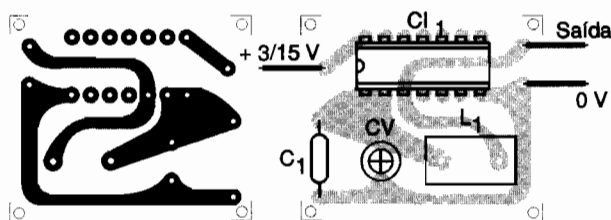


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
 L_1 - Bobina de 100 μH - ver texto
 CV - capacitor variável de 120 pF
 C_1 - 10 pF - capacitor cerâmico
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

DIVISOR PROGRAMÁVEL

O circuito da **figura 1** pode dividir a frequência de um sinal retangular de até 4 MHz (5 V) por valores programáveis pela chave seletora S_1 . A saída não tem um ciclo ativo de 50%, mas a sua frequência será dada pelo quociente da divisão selecionada. O circuito pode ser alimentado com tensões de 5 a 15 V e o sinal de entrada deve estar livre de deformações ou repiques. Diversos destes circuitos podem ser cascateados para a divisão por valores acima de 9.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a implementação desse divisor de frequência.

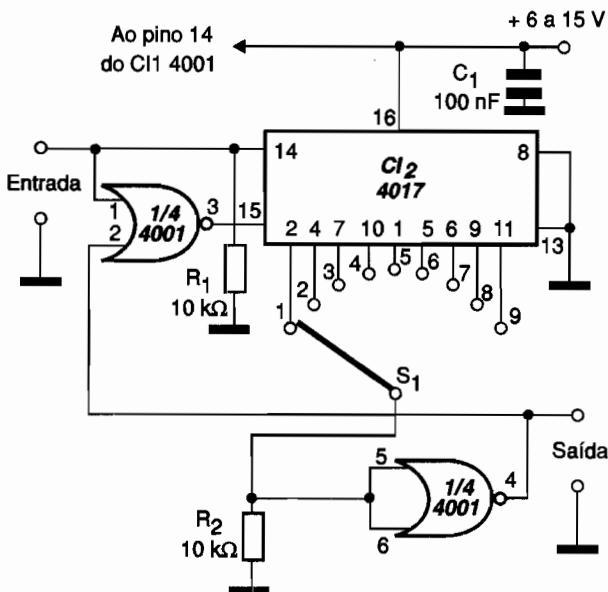


Figura 1

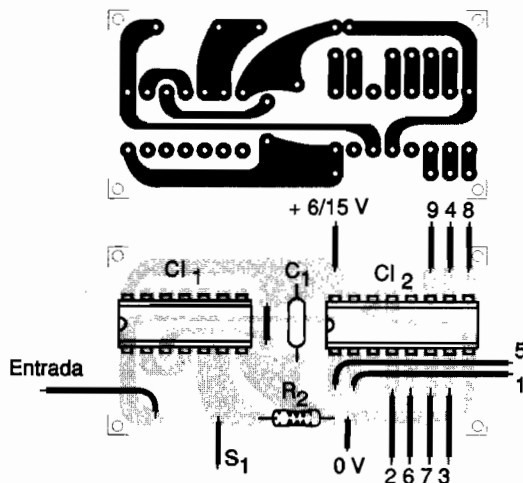


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - 4001 - circuito integrado CMOS

CI_2 - 4017 - circuito integrado CMOS

R_1, R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

S_1 - Chave seletora de 1 pólo x 9 posições

C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico

Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Ângulos - Senos e Cossenos

Os senos, cossenos e tangentes dos ângulos mais comuns têm seus valores dados na tabela da **figura abaixo**. Nesta tabela considera-se um círculo de raio unitário.

Ângulo	Seno	Cosseno	Tangente
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{3}$
45°	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	∞

INFORMAÇÃO

BD437

Transistor NPN de potência de silício para aplicações em áudio. Complementar do BD438.

Características:

V_{ce} (máx) 45 V

I_c (máx) 4 A

P_{tot} (25 °C) 36 W

h_{FE} ($I_c = 500$ mA) 85 a 375

f_T > 3 MHz

BD437



SOT-32

ALTO-FALANTE COMO MICROFONE

Com o adaptador de impedâncias ilustrado na **figura 1** é possível usar um alto-falante comum pequeno de baixa impedância como um microfone improvisado com bom rendimento. O circuito tem um bom ganho, o qual deve ser experimentado com a troca de valores de R_1 , se houver problemas de distorção. O cabo de saída deve ser blindado para que não ocorra a captação de zumbidos. O consumo é muito baixo, devendo ser empregadas uma ou duas pilhas comuns como fonte de alimentação.

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

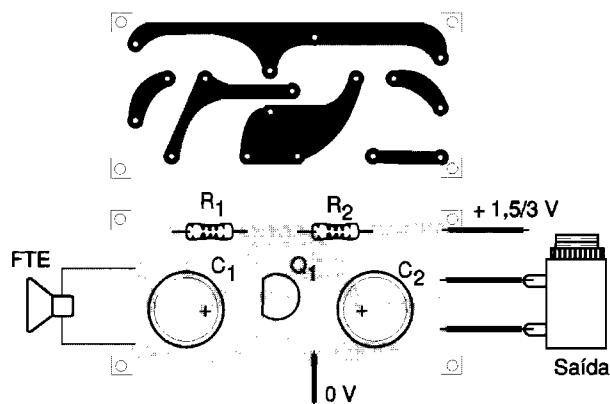


Figura 2

Lista de Material:

Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral

R_1 - 120 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, vermelho, amarelo

R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja

C_1 - 47 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

C_2 - 10 μ F x 6 V - capacitor eletrolítico

FTE - 4 a 32 ohms - alto-falante pequeno (2,5 a 5 cm)

Diversos: placa de circuito impresso, jaque de saída, fios, solda, caixa para montagem, pilhas, etc.

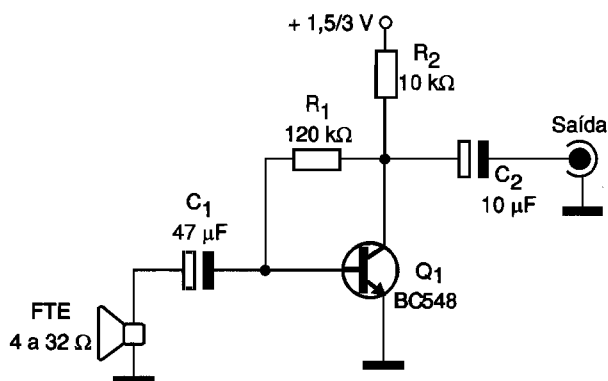


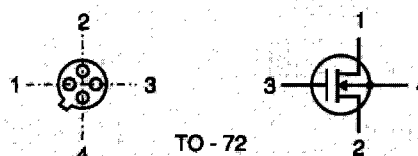
Figura 1

INFORMAÇÃO

3N128

MOSFET de comporta dupla - canal N para aplicações em VHF, mixagem e oscilação em frequências de até 250 MHz.

MOS-FET de canal N (depleção) - para mixagem de sinais, oscilação em VHF até 250 MHz.



Transcondutância (tip)	7500 μ S
Resistência dreno/fonte (tip)	200 ohms
Tensão dreno/fonte (máx.)	20 V
Corrente de dreno (máx.)	50 mA
Dissipação (máx.)	330 mW

FONTE DE CORRENTE CONSTANTE PARA LED

A finalidade do circuito mostrado na **figura 1** é estabelecer uma corrente constante num LED indicador. Essa corrente, para os componentes mostrados no circuito é de 54 mA, mas pode ser alterada com a troca de R_2 . Os transistores também admitem equivalentes e o LED indicado é vermelho comum. Para LEDs de outras cores R_2 deve ser recalculado em função da tensão em que estes componentes começam a conduzir. Também podem ser utilizadas outras tensões de alimentação com trocas correspondentes de valores de componentes.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação desta fonte de corrente constante para LEDs.

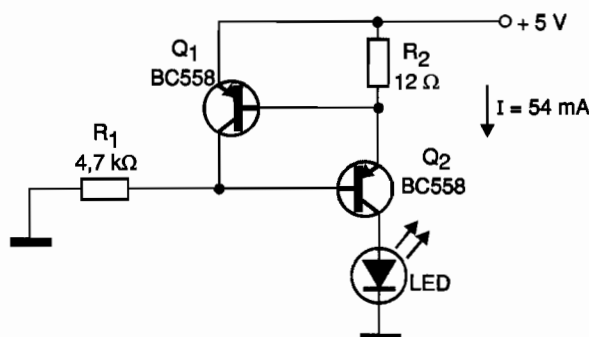


Figura 1

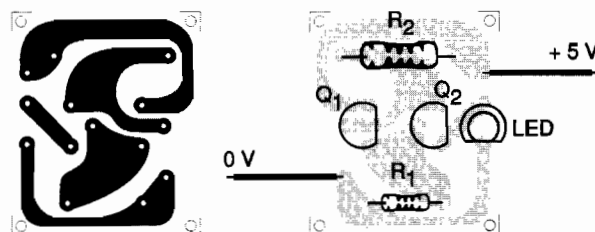


Figura 2

Lista de Material:

Q_1, Q_2 - BC558 ou equivalente - transistores PNP de uso geral

LED - LED vermelho comum

R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho

R_2 - 12 ohms x 1/2 W - resistor - marrom, vermelho, preto

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

INFORMAÇÃO

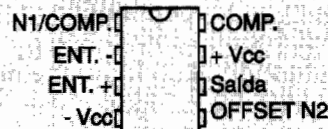
TL060

Amplificador operacional com JFET (FETs de junção) na entrada - altíssima impedância de entrada.

TL060

Amplificador Operacional JFET

Este integrado contém um único amplificador operacional com compensação externa.



Tensão de alimentação (máx).....	18-0-18 V
Tensão de OFFSET de entrada (tip).....	3 mV
Corrente de OFFSET de entrada (tip).....	5 nA
Frequência de transição (tip).....	1 MHz
Resistência de entrada (tip).....	10^{12} ohms
Ganho de tensão (tip).....	6 V/mV

OSCILADOR AMORTECIDO

O circuito oscilador mostrado na **figura 1** pode servir de base para sintetizadores de sons de percussão como os de tambores, sinos, tímpanos, triângulos e muitos outros. O circuito gera um sinal que tem a frequência dada pela fórmula junto ao diagrama e que depende fundamentalmente de C. A fonte de alimentação para o circuito deve ser simétrica na faixa de valores indicados. O amortecimento que determina o tipo de som produzido é ajustado em P_1 . A saída do circuito deve ser ligada à entrada de um bom amplificador de áudio. A excitação é feita por um pulso positivo de curta duração aplicado à entrada. Circuitos integrados de amplificadores operacionais equivalentes ao 741 podem ser usados.

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

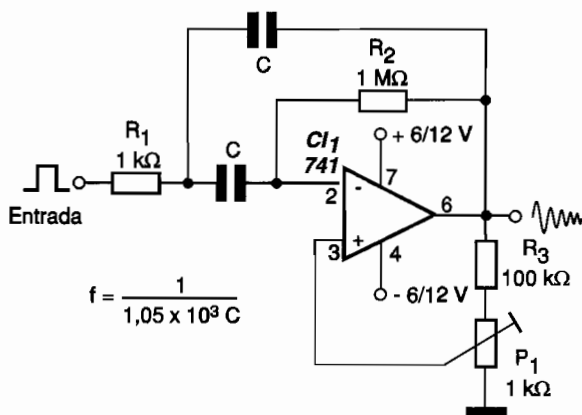


Figura 1

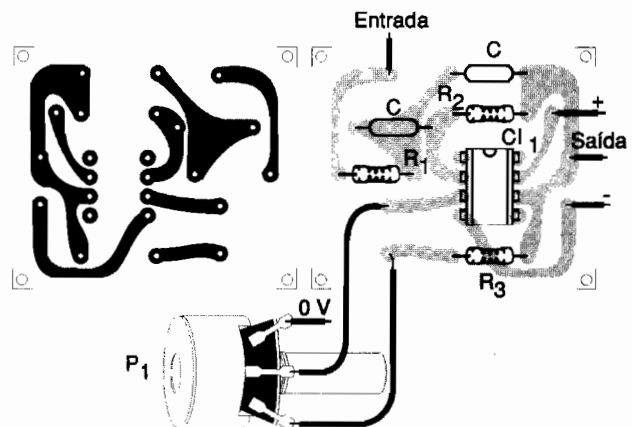


Figura 2

Lista de Material:

CI₁ - 741 - circuito integrado, amplificador operacional

C - capacitor conforme a frequência - ver texto (valor sugerido: 47 nF)

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

R_2 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde

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

P_1 - 1 k ohms - trimpot ou potenciômetro

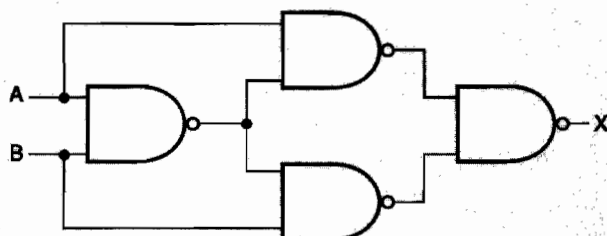
Diversos: fonte de alimentação simétrica, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

OU Exclusivo com NAND

Uma porta Ou-Exclusivo (*Exclusive-Or*) pode ser implementada com quatro portas NAND conforme mostra a **figura** ao lado. Essa alternativa torna-se interessante, por exemplo, quando se tem dificuldade em obter a função original, mas se dispõe de um CI como o 4011 que contém quatro portas NAND, ou ainda um 7400 se a tecnologia usada for TTL.

OU Exclusivo com NANDs



ALARME COM SCR

Quando qualquer um dos sensores do circuito da **figura 1** é aberto, o SCR entra em condução acionando o relé. Mesmo que o sensor seja novamente fechado, o SCR não desliga. Para desligar, é preciso pressionar por um momento S_1 . O SCR apresenta uma queda de tensão de 2 V ao conduzir, o que deve ser compensado na escolha do relé. Quantidade ilimitada de sensores NF pode ser usada no circuito. Esses sensores podem ser do tipo magnético (*reed-switches* com ímãs), fios finos ou *micro-switches*. O consumo na condição de não disparado (espera) é extremamente baixo, o que possibilita o uso de pilhas ou bateria na sua alimentação.

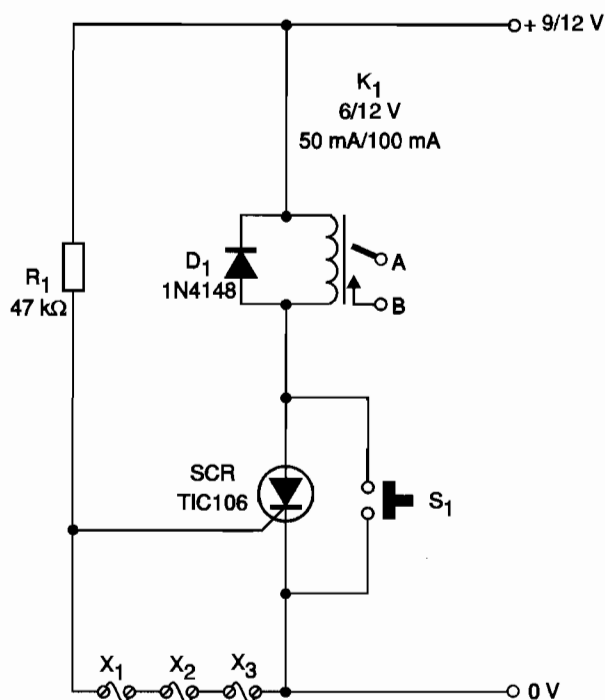


Figura 1

Lista de Material

SCR - TIC106 ou equivalente - diodo controlado de silício.

D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral

K_1 - Relé de 6 ou 12 V, com bobina de até 500 mA

R_1 - 47 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, laranja

S_1 - Interruptor de pressão NA

X_1, X_2, X_3 - Sensores - ver texto

Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, barra de terminais com parafusos.

Na figura 2 damos uma sugestão de placa de circuito impresso para este alarme, usando como sensores fios finos. O SCR não precisa ser montado em radiador de calor.

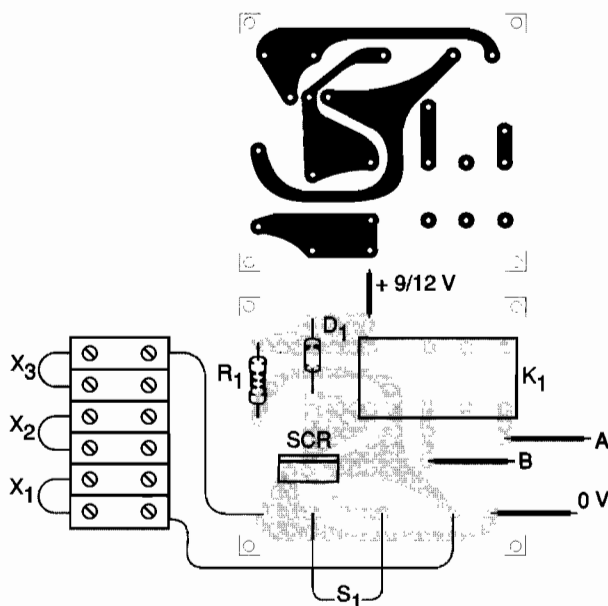
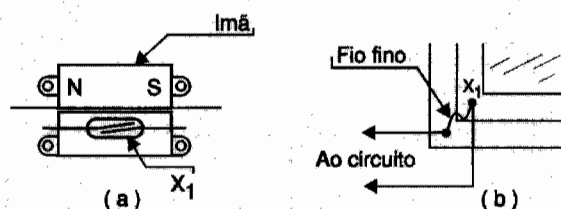


Figura 2

INFORMAÇÃO

Sensores de Alarmes

Os dois tipos mais comuns de sensores de alarmes NF (normalmente fechados) são mostrados na **figura**.



Em (a) temos um *reed-switch* que se mantém fechado com a proximidade do ímã. Este ímã pode ser preso a uma janela, por exemplo. Quando a janela é aberta, o ímã se afasta do *reed-switch*, que abre seus contatos. Em (b) temos um sensor de fio fino preso às partes fixa e móvel de uma janela. Quando a janela é aberta, o fio rompe-se e o circuito abre disparando o alarme.

SENSOR DE PRESSÃO

O sensor de pressão mostrado na **figura 1** pode ser usado em robótica para detectar obstáculos ou ainda a ação de efetores, e em alarmes para detectar pesos ou ainda a movimentação de objetos. O sensor consiste de duas chapinhas de metal que têm entre elas uma esponja de material condutor semelhante aos usados para proteger circuitos integrados sensíveis. O que o circuito faz é fornecer um sinal retangular dependente da pressão exercida pelo sensor. Um circuito detector de tom pode ser empregado para acusar quando uma certa pressão é alcançada disparando um alarme. A frequência central do circuito é determinada por C_1 .

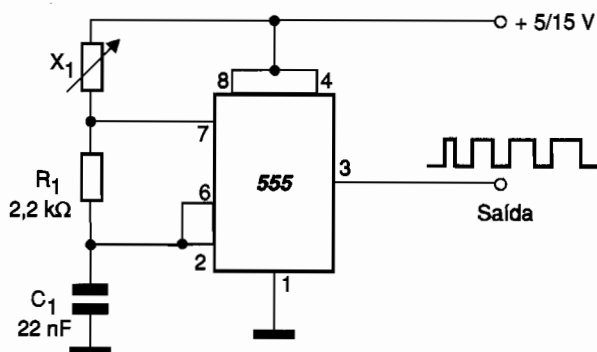


Figura 1

Na figura 2 damos a placa de circuito impresso para a montagem deste sensor.

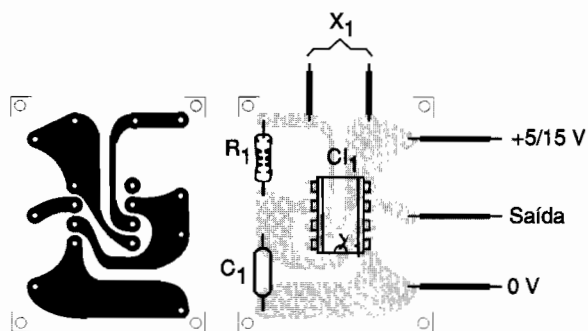


Figura 2

Lista de Material:

CI_1 - 555 - circuito integrado, timer
 X_1 - Sensor de pressão (ver Solução & Informação)
 R_1 - 2,2 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
 C_1 - 22 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

PISCA-PISCA CONTROLADO CMOS

O circuito mostrado na **figura 1** tem diversas aplicações práticas importantes. Ele pode ser usado na sinalização de painéis de máquinas industriais, em robótica, alarmes, sistemas de aviso, eletrodomésticos e em brinquedos. O que este circuito faz é acionar um LED no modo piscante quando o nível da entrada de controle (pino 1) é colocado em 1. O valor de R_3 depende da tensão de alimentação. Para 6 V use 470 ohms, e para 12 V use 1 k ohms. A frequência é dada basicamente pelo capacitor C_1 , que pode ter seu valor alterado numa ampla faixa de valores.

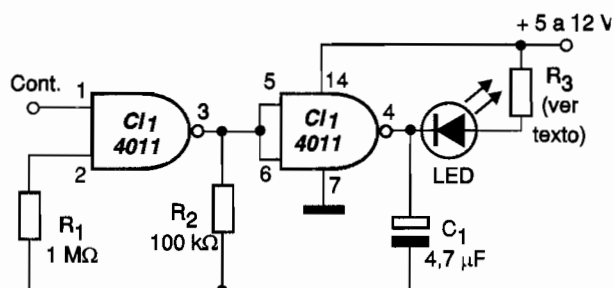


Figura 1

A montagem do pisca-pisca numa placa de circuito impresso é ilustrada na **figura 2**.

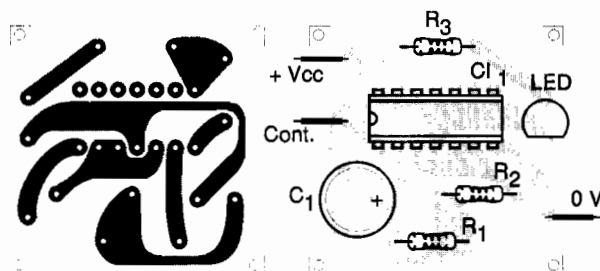


Figura 2

As outras portas do mesmo CI podem ser utilizadas para outras finalidades, pois são independentes.

Lista de Material:

CI_1 - circuito integrado CMOS
 LED - LED comum de qualquer cor
 R_1 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_2 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
 R_3 - 470 ohms a 1 k ohms - ver texto
 C_1 - 4,7 μF x 12 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

DETECTOR DE LUZ TTL/CMOS

O circuito da **figura 1** dispara quando a luz que incide no sensor (LDR) é cortada por um instante. O pulso produzido é compatível com lógica TTL ou CMOS, dependendo apenas da alimentação do circuito. O ponto de disparo é ajustado em P_1 . O resistor R_1 depende da intensidade de luz com que se trabalha. Maiores valores são usados com intensidades menores.

Recursos ópticos, como lentes e tubos, possibilitam o aumento da sensibilidade e diretividade do circuito. Podemos utilizar este circuito como parte de um sistema de visão de robôs, em automatismos industriais ou ainda em sistemas sensíveis de alarme.

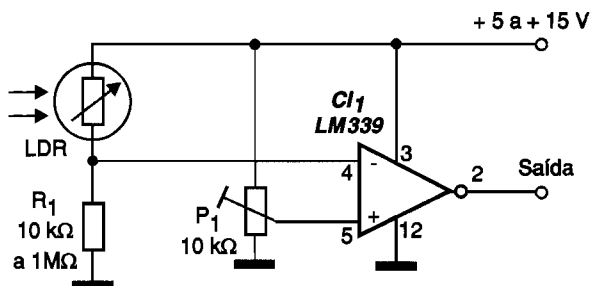


Figura 1

Para operar o circuito de modo inverso, ou seja, com a incidência de luz, poderá ser usado o circuito da **figura 2**, que tem as mesmas características.

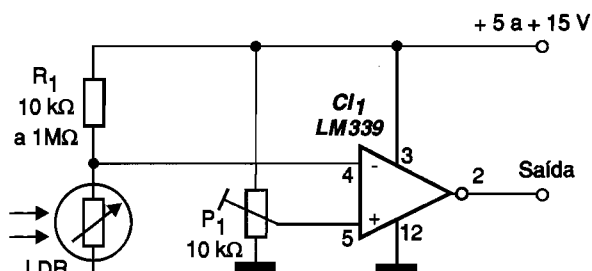


Figura 2

Para as duas aplicações podemos usar os comparadores do circuito integrado LM339 ou qualquer operacional que opere na faixa de tensões desejada.

A placa de circuito impresso não é dada porque podemos empregar qualquer uma das quatro portas comparadoras do LM339 e qualquer amplificador operacional comum.

Lista de Material (para os dois circuitos):

CI_1 - LM339 - comparador de tensão

LDR - Qualquer foto-resistor comum

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

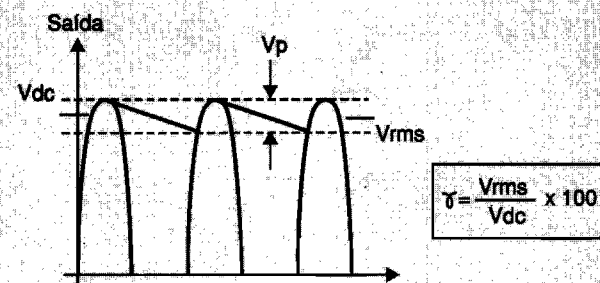
P_1 - 10 k ohms - trimpot

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

INFORMAÇÃO

Fator de Ripple

O *Ripple* ou ondulação é a componente alternada que permanece numa fonte de corrente contínua após a retificação. Essa tensão é dada sob a forma de um fator ou porcentagem, calculada pela fórmula mostrada na **figura**.



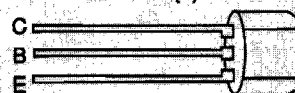
Nesta mesma figura mostramos a forma de onda típica de uma fonte de meia onda com a tensão de *ripple* indicada.

INFORMAÇÃO

BF324

Transistor PNP de silício de alta frequência (RF).

SOT - 54 (2)



Características: (máx)

V_{ce0} 30 V

I_c 25 mA

P_{tot} 250 mW

h_{fe} ($I_c = 4$ mA) 25

f_T 450 MHz

F_{tip} a 100 MHz 3 dB

METRÔNOMO

O Metrônomo, mostrado na **figura 1**, pode servir para marcar o ritmo de corridas, exercícios físicos ou no aprendizado de instrumentos musicais. Sua alimentação pode ser feita com pilhas pequenas e ele pode ser montado numa pequena caixa plástica, o que o torna totalmente portátil. A frequência dos pulsos produzidos no pequeno alto-falante depende do ajuste de P_1 e do valor de C_1 .

Para uma alimentação com tensão maior e portanto maior potência de saída (9 a 12 V), troque o transistor Q_2 por um BD136 e monte-o num pequeno radiador de calor.

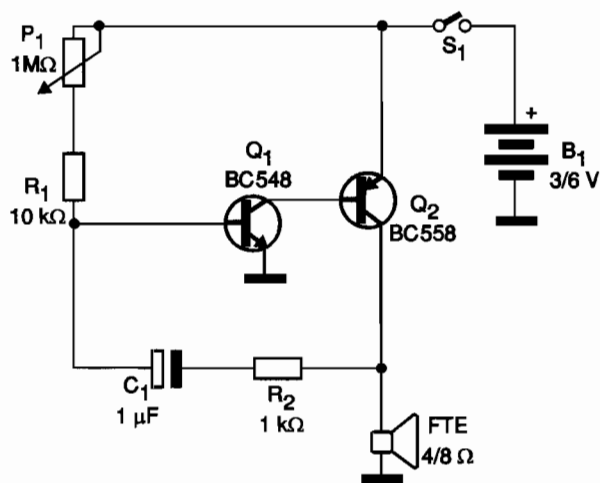


Figura 1

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste metrônomo. Para modificar a faixa de valores das batidas, altere C_1 na faixa de 220 nF a 10 μF.

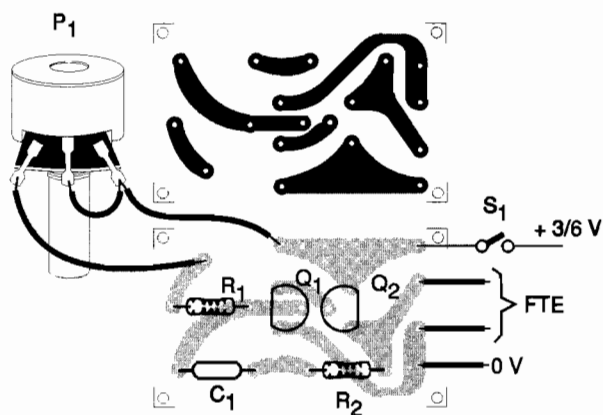


Figura 2

Lista de Material:

- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
- P_1 - 1 M ohms - potenciômetro
- FTE - 4 ou 8 ohms - alto-falante de 5 a 10 cm
- R_1 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- R_2 - 1 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, vermelho
- S_1 - Interruptor simples
- B_1 - 3 ou 6 V - 2 ou 4 pilhas pequenas
- Diversos: placa de circuito impresso, suporte de pilhas, caixa para montagem, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

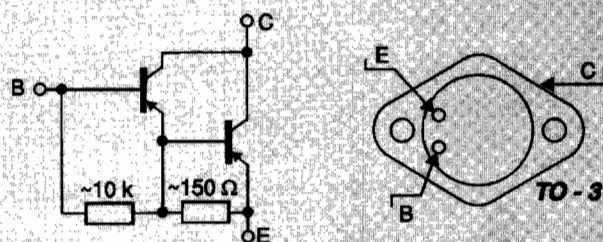
INFORMAÇÃO

TIP645/646/647

Transistores PNP Darlington de Potência em invólucro metálico TO-3- corrente de 10 A.

TIP645/TIP646/TIP647

Transistores PNP Darlington de Potência



Características	TIP645	TIP646	TIP647	
V_{CB}	-60	-80	-100	V
V_{CE}	-60	-80	-100	V
V_{BE}	-5	-5	-5	V
I_C	-10	-10	-10	A
I_b	-0,5	-0,5	-0,5	A
P_{tot}	175	175	175	W
h_{FE}				
(VCE = 4 V/Ic = 5 A)				
	1.000	1.000	1.000	

DIVISOR CMOS POR 5

O bloco de circuito digital CMOS da **figura 1** pode dividir a frequência de um sinal digital de até 5 MHz (10 V) por 5. A alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 15 V, mas a velocidade limite do bloco depende desta tensão. Não são usados componentes externos, daí não haver necessidade de darmos a placa de circuito impresso.

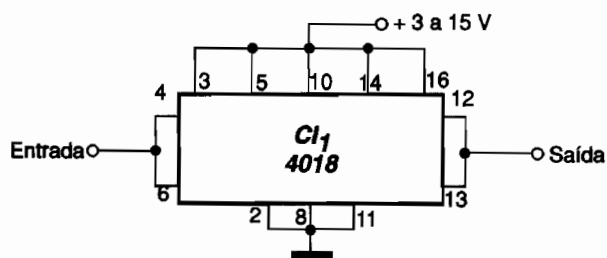


Figura 1

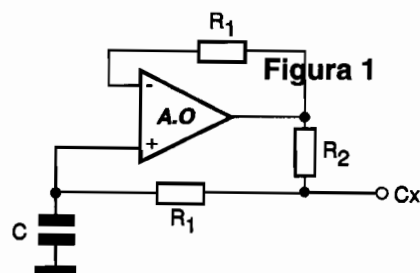
Observamos que o sinal de entrada deve ser retangular sem deformações para que não ocorra o acionamento errático do bloco. A tensão desse sinal também não deve superar a usada na alimentação do CI.

Lista de Material:

CI₁ - 4018 - Circuito integrado CMOS
Diversos: placa de circuito impresso, solda, etc.

MULTIPLICADOR DE CAPACITÂNCIA

Para um circuito conectado ao ponto Cx da **figura 1**, a capacitância de C aparece multiplicada por um valor que depende da relação de valores entre os resistores R₁ e R₂. O amplificador operacional pode ser de qualquer tipo e deve ser alimentado por fonte simétrica.



Não será dada placa de circuito impresso, uma vez que a implementação do circuito depende do amplificador operacional empregado.

Lista de Material:

CI₁ - Qualquer amplificador operacional (741, CA3140, TL071, etc.).
R₁, R₂ - resistores - ver texto
C - Capacitor de 1 nF a 1000 µF
Diversos: placa de circuito impresso, fios, fonte simétrica, etc.

269. DETECTOR INFRAVERMELHO

Ligando-se um filtro entre a fonte de radiação infravermelha e o sensor, que é um fototransistor, o circuito da **figura 1** pode ser usado em alarmes de passagens, automatismos, controles remotos por infravermelho e em muitas outras aplicações relacionadas. O sensor poderá ser qualquer fototransistor comum, e o ponto de disparo do circuito para a transição de sua saída é ajustado em P₁. O resistor R₁ pode ter seu valor alterado em função da sensibilidade desejada. Valores na faixa de 4,7 kohms a 1 Mohms podem ser experimentados. A saída do circuito é compatível tanto com lógica TTL como CMOS. O filtro empregado deve ter características de acordo com a fonte emissora para que somente seu sinal passe.

Não damos a placa de circuito impresso, pois ela depende de quais comparadores do LM339 são usados e o leitor pode, perfeitamente, elaborar um projeto que utilize os outros disponíveis.

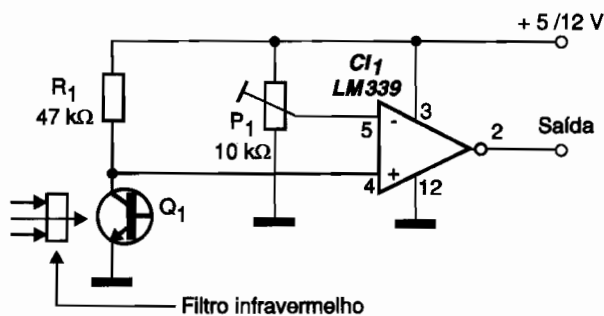


Figura 1

Lista de Material

CI₁ - LM339 - comparador de tensão quádruplo - circuito integrado
Q₁ - Qualquer fototransistor
P₁ - 10 k ohms - trimpot
R₁ - 47 k ohms x 1/8 W - amarelo, violeta, laranja
Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

MONOESTÁVEL DE TOQUE

Um toque no sensor X_1 , do circuito da **figura 1**, faz com que a saída vá ao nível alto por um tempo que depende do valor do capacitor C_1 . Para o valor indicado neste circuito, esse tempo é da ordem de 2 segundos.

A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 5 a 15 V, e o sensor consiste de duas chapinhas de metal que devem ser tocadas ao mesmo tempo. A sensibilidade do circuito depende de R_3 .

Nunca use fontes sem transformador para alimentar este circuito.

A saída pode drenar ou fornecer uma corrente de 0,88 mA com alimentação de 10 V.

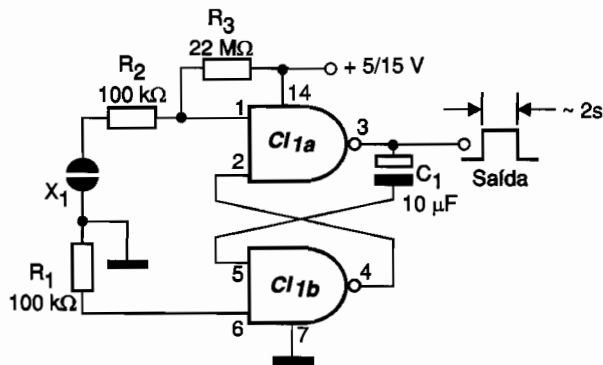


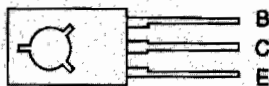
Figura 1

INFORMAÇÃO

BD234

Transistor PNP de média potência para aplicações em áudio, comutação e controle. Complementar do BD233 (NPN de mesmas características).

BD234 (PNP)
complementar BD233 (NPN)



Características: (máximos)

V_{ce0}	45 V
I_c	2 A
P_{tot}	25 W
h_{FE}	40 - 250
f_T	> 3 MHz

Lista de Material

CI_1 - 4011 - circuito integrado CMOS

X_1 - sensor - ver texto

R_1, R_2 - 100 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo

R_3 - 22 M ohms x 1/8 W - vermelho, vermelho, azul

C_1 - 10 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico

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

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para este projeto. As outras duas portas do 4011 podem ser usadas numa segunda chave do mesmo tipo.

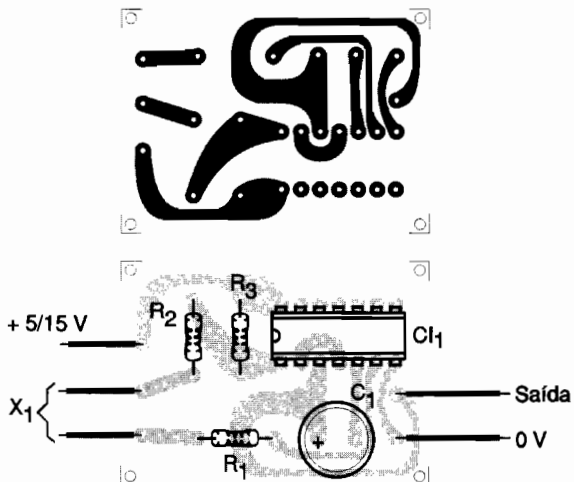


Figura 2

INFORMAÇÃO

Portas

Na **figura** temos os símbolos adotados para as portas E (AND) e não-E (NAND), assim como suas tabelas-verdade.

Portas



E (AND)

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Não - E (NAND)

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ELETRÔMETRO

Um eletrômetro pode medir cargas estáticas à distância, tal como um eletroscópio (que as detecta). Uma das aplicações do circuito de eletrômetro exibido na **figura 1** é na indústria, onde ele pode ser usado para verificar se máquinas, pessoas ou objetos estão acumulando cargas estáticas perigosas para a integridade de componentes eletrônicos. O circuito é extremamente sensível podendo acusar a eletrização de um pente a quase um metro de distância, dependendo da umidade ambiente. Podem ser usados transistores equivalentes ao BF245. Em uso nunca encoste o objeto carregado na antena, que consiste num pedaço de fio de uns 15 a 20 cm. O contato com um objeto carregado pode provocar a queima do transistor. O consumo do aparelho é muito baixo e P_1 serve para ajustar a corrente máxima no instrumento evitando que a agulha ultrapasse o fundo de escala.

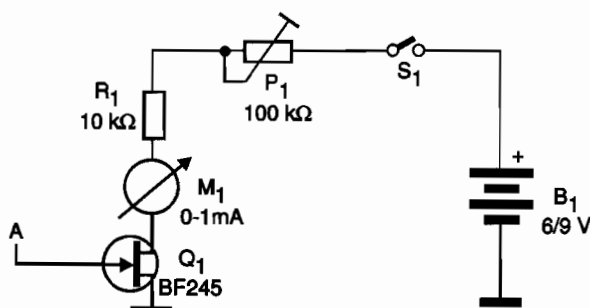


Figura 1

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

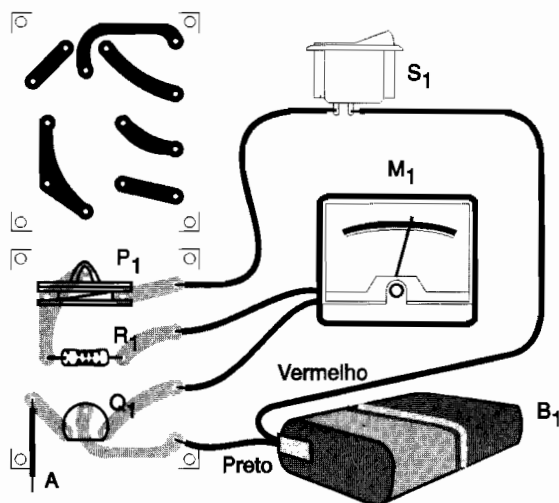


Figura 2

Lista de Material

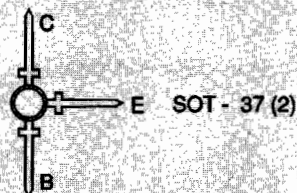
Q_1 - BF245 ou equivalente (MPF102) - transistor de efeito de campo de junção (JFET)
 M_1 - 0-1 mA - miliamperímetro
 R_1 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 P_1 - 100 k ohms - trimpot
 S_1 - Interruptor simples
 B_1 - 6/9 V - 4 pilhas ou bateria
 A - pedaço de fio rígido de 10 a 15 cm (encapado ou nú)
 Diversos: placa de circuito impresso, conector de bateria ou suporte de pilhas, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

BFR90

Transistor NPN de banda larga para aplicações em circuitos de alta frequência (VHF, UHF e SHF).

BFR90 - Transistor NPN de Banda Larga



Características:

a) No circuito:

Gum 19,5 dB
 V_{ce} 10 V
 I_c 14 mA

b) Fora do circuito:

h_{FE} ($I_c = 14mA$) 50 (tip)
 f_T 5 GHz
 F_{tip} 2,4 dB

OSCILADOR A CRISTAL DE 1 MHz - CMOS

Na **figura 1** mostramos como implementar um oscilador retangular usando uma porta NOR de um 4001 e outra porta como *buffer*. A fonte de alimentação deve ficar entre 3 e 15 V. O capacitor CV serve para ajustar o ponto correto de operação do circuito em que ele entra em funcionamento com facilidade ao ser ligada a alimentação. O capacitor C_1 precisa ser cerâmico.

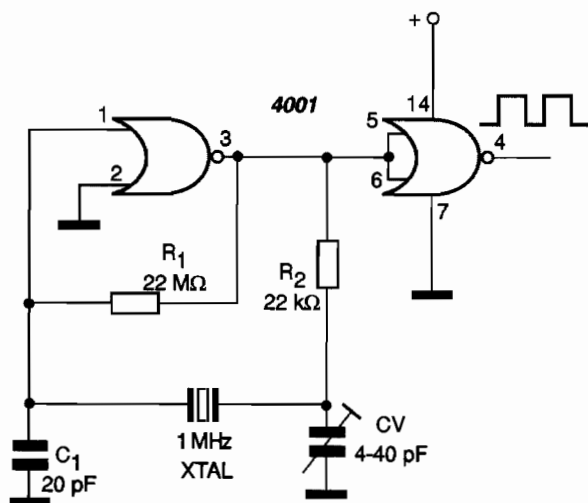


Figura 1

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

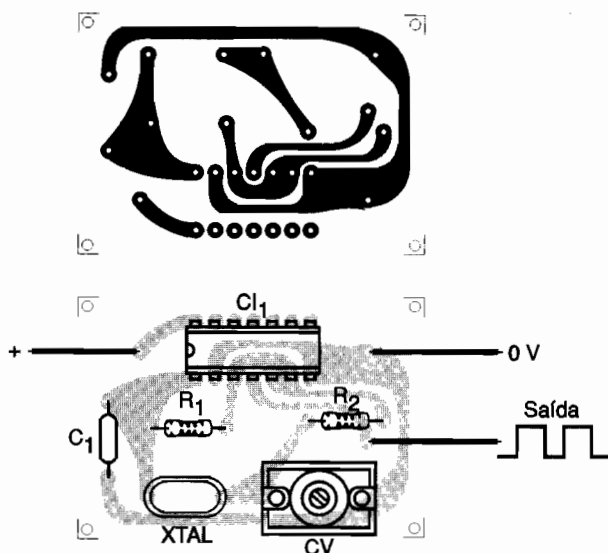


Figura 2

Lista de Material:

Cl_1 - 4001 - circuito integrado CMOS

XTAL - cristal de 1 MHz

CV - trimmer de 4-40 pF

C_1 - 20 pF - capacitor cerâmico

R_1 - 22 M ohms x 1/8 W - vermelho, vermelho, azul

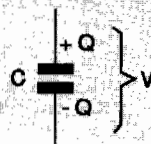
R_2 - 22 k ohms x 1/8 W - vermelho, vermelho, laranja

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

INFORMAÇÃO

Energia Armazenada num Capacitor

A energia armazenada num capacitor (em Joules) é função da tensão entre as armaduras, carga e também da capacitância, conforme mostra a figura.



$$E_p = \frac{CV^2}{2}$$

$$E_p = \frac{QV}{2}$$

Na mesma figura temos as duas fórmulas

para o cálculo da energia armazenada.

Nestas fórmulas:

E_p = energia armazenada (J)

C = capacitância (F)

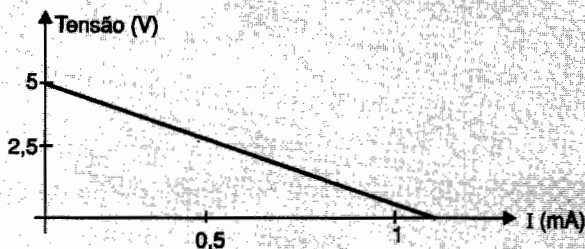
V = tensão entre as armaduras (V)

INFORMAÇÃO

Sinais da Porta Paralela

Sem corrente alguma sendo fornecida, a porta paralela de um PC apresenta uma tensão de 5 V. No entanto, ao ser carregada, a tensão cai e chega a zero com pouco mais de 1,0 mA (este valor varia bastante conforme o microprocessador usado). Na **figura** a seguir apresentamos uma curva aproximada que mostra como a tensão de saída de uma porta paralela varia com a corrente fornecida a uma carga.

Porta Paralela: Tensão x Corrente



MESA DE MIXAGEM

A mesa de mixagem de três canais mostrada na **figura 1** tem um amplificador cujo ganho é determinado por R_4 . Ainda na figura mostramos uma versão com três canais, mas ela pode ser ampliada para até 5 canais, sem problemas. Como o consumo é muito baixo, a fonte simétrica pode ser formada por duas baterias de 9 V. Sua durabilidade será da ordem de semanas, sem problemas. Os potenciômetros podem ser deslizantes para maior facilidade de uso e os cabos tanto de entrada quanto de saída de sinais devem ser blindados para que não ocorra a captação de zumbidos.

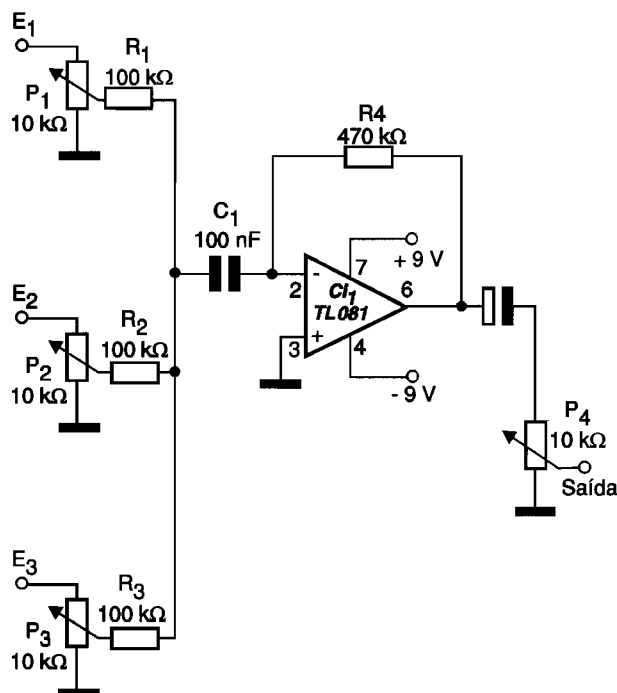


Figura 1

Lista de Material:

CI_1 - TL081 - amplificador operacional com FET na entrada
 P_1 a P_4 - 10 k ohms - potenciômetros lineares - deslizantes ou rotativos
 R_1 a R_3 - 100 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, amarelo
 R_4 - 470 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, amarelo
 C_1 - 100 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_2 - 22 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico
 Diversos: placa de circuito impresso, cabos blindados, jaques de entrada e saída de sinais, duas baterias de 9 V, interruptores, fios e solda.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para este projeto. Equivalentes ao amplificador operacional, que tenham transistores de efeito de campo na entrada, podem ser usados. Para uma versão estéreo pode ser utilizada a versão dupla do TL081, uma para cada canal.

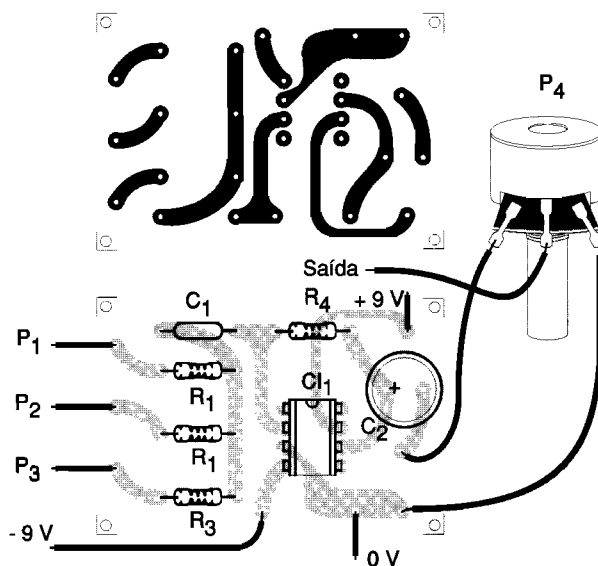


Figura 2

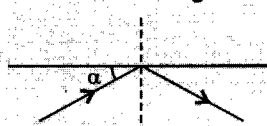
INFORMAÇÃO

Ângulos Críticos

O ângulo crítico é obtido quando a luz não passa através da superfície que separa dois meios, ocorrendo a reflexão total. É pela existência deste ângulo crítico que funcionam as fibras ópticas, onde a luz não pode escapar de seu interior, pois sempre incide na superfície que a separa do meio exterior num ângulo menor do que o crítico, conforme se observa na **figura abaixo**.

Nesta mesma figura temos uma tabela com os ângulos críticos de alguns materiais comuns.

Ângulos Críticos



Material	Valor
água	49°
glicerina	43°
vidro	40°
diamante	24°

MONITOR DE TENSÃO

O circuito ilustrado na **figura 1** pode ser usado para indicar quando uma tensão cai abaixo de um valor determinado pelo ajuste de P_1 . Nesse caso, o LED acende. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 15 V e amplificadores operacionais (inclusive os que operam com tensões menores) podem ser utilizados. A tensão monitorada, de modo algum, poderá superar a tensão de alimentação do CI. R_1 determina o brilho do LED e pode ser alterado. Uma opção interessante para este circuito é a de empregar comparadores de tensão como o LM339.

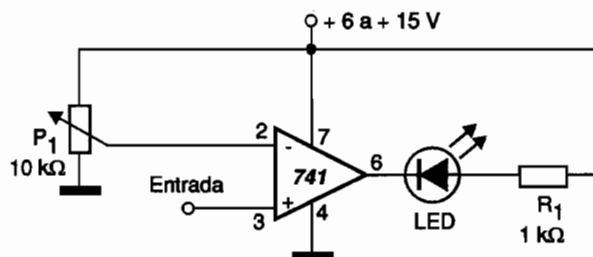


Figura 1

Lista de Material

CI_1 - 741 ou qualquer amplificador operacional equivalente, ou ainda comparador de tensão

LED - LED de qualquer cor

P_1 - 10 k ohms - trimpot

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

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

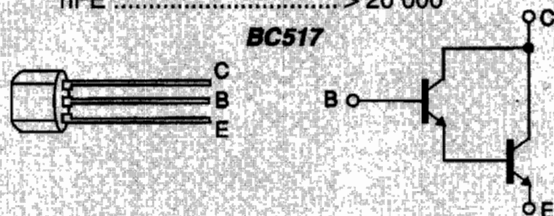
INFORMAÇÃO

BC517

Transistor Darlington de baixa potência para uso geral - NPN

Características:

V_{ce0} (máx)	30 V
I_c (máx)	400 mA
P_{tot} (máx)	625 mW
f_T	220 MHz
h_{FE}	> 20 000



Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementar este monitor de tensão.

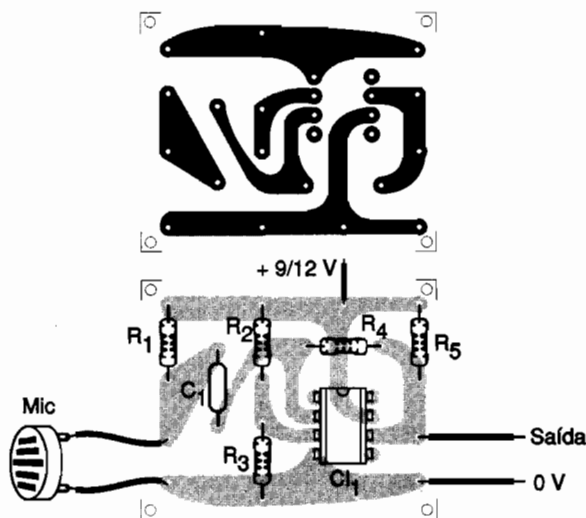


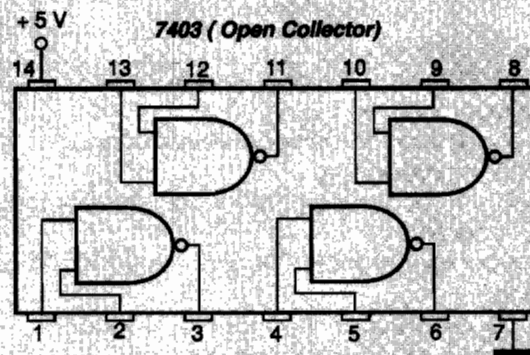
Figura 2

INFORMAÇÃO

7403

Quatro portas NAND com coletor aberto (*open collector*) - TTL.

Cada uma das portas deste CI pode ser usada de forma independente. Para operação é necessário o uso de um resistor *Pull-up* de 2,2 k ohms na saída de cada porta.



Corrente por unidade: 8 mA

BIESTÁVEL COM SCR

O circuito mostrado na **figura 1** pode ser usado em alarmes (acionamento pelo sensor S_1 e desarme por S_2) ou ainda para demonstrar o princípio de operação dos biestáveis. Aplicações em automação e robótica também podem ser indicadas. A carga depende apenas do SCR usado e, para o tipo indicado, é 3 A. O SCR_1 precisa de dissipador para cargas acima de 500 mA. O capacitor C_1 , eventualmente, deve ser alterado se houver acionamento errático da carga. Se a carga for indutiva, deverá ser ligado em paralelo um diodo. Lembramos que existe uma queda de tensão de aproximadamente 2 V nos SCRs em condução.

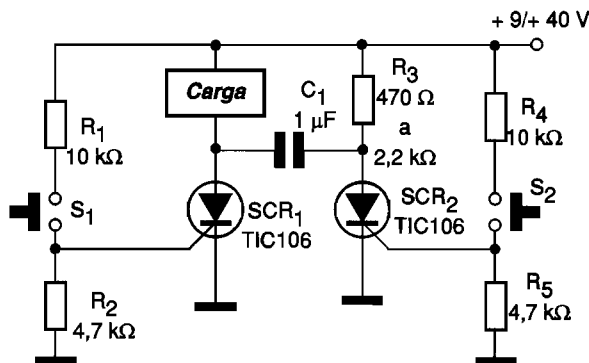


Figura 1

Na figura 2 mostramos uma placa de circuito impresso para a implementação deste circuito. Os acionamentos podem ser feitos por chaves NA ou sensores de baixa corrente como *reed-switches*.

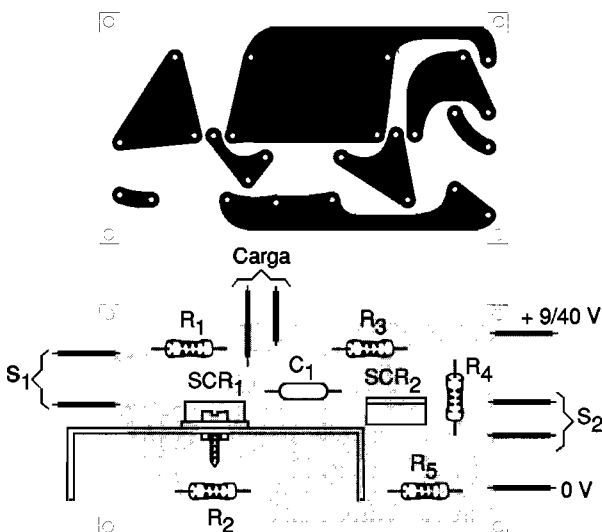


Figura 2

Lista de Material:

SCR_1, SCR_2 - TIC106 - diodo controlado de silício (B ou D)

C_1 - 1 μF - capacitor de poliéster - ou valor maior

R_1, R_4 - 10 k ohms x 1/8 W - resistores - marrom, preto, laranja

R_2, R_5 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistores - amarelo, violeta, vermelho

R_3 - 470 ohms a 2,2 k ohms - resistor - verificar experimentalmente o melhor valor nesta faixa

S_1, S_2 - Interruptores ou sensores NA

Diversos: placa de circuito impresso, radiador de calor para SCR_1 , fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

PORTA AND

Numa porta AND a saída estará no nível alto se todas as entradas estiverem no nível alto (lógica positiva). Em qualquer outra combinação de entradas, a saída estará no nível baixo. No diagrama da figura temos uma porta AND de duas entradas com o diagrama de VENN, tabela-verdade, símbolo e também um circuito equivalente para simulação.

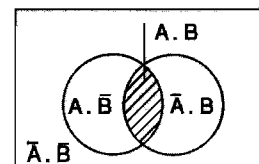
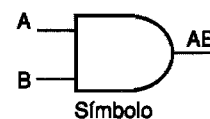


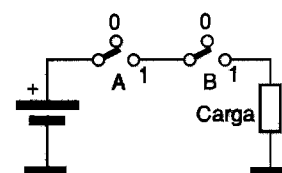
Diagrama de Venn

A	B	$f(A, B) = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tabela-Verdade



Símbolo



Circuito Simbólico

INTERRUPTOR DE POTÊNCIA

O interruptor de potência mostrado na **figura 1** é usado para se controlar uma carga de até 8 ampères (com o TRIAC indicado) a partir de um sensor, interruptor, *reed-switch* ou outro controle de menos de 1 A de capacidade. O TRIAC terá sufixo B se a rede for de 110 V, e sufixo D se a rede for de 220 V. Ele deverá ser montado num radiador de calor compatível com a corrente da carga controlada. Lembramos que este circuito não é isolado da rede de energia e que todas as precauções devem ser tomadas com a segurança do manuseio.

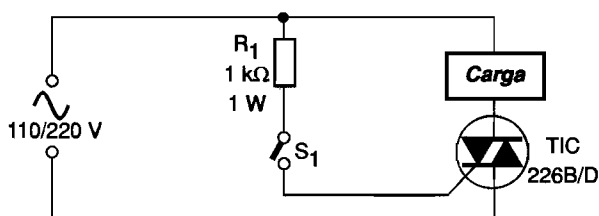


Figura 1

INFORMAÇÃO

Diodos Zener II

Na **tabela** abaixo damos as tensões zener de mais alguns tipos de diodos com nomenclatura americana.

Diodos Zener/Dissipação de 500 mW

Tipo	V _Z (V)
1N5242	12,0
1N5243	13,0
1N5244	14,0
1N5345	15,0
1N5246	16,0
1N5247	17,0
1N5248	18,0
1N5249	19,0
1N5250	20,0
1N5251	22,0
1N5252	24,0
1N5253	25,0
1N5254	27,0
1N5255	28,0
1N5256	30,0
1N5257	33,0

Zeners
(II)

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste interruptor de potência. Observe que as trilhas de maior corrente devem ser mais largas e que os fios usados na conexão da carga devem ser dimensionados de acordo com sua potência.

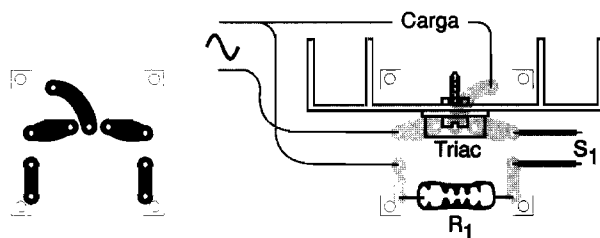


Figura 2

Lista de Material:

TRIAC - TIC226B ou D

R₁ - 1 k ohms x 1 W - resistor de fio

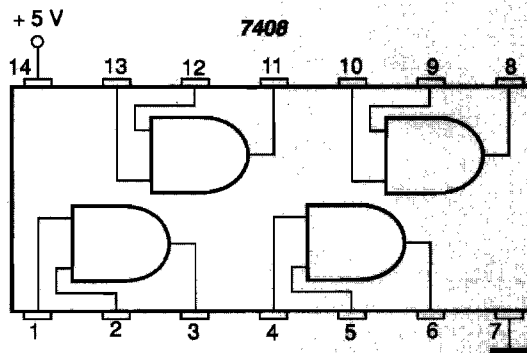
S₁ - Interruptor de baixa corrente

Diversos: placa de circuito impresso, cabo de força, radiador de calor para o TRIAC, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

7408

Quatro portas AND de duas entradas TTL - cada uma das portas pode ser usada de forma independente.



Tempo de propagação: 15 ns

Corrente por circuito integrado: 16 mA

GERADOR RETANGULAR

O circuito mostrado na **figura 1** gera sinais retangulares cuja frequência pode variar entre algumas dezenas de hertz até perto de 10 kHz, com os valores dos componentes indicados. Alterações de valor de C_1 possibilitam a produção de sinais em outras faixas de frequências. O limite de frequência para este circuito está em torno de 4 MHz para uma alimentação de 6 V. A alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 15 V. O pino 1 pode ser desligado do circuito e usado para se obter um controle de habilitação deste oscilador. Circuitos integrados equivalentes que podem ser usados como inversores também funcionarão neste circuito como, por exemplo, o 4001.

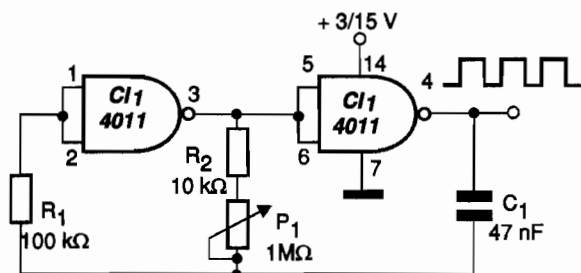


Figura 1

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso, observando-se que as outras duas portas do mesmo CI podem ser usadas com outras finalidades.

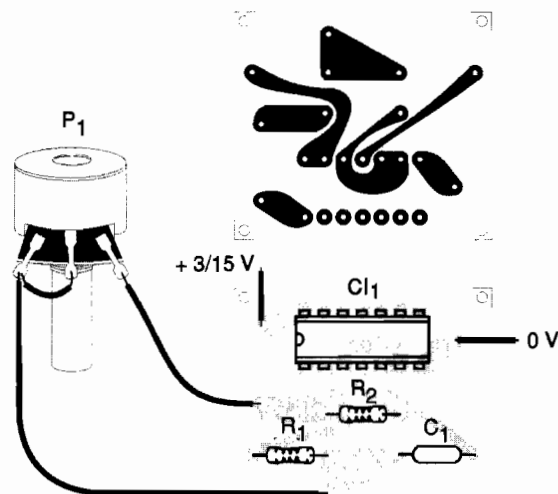


Figura 2

Lista de Material

- CI_1 - 4011 - circuito integrado CMOS
- R_1 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, amarelo
- R_2 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
- P_1 - 1 M ohms - potenciômetro ou trimpot
- C_1 - 47 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
- Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS 4000 a 4042

- 4000 - Dual 2-Input NOR gate plus inverter
- 4001 - Quad 2-Input NOR gate
- 4002 - Dual 4-Input NOR gate
- 4006 - 18-Stage Shift Register
- 4007 - Dual Complementary Pair Plus Inverter
- 4008 - 4-Bit Full Adder
- 4009 - Hex Buffer (Inverting)
- 4010 - Hex Buffer (Non-Inverting)
- 4011 - Dual 2-Input NAND Gate
- 4012 - Dual 4-Input NAND Gate
- 4013 - Dual D Flip-Flop
- 4014 - 8-Stage Static Shift Register
- 4015 - Dual 4-Bit Static Shift Register
- 4016 - Quad Bilateral Switch
- 4017 - Decade Counter/Divider with 10 Decoded Outputs
- 4018 - Presettable Divide-by-N Counter
- 4019 - Quad AND-OR Select Gate
- 4020 - 14-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider
- 4021 - 8-Stage Static Shift Register
- 4022 - Divide-by-8 Counter
- 4023 - Triple 3-Input Buffered NAND Gate
- 4024 - 7-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider
- 4025 - Triple 3-Input Buffered NOR Gate
- 4027 - Dual J-K Master/Slave Flip-Flop with Set and Reset
- 4028 - BCD-to-Decimal Decoder
- 4029 - Presettable Binary/Decade Up/Down Counter
- 4030 - Quad Exclusive-OR Gate
- 4031 - 64-Stage Static Shift Register
- 4034 - 8-Stage Tri-State Bidirectional Parallel/Serial Input/Output Bus Register
- 4035 - 4-Bit Parallel In/Parallel Out Shift Register
- 4041 - Quad True/Complement Buffer
- 4042 - Quad Clocked D Latch

DETECTOR DE TOM DE 1 kHz

Na **figura 1** temos o uso típico de um PLL NE567 na detecção de um tom em torno de 1 kHz. Este circuito pode ser usado como decodificador em controles remotos modulados por tom para aplicações em robótica, mecatrônica e automatismos diversos. Com a troca de C_2 pode-se detectar tons até 500 kHz, que é o limite de operação para o circuito integrado usado.

Observe a faixa de tensões de alimentação, pois o NE567 não suporta tensões acima de 10 V. A saída do circuito vai ao nível baixo quando o som é detectado. P_1 faz a sintonia do circuito e na entrada precisamos de um sinal de pelo menos 100 mV para a detecção.

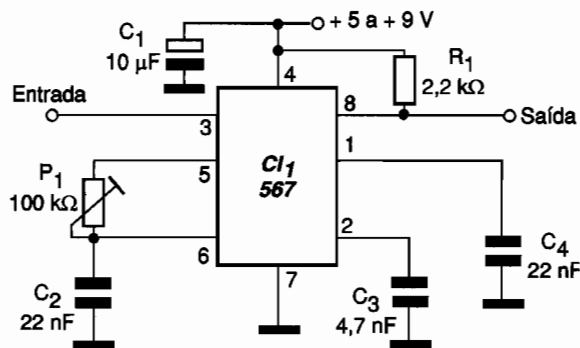


Figura 1

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

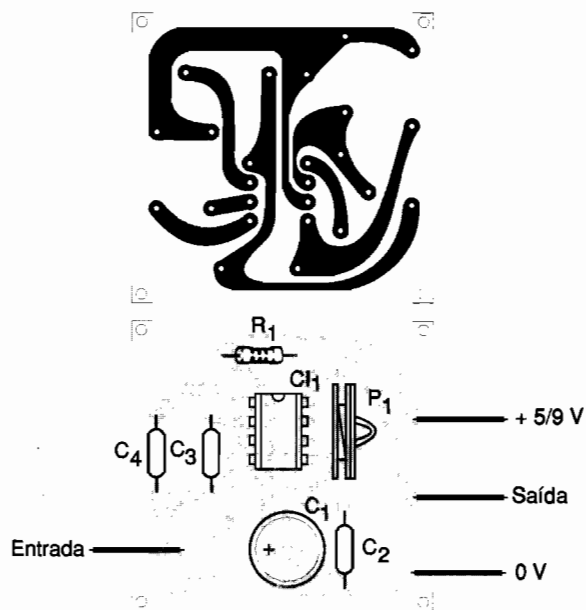


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - NE567 - circuito integrado PLL
 P_1 - 100 k ohms - trimpot
 C_1 - 10 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
 C_2, C_4 - 22 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 C_3 - 4,7 nF - capacitor cerâmico ou poliéster
 R_1 - 2,2 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS 4043 a 40192

4043 - Tri-State NOR R/S Latches
 4044 - Tri-State NAND R/S Latches
 4046 - Micropower Phase-locked-Loop
 4047 - Low Power Monostable/Astable Multivibrator
 4048 - Tri-State Expandable 8-Function 8-Input Gate
 4049 - Hex Inverting Buffer
 4050 - Hex Non-Inverting Buffer
 4051 - Single 8-Channel Analog Multiplexers/Demultiplexers
 4052 - Dual 4-Channel Analog Multiplexers/Demultiplexers
 4053 - Triple 2-Channel Analog Multiplexers/Demultiplexers
 4066 - Quad Bilateral Switch
 4069 - Inverter Circuits
 4070 - Quad 2-Input Exclusive-OR Gate
 4071 - Quad 2-Input OR Buffered B Series Gate
 4072 - Dual 4-Input OR Buffered B Series Gate
 4073 - Double Buffered Triple 3-Input AND Gate
 4075 - Double Buffered Triple 3-Input OR Gate
 4076 - Tri-State Quad D Flip-Flop
 4081 - Quad 2-Input AND Buffered B Series Gate
 4082 - Dual 4-Input AND Buffered B Series Gate
 4089 - BCD Rate Multiplier
 4093 - Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger
 4094 - 8-Bit Shift Register/Latch with Tri-State Outputs
 4099 - 8-Bit Addressable Latches
 40106 - Hex Schmitt Trigger
 40160 - Decade Counter with Assynchronous Clear
 40161 - Binary Counter with Assynchronous Clear
 40162 - Decade Counter with Synchronous Clear
 40163 - Binary Counter with Synchronous Clear
 40174 - Hex D Flip-Flop
 40175 - Quad D Flip-Flop
 40192 - Synchronous 4-Bit Up/Down Decade Counter

DETECTOR SÔNICO

A finalidade deste circuito é fornecer um sinal para controle a partir do som captado por um microfone de eletreto. Dentre as aplicações podemos citar o controle de robôs a partir de comandos sonoros ou ainda alarmes de ruídos. O ganho do circuito é dado por R_4 , que pode ser substituído por um *trimpot* de mesmo valor. Amplificadores operacionais equivalentes ao 741, inclusive tipos que podem operar com tensões menores, são opções para este projeto que, eventualmente precisará de alterações no valor de R_1 . A polaridade do microfone de eletreto deve ser observada e um capacitor de 1 nF a 47 nF pode ser ligado em paralelo com o microfone para modificar sua curva de resposta aos sons. Veja **figura 1**

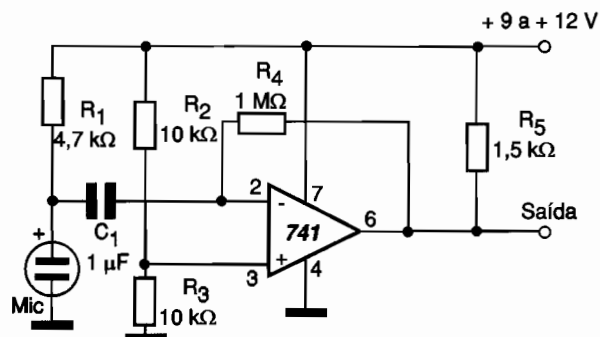


Figura 1

Na figura 2 damos uma sugestão de montagem deste circuito numa pequena placa de circuito impresso. O cabo de ligação do microfone de eletreto ao circuito deve ser blindado se tiver mais de 1 metro de comprimento. O resistor R_5 é opcional e sua presença dependerá da aplicação.

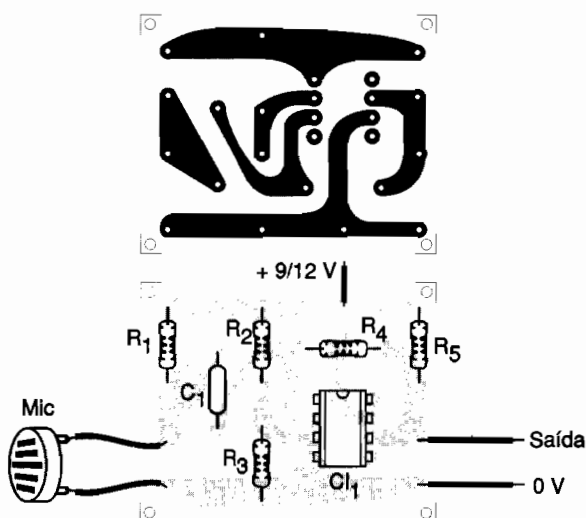


Figura 2

Lista de Material

CI_1 - 741 ou equivalente - amplificador operacional
 MIC - Microfone de eletreto de dois terminais
 C_1 - 1 μF - capacitor de poliéster
 R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
 R_2, R_3 - 10 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, laranja
 R_4 - 1 M ohms x 1/8 W - resistor - marrom, preto, verde
 R_5 - 1,5 k ohms x 1/8 W - resistor - marrom, verde, vermelho
 Diversos: placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

INFORMAÇÃO

CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS 40193 a 4724

40193 - Synchronous 4-Bit Up/Down Binary Counter
 4503 - Hex Non-Inverting Tri-State Buffer
 4510 - BCD Up/Down Counter
 4511 - BCD-to-7 Segment Latch Decoder/Driver
 4512 - 8-Channel Buffered Data Selector
 4514 - 4-Bit Latched 4-to-16 Line Decoders
 4515 - 4-bit Latched 4-to-16 Line Decoders
 4516 - Binary Up/Down Counter
 4518 - Dual Synchronous Up Counter
 4520 - Dual Synchronous Up Counter
 4522 - Programmable Divide-by-N 4-Bit Binary Counter
 4526 - Programmable Divide-by-N 4-Bit Binary Counter
 4528 - Dual Monostable Multivibrator
 4529 - Dual 4-Channel or Single 8-Channel Analog Data Selector
 4538 - Dual Monostable Multivibrator
 4541 - Programmable Timer with Oscillator
 4543 - BCD-to-7 Segment Latch/Decoder/Driver for Liquid Crystal Displays
 4723 - Dual 4-Bit Addressable Latch
 4724 - 8-Bit Addressable Latch

INTERFACE ÓPTICA PC

O diagrama da **figura 1** mostra como podemos acionar um relé a partir do sinal da porta paralela de um PC. Como temos 8 linhas de dados disponíveis, podemos controlar 8 circuitos diferentes, bastando que este circuito seja repetido 8 vezes. A alimentação de 6 ou 12 V depende do relé usado, que deve ser do tipo sensível para 50 mA no máximo. A corrente dos contatos depende da aplicação controlada. O terra da alimentação externa deve ser comum ao terra do PC disponível na porta paralela. Acopladores ópticos equivalentes ao 4N26 podem ser utilizados.

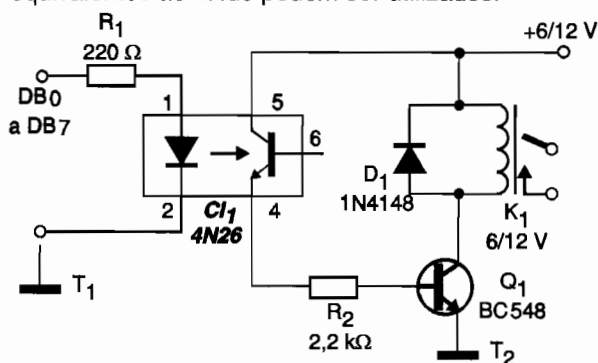


Figura 1

Na figura 2 temos uma sugestão de placa de circuito impresso para um dos canais desta interface. Para uma interface completa, o mesmo padrão deve ser repetido este número de vezes. O relé usado é do tipo com base DIL. Equivalentes podem ser empregados com alterações correspondentes no desenho da placa.

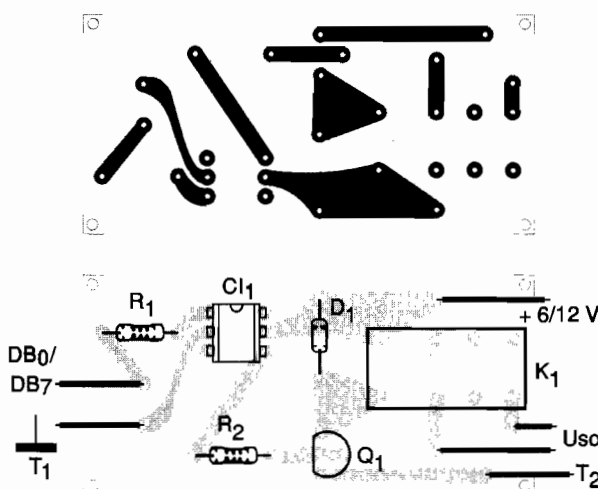


Figura 2

Lista de Material

CI₁ - 4N26 - acoplador óptico
D₁ - 1N4148 - diodo de silício de uso geral
Q₁ - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
K₁ - Relé de 6 ou 12 V sensível
R₁ - 220 ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, marrom
R₂ - 2,2 k ohms x 1/8 W - resistor - vermelho, vermelho, vermelho
Diversos: placa de circuito impresso, fios, conector DB-25, cabo, solda, etc.

INFORMAÇÃO

Propriedades Físicas do Nitinol (SMA)

Densidade: 6.45gms/cc
 Temperatura de fusão: 1240-1310° C
 Resistividade (hi-temp state): 82 mohm-cm
 Resistividade (lo-temp state): 76 mohm-cm
 Condutividade térmica: 0.1 W/cm-° C
 Capacidade térmica: 0.077 cal/gm-° C
 Calor latente: 5.78 cal/gm; 24.2 J/gm
 Susceptibilidade magnética (hi-temp): 3.8 memu/gm
 Susceptibilidade magnética (lo-temp): 2.5 memu/gm

Propriedades Mecânicas do Nitinol

Resistência a Tensão: 754 - 960 MPa or 110 - 140 ksi
 Elongação típica para quebra: 15.5 %
 Typical Yield Strength (hi-temp): 560 MPa, 80 ksi
 Typical Yield Strength (lo-temp): 100 MPa, 15 ksi
 Módulo elástico aproximado (hi-temp): 75 GPa, 11 Mpsi
 Módulo elástico aproximado (lo-temp): 28 GPa, 4 Mpsi
 Relação de Poisson: 0.3

Características de Atuação

Eficiência na conversão de energia: 5%
 Trabalho de saída: ~1 Joule/gram
 Temperaturas de transformações disponíveis: -100 to +100° C

ÍNDICE VOLUME 3

Circuitos

6 V COM O 7805	37	LED 110/220 V	65
60 HZ TTL	72	LUZ DE RÉ.....	9
ALARME COM SCR	79	LUZ DE TEMPO	66
ALARME DE PÊNDULO.....	27	LUZ RÍTMICA	57
ALTO-FALANTE COMO MICROFONE.....	76	MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO	46
AMOSTRAGEM E RETENÇÃO	44	MESA DE MIXAGEM	87
AMPLIFICADOR COM O 7806 OU 7812	67	METRÔNOMO	82
AMPLIFICADOR LM386.....	4	MICROTRANSMISSOR DE FM.....	30
AMPLIFICADOR PARA		MIXER 741 (MESA DE SOM)	56
RELUTÂNCIA VARIÁVEL	43	MONITOR DE TENSÃO	88
AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO		MONOESTÁVEL DE TOQUE	84
DE BAIXA POTÊNCIA.....	26	MULTIPLICADOR DE CAPACITÂNCIA	83
ASTÁVEL DE BAIXO CONSUMO	74	OSCILADOR A CRISTAL COM FET	62
AVISO DE FUSÍVEL QUEIMADO.....	73	OSCILADOR A CRISTAL DE 1 MHZ - CMOS	86
BIESTÁVEL COM SCR	89	OSCILADOR AMORTECIDO	78
CAPACITOR DIGITAL.....	63	OSCILADOR	29
CHAVE DE TOQUE.....	45	OSCILADOR COM COMPARADOR DE TENSÃO.....	58
CHAVE ÓPTICA.....	47	OSCILADOR DE 1 KHZ.....	50
CONTROLE AUTOMÁTICO DE LUMINOSIDADE.....	40	OSCILADOR DE RF 4093.....	74
CONTROLE DE MOTOR DC.....	18	OSCILADOR DE VHF.....	23
CONVERSOR LUZ-TENSÃO	61	OSCILADOR HARTLEY DE 1 MHZ	53
DETECTOR DE LUZ TTL/CMOS	81	OSCILADOR ULTRASÔNICO.....	11
DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO.....	34	PISCA-PISCA CONTROLADO CMOS	80
DETECTOR DE TOM DE 1 KHZ	92	PISCA-PISCA DE POTÊNCIA.....	49
DETECTOR INFRAVERMELHO	83	PRÉ-AMPLIFICADOR COM FET	35
DETECTOR SÔNICO	93	PRÉ-AMPLIFICADOR COM FET.....	19
DIVISOR CMOS POR 5.....	83	PRÉ-AMPLIFICADOR DE ÁUDIO	55
DIVISOR POR 10 E POR 100.....	33	PRÉ-AMPLIFICADOR NAB	68
DIVISOR POR 2	51	PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE.....	10
DIVISOR POR 50	41	PROVADOR CE CONTINUIDADE.....	32
DIVISOR PROGRAMÁVEL.....	75	PWM.....	5
DOBRADOR COM O 555.....	15	REFERÊNCIA DE MUITO BAIXA TENSÃO.....	6
ELETRIFICADOR	42	REFORÇADOR AM/OC	46
ELETROESTIMULADOR.....	20	REGULADOR DARLINGTON.....	8
ELETRÔMETRO	85	REGULADOR DE 5 V X 5 A	36
ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO.....	28	REGULADOR NEGATIVO DE TENSÃO	60
EXCITADOR DE LEDS	70	RELÉ DE TOM.....	16
FONTE AJUSTAVEL 1,25 A 15 V X 3 A	64	SENSOR DE PRESSÃO	80
FONTE DE ATA TENSÃO.....	14	SENSOR DE TEMPERATURA.....	12
FONTE DE CORRENTE CONSTANTE PARA LED	77	SENSOR DE TEMPERATURA.....	25
FONTE SEM TRANSFORMADOR.....	59	SEQUENCIADOR DE 1 A 10	24
FOTO-RECEPTOR.....	66	SINALIZADOR 4093	38
GERADO RETANGULAR	91	SIRENE DE POLÍCIA INGLESA.....	22
GERADOR DE BIPS.....	21	TELÉGRAFO EXPERIMENTAL	69
GERADOR DE RUÍDO BRANCO.....	7	TESTE DE PILHAS E BATERIAS.....	17
INDICADOR DE EQUILÍBRIO DE PONTE.....	13	TIMER 555.....	52
INTERFACE CMOS/TTL	54	TRANSMISSOR DE TOM.....	31
INTERFACE ÓPTICA PC	94	TRIPLICADOR DE TENSÃO.....	71
INTERRUPTOR DE POTÊNCIA	90	VCO.....	32
INVERSOR FLUORESCENTE	39	VU SIMPLES.....	9
		ZENER DE POTÊNCIA.....	10

ÍNDICE VOLUME 3

Informações & Soluções

A) COMPONENTES

1N34/A - DIODO DE GERMÂNIO	59
1N5226 - 1N5257 - DIODOS ZENER	56
1N5242 A 1N5267 - DIODOS ZENER	90
2716 - EPROM 2K	43
2N2906 - TRANSISTOR NPN DE USO GERAL.....	37
3N128 - MOSFET	76
4012 - DUAS PORTAS NAND	
CMOS DE 4 ENTRADAS.....	45
4016 - QUATRO CHAVES BILATERAIS	44
4049 - SEIS INVERSORES CMOS	54
4055BE - DRIVER PARA DISPLAY	
DE 7 SEGMENTOS.....	37
4068 - PORTA NAND CMOS DE 8 ENTRADAS	69
4N29/29A/30/31/32/32A/33	-
ISOLADORES ÓPTICOS	16
7401 - QUATRO PORTAS NAND	
DE 2 ENTRADAS	50
7403 - QUATRO PORTAS NAND TTL	88
7408 - QUATRO PORTAS NAND TTL	90
BC237/238 - TRANSISTORES PNP	
DE BAIXA POTÊNCIA.....	67
BC517 - DARLINGTON NPN DE USO GERAL	88
BD234 - TRANSISTOR PNP	
DE MÉDIA POTÊNCIA	84
BD433 - TRANSISTOR NPN DE POTÊNCIA	8
BD437 - TRANSISTOR NPN DE POTÊNCIA	75
BF245A - JFET DE USO GERAL.....	19
BF245A/B/C - JFET CANAL N	58
BF254 - TRANSISTOR NPN DE RF	38
BF324 - TRANSISTOR PNP DE RF	81
BF494 - TRANSISTOR NPN DE RF	39
BFR90 - TRANSISTOR NPN DE UHF/VHF/SHF	85
CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS 4000 A 4042.....	91
CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS 4043 A 40192	92
CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS 40193 A 4724	93
IRF510/11/12/13 - MOSFET DE POTÊNCIA	53
LM138/338 - REGULADOR DE	
1,2 V X 32 V - 5 A	40
LM323 - REGULADOR POSTIVO DE 5 V X 3 A	71
LM323 - REGULADOR POSTIVO	
DE TENSÃO DE 5 V X 3 A	71
LM335/235/135 -	
SENSOR DE TEMPERATURA.....	45
LM3900 - QUATRO AMPLIFICADORES	
DE TRANSCONDUÇÃO.....	43
MC4741 - QUATRO AMPLIFICADORS	
OPERACIONAIS	33
MCR1000 - MOS SCR	73
TIP120/121/122 - DARLINGTONS	
NPN DE POTÊNCIA	70

TIP645/646/647 - DARLINGTONS

DE POTÊNCIA PNP	82
TL081 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL JFET	71
TL081 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL JFET	71
TL084 - QUATRO AMPLIFICADORES	
OPERACIONAIS JFET.....	72
TL60 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL JFET	77
Z80 - MICROPROCESSADOR	41

B) TABELAS & FÓRMULAS

ALFABETO FONÉTICO INTERNACIONAL.....	62
ASTÁVEL MELHORADO COM 2 INVERSORES.....	11
CÁLCULO DE INDUTÂNCIA.....	7
CARACTERÍSTICAS DA SÉRIE	
LÓGICA 4000 CMOS.....	11
CARACTERÍSTICAS DAS FAMÍLIAS TTL	17
CARACTERÍSTICAS DE MATERIAIS	
SEMICONdutores.....	50
CICLO ATIVO NO 555	22
CIRCUITO LC - FREQUÊNCIA DE	
RESSONÂNCIA	38
CÓDIGO EXCESSO - 3	42
CONVERSÃO DE CAPACITÂNCIAS	36
CORRENTE DE FUSÃO DE FIOS COMUNS.....	48
CORRENTE MÁXIMA NUM RESISTOR	51
DISCO ESTROBOSCÓPICO.....	4
DIVISOR DE TENSÃO	58
ENERGIA ARMAZENADA NUM CAPACITOR.....	86
FATOR Q	33
FILTRO PASSA-FAIXA	33
FILTRO PI PASSA-ALTAS	60
FILTRO PI PASSA-BAIXAS	61
FREQUÊNCIA DO DUPLOT	29
FREQUÊNCIAS ANGULARES.....	31
FREQUÊNCIAS DE RADIODIFUSÃO E TV	62
FREQUÊNCIA & PERÍODO	35
IMPEDÂNCIAS E DEFASAGENS RLC	15
IMPEDÂNCIAS RL/RC - SÉRIE.....	6
INFORMAÇÕES SOBRE LEDS	52
LEI DE OHM	12
LIMIARES CMOS	68
OSCILADOR COM PORTA NAND 4093.....	8
OSCILADOR COM DOIS INVERSORES - I	54
OSCILADOR COM DOIS INVERSORES - II	55
PADRÃO NAB PARA FITAS MAGNÉTICAS.....	65
PORTA AND	89
PORTA OU EXCLUSIVO COM NANDS	78
PORTAS AND E NAND	84
PORTAS OU E NÃO-OU.....	49
PORTAS OU-EXCLUSIVO E	
NÃO-OU EXCLUSIVO	64

ÍNDICE VOLUME 3

RADIAÇÕES ÓPTICAS	20	ESTRUTURA E CARACTERÍSTICA DE UM	
REATÂNCIA INDUTIVA	17	FET DE JUNÇÃO	28
RESISTÊNCIA DE UM CONDUTOR	24	ETAPAS DE POTÊNCIA PARA	
SENOS/COSSENOS/TANGENTES	75	SEQUENCIAIS	25
SINAIS DA PORTA PARALELA	86	ETAPAS DE POTÊNCIA	21
SOMADOR COM AMPLIFICADOR		FATOR DE RIPPLE	81
OPERACIONAL	51	FILTRO REJEITOR DE ALTO Q	27
TABELA DE RESISTIVIDADES	57	INDICADORES QUÍMICOS ÁCIDO/BASE	5
VELOCIDADES DAS SUBFAMÍLIAS TTL	19	INTERFACES TTL/CMOS/COMPARADOR LM339 ..	18
C) DIVERSOS		MICROFONE DE ELETRETO	30
ACUMULADOR CHUMBO-ÁCIDO	63	PROPRIEDADES DO NITINOL (SMA)	94
ÂNGULOS CRÍTICOS	87	QUADRUPLICADOR DE TENSÃO DE MEIA ONDA ..	6
CAPACITORES PIN-UP	34	QUADRUPLICADOR DE TENSÃO	
CÓDIGO DE CAPACITORES CERÂMICOS	46	DE ONDA COMPLETA	14
CÓDIGO MORSE	13	SENSOR DE PRESSÃO	49
CÓDIGOS DE CAPACITORES ANTIGOS	27	SENSORES DE ALARMES	79
		TRIPLICADORES DE TENSÃO	25
		ZENERS COM DIODOS COMUNS	23

ÍNDICE VOLUME 2

Circuitos

ALARME DE UMIDADE 2.....	46	LATCH COM O 4066.....	93
AMPLIFICADOR COM O LM386.....	65	LED EM 110V/220 V CA.....	82
AMPLIFICADOR COM O TDA2002.....	87	LED ESTROBOSCÓPICO	32
AMPLIFICADOR DE 1,5 V.....	68	LED ESTROBOSCÓPICO 1.....	49
AMPLIFICADOR DE		LED ESTROBOSCÓPICO 2.....	50
ÁUDIO TRANSISTORIZADO.....	52	MEDIDOR DE RPM.....	48
AMPLIFICADOR DIGITAL.....	57	MINUTERIA.....	20
AMPLIFICADOR OPERACIONAL - 1	25	MIXER.....	14
AMPLIFICADOR ÓPTICO.....	42	MONOESTÁVEL - 4013.....	78
AMPLIFICADOR PARA FOTODIODO.....	55	MONOESTÁVEL CMOS.....	89
BARREIRA ÓPTICA.....	18	NOR USANDO NAND.....	54
BIESTÁVEL 4013.....	9	OSCILADOR 7413.....	78
CARREGADOR DE BATERIA.....	13	OSCILADOR CMOS.....	83
CARREGADOR DE CORRENTE CONSTANTE.....	81	OSCILADOR CMOS A CRISTAL.....	80
CARREGADOR DE NICAD.....	51	OSCILADOR COM DIODO TUNNEL.....	89
CHAMA PEIXES.....	77	OSCILADOR COM FILTRO CERÂMICO.....	66
CHAMA-CACHORRO	17	OSCILADOR COMPLEMENTAR.....	40
CHAVE AC.....	6	OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ.....	56
CHAVE DE TOQUE.....	36	OSCILADOR DE 500 HZ A 5 KHZ.....	12
CHAVE SEM RUÍDO.....	92	OSCILADOR DE ATÉ 50 MHZ.....	67
CIRCUITO ANTI-REPIQUE.....	47	OSCILADOR HARTLEY.....	72
COMBINADOR LINEAR.....	69	OSCILADOR UNIJUNÇÃO.....	35
CONTADOR ATÉ 4.....	8	PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE.....	61
CONTROLE BIDIRECIONAL DC - 1.....	31	PROVADOR DE DIODOS.....	84
CONTROLE BIDIRECIONAL DC - 2.....	34	PULSADOR.....	39
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO.....	10	QUADRUPLICADOR DE TENSÃO.....	88
CONTROLE DIGITAL DC.....	33	RÁDIO DE CRISTAL (GALENA).....	19
CONVERSOR SENOIDAL & RETANGULAR COM		RÁDIO INTEGRADO.....	21
TRANSISTORES.....	62	RECEPTOR PARA FOTODIODO.....	70
CONVERSOR SENOIDAL / RETANGULAR.....	60	REDUTOR DE 12 PARA 6 V	23
DIVISOR POR 16 - TTL.....	83	REFORÇADOR DE SINAIS.....	64
DIVISOR POR 7 - TTL		REGULADOR DC PARA MOTORES.....	94
DIVISOR POR 8 - TTL.....	58	REGULADOR PARA FONTE ALTERNATIVA	
DIVISOR POR 9	41	DE ENERGIA.....	22
DIVISOR PROGRAMÁVEL.....	11	REGULADOR PROTEGIDO.....	76
DIVISOR TTL POR 12.....	75	REGULADOR SÉRIE - 1.....	30
ELETRIFICADOR.....	15	REGULADOR SÉRIE - 2.....	29
FILTRO DIVISOR.....	24	RELAXAÇÃO COM SCR.....	44
FILTRO PASSA-FAIXA DE 1 KHZ.....	91	RELÉ DE UMIDADE - 1.....	45
FILTRO PASSA-BAIXAS DE 1 HZ.....	79	RELÉ RETARDADO.....	5
FONTE GALVANOPLÁSTICA.....	74	SENSOR DE CAMPO MAGNÉTICO.....	37
FOTODISPARADOR II.....	82	SENSOR DE UMIDADE.....	27
FOTODISPARADOR TTL.....	90	TERMOSTATO.....	28
FOTO-RELÉ.....	85	TERMOSTATO COM DIODO SENSOR.....	26
GERADOR DE RUÍDO BRANCO.....	71	TESTE DE FUGAS.....	16
GERADOR DE RUÍDO BRANCO.....	73	TIMER FET.....	43
GERADOR DE TOM.....	7	TRANSMISSOR CW.....	63
HARTLEY COM TRIODO.....	38	VCO.....	4
INTERFACE ISOLADA.....	53	WATTÍMETRO.....	86
INVERSOR (6 V - ALA TENSÃO).....	92	ZENER COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	59

ÍNDICE VOLUME 2

Informações & Soluções

A) COMPONENTES

1N5402/1N5404/1N5406 - DIODOS DE 3 A.....	76
2N1711 - TRANSISTOR NPN DE RF.....	91
2N2219/2N2219A - TRANSISTORES NPN DE COMUTAÇÃO.....	47
2N2646 - TRANSISTOR UNIJUNÇÃO.....	35
3N128/3N143 - FETS DE CANAL N - MOS.....	46
4001 - QUATRO PORTAS NOR DE DUAS ENTRADAS CMOS.....	92
4011 - QUATRO PORTAS NAND DE DUAS ENTRADAS CMOS.....	30
4018 - DIVISOR PROGRAMÁVEL DE FREQUÊNCIA - CMOS.....	41
4046 - PLL DE CONSUMO MUITO BAIXO - CMOS.....	4
4066 - QUATRO CHAVES ANALÓGICAS/DIGITAIS CMOS.....	93
4N29 - OPTO-ISOLADOR COM TRANSISTOR DARLINGTON.....	91
555 - DUPLO TIMER EQUIVALENTE AO 555.....	80
6C4 - VÁLVULA TRIODO (12AU7).....	38
7402 - QUATRO PORTAS NOR DE DUAS ENTRADAS TTL.....	45
7404 - SEIS INVERSORES TTL.....	11
7404 - SEIS INVERSORES TTL.....	58
7405 - SEIS INVERSORES TTL.....	43
741 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE USO GERAL.....	59
7413 - DUAS PORTAS DISPARADORAS NAND DE 4 ENTRADAS TTL.....	90
7413 - DUAS PORTAS NAND - TTL.....	24
74161 - CONTADOR BINÁRIO - DIVISOR POR 6 - TTL.....	57
7430 - UMA PORTA NAND DE 8 ENTRADAS - TTL.....	33
7486 - QUATRO PORTAS OU-EXCLUSIVO TTL.....	84
7492 - CONTADOR/DIVISOR BASE 12 - TTL.....	75
7493 - CONTADOR BINÁRIO DIVISOR POR 16 - TTL.....	83
7805 - REGULADOR DE TENSÃO DE 5 V X 1 A.....	21
78XX - REGULADORES DE TENSÃO POSITIVOS DE 1 A.....	90
BRY39P - TRANSISTOR PROGRAMÁVEL UNI-JUNÇÃO - PUT.....	81
DESIGNAÇÕES DO 741.....	70
LM35 - SENSOR DE TEMPERATURA CELSIUS.....	92
LM385 - REFERÊNCIA DE TENSÃO AJUSTÁVEL.....	59
LM386 - AMPLIFICADOR DE ÁUDIO.....	21
MC1439 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE USO GERAL.....	55
MPF102 - FET DE JUNÇÃO - CANAL N.....	32

MPT20 - DIAC.....	52
MSB4991-CHAVE BILATERAL DE SILÍCIO - SBS.....	53
MUS4987 - CHAVE UNILATERAL DE SILÍCIO - SUS.....	51
RELÉ DIL.....	9
TDA2002 - AMPLIFICADOR DE ÁUDIO DE POTÊNCIA.....	87
TIL81 - FOTOTRANSISTOR.....	63
TIL99 - FOTOTRANSISTOR.....	63
TRANSISTORES NPN DE USO GERAL.....	14
TRANSISTORES PNP DE USO GERAL.....	64
ULN2001/ULN2002/ULN2003/ULN2004.....	10

B) TABELAS & FÓRMULAS

ASTÁVEL COM DOIS INVERSORES.....	36
BANDAS DE ENERGIA DE SEMICONDUTORES.....	65
CÁLCULO DE SHUNT.....	72
CAPACITORES - ASSOCIAÇÕES ESPECIAIS.....	66
CAPACITORES DESPOLARIZADOS.....	73
CIRCUITO RLC.....	18
CÓDIGO DE CORES DE RESISTORES.....	31
COMPRIMENTO DE ONDA.....	54
CONSTANTE DE TEMPO RC - SÉRIE.....	12
CONVERSÃO BCD/DECIMAL.....	85
CONVERSÃO DE CAPACITÂNCIAS.....	5
CONVERSÃO DE CORRENTES.....	7
CONVERSÃO DE TEMPERATURAS.....	11
DESCARGA DE UM CAPACITOR ATRAVÉS DE UM RESISTOR.....	22
DIPOLO DOBRADO.....	48
DISPARADOR SCHMITT COM AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	88
EFEITO JOULE.....	55
ENERGIA ARMAZENADA NUM CAPACITOR.....	26
FAISCAMENTO AO AR LIVRE (RIGIDEZ DIELETRICA).....	78
FATOR Q.....	17
FILTRO LC - PASSA BAIXAS.....	88
FILTRO PASSA-BAIXAS/PASSA-ALTAS.....	42
FORÇA SOBRE UMA CARGA EM MOVIMENTO EM UM CAMPO MAGNÉTICO.....	75
FREQUÊNCIA DO OSCILADOR RC.....	8
FUNÇÕES LÓGICAS BÁSICAS.....	44
GANHO DO OPERACIONAL.....	25
GANHO EM DB.....	41
MOVIMENTO DE CARGA EM CAMPO UNIFORME.....	61
MULTIPLICADOR OPERACIONAL.....	49
OSCILADOR COM 3 INVERSORES.....	40
OSCILADOR OPERACIONAL.....	15
PONTE DE HAY.....	19

ÍNDICE VOLUME 2

PONTE DE MAXWELL.....	23
PONTE DE SAUTY.....	85
PONTE DE WHEATSTONE.....	74
REATÂNCIA CAPACITIVA	10
REGULADOR COM	
AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	20
RESISTÊNCIA MULTIPLICADORA.....	71
RESISTORES LIMITADORES PARA LEDS.....	60
SÉRIE DE FOURIER - DESENVOLVIMENTOS.....	39

C) DIVERSOS

AMPLIFICADOR DE ÁUDIO COMO	
INTERCOMUNICADOR.....	70
AMPLIFICADOR OPERACIONAL BÁSICO.....	60
BUSCA-PÓLO.....	80
COMPRIMENTOS DE ONDA PARA O	
ESPECTRO VISÍVEL.....	73
DESACOPLAMENTO DE ELETROLÍTICOS.....	43
DESACOPLAMENTO DE FONTES.....	92
DIODO TUNNEL.....	94
ESPECTROS DE FONTES EMISSORAS DE LUZ.....	5
FAIXAS DE NÍVEIS LÓGICOS CMOS.....	36
FIGURAS DE LISSAJUS.....	77

FLIP-FLOP MESTRE/ESCRAVO JK.....	79
FORTE PARA O OSCILADOR COM 6C4.....	38
FONTES SIMÉTRICAS.....	50
FOTOSENSORES.....	61
GERADOR DE 60 HZ - TTL.....	7
INVERSÃO DE POLARIDADE COM CHAVE H.....	79
LARGURA DE TRILHAS DE PLACAS DE	
CIRCUITO IMPRESSO.....	24
LEDS EM CORRENTE ALTERNADA.....	67
PARTÍCULAS ALFA.....	57
RESISTORES DE VALORES MUITO BAIXOS.....	16
RESPOSTA ESPECTRAL DE UM	
FOTODIODO DE SILÍCIO.....	37
SIMBOLOGIA DE	
INSTRUMENTOS ANALÓGICOS.....	13
SIMULADOR DE PORTA NÃO-E (NAND).....	68
TRANSFORMADOR DE DOIS	
ENROLAMENTOS 110/220 V.....	27
TRANSISTOR COMO CÉLULA	
SOLAR.....	28
TRANSISTORES	
COMO DIODOS.....	84
VÁLVULA DIODO.....	25

ÍNDICE VOLUME 1

CIRCUITOS

AMOSTRAGEM E RETENÇÃO	48	INTERRUPTOR COM RETARDO 1.....	91
AQUISIÇÃO DE DADOS.....	101	INTERRUPTOR DE POTÊNCIA	42
BIESTÁVEL 4013.....	10	INVERSOR.....	103
CHAVE DE ONDA COMPLETA COM SCR.....	60	LED EM 110/220 V.....	82
COMPARADOR DE JANELA 2.....	102	MICRO-SINALIZADOR.....	43
COMPARADOR DE JANELA.....	97	OSCILADOR 555 COM CICLO ATIVO.....	63
COMPARADOR NEGATIVO DE TENSÃO.....	29	OSCILADOR COMPLEMENTAR CMOS.....	79
COMPARADOR POSITIVO DE TENSÃO.....	42	OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ 1.....	40
CONDICIONADOR DE CONTATO.....	75	OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ 2.....	37
CONTADOR BCD.....	47	OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ.....	20
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO.....	38	OSCILADOR DE 100 KHZ.....	77
CONTROLE DE MOTOR DE		OSCILADOR DE BLOQUEIO.....	66
PASSO DE DUAS FASES.....	19	OSCILADOR DE DUPLO T.....	68
CONTROLE DE MOTOR DE		OSCILADOR HARTLEY.....	70
PASSO MC1413/14.....	18	PISCA-PISCA COM RELÉ.....	58
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO UCN4202.....	11	PONTE H - DARLINGTON.....	23
CONTROLE LINEAR DC.....	56	PONTE H COM FEEDBACK.....	24
CONTROLE PWM-1.....	22	PONTE H COM LÓGICA.....	27
CROWBAR COM RETARDO.....	65	PONTE H MISTA.....	12
DETECTOR DE AUSÊNCIA DE PULSO.....	160	PRÉ-AMPLIFICADOR DE ALTA IMPEDÂNCIA.....	72
DETECTOR DE FM.....	90	PRÉ-AMPLIFICADOR DE BAIXA IMPEDÂNCIA.....	81
DETECTOR DE RUÍDOS.....	8	PROTEÇÃO CONTRA SOBRECORRENTE.....	21
DIMMER.....	13	PROTEÇÃO CROWBAR AC.....	35
DIMMER COM TRIAC.....	30	PROTEÇÃO CROWBAR DC.....	38
DIVISOR POR 2/4.....	93	PULSADOR SONORO.....	41
ESPANTA PERNILONGOS (MURIÇOCAS).....	53	PWM ANTI-FASE COM O 555 - 2.....	61
EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ 2.....	57	PWM ANTI-FASE COM O 555.....	28
EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ 1.....	25	PWM DE POTÊNCIA.....	17
EXCITADOR SENSÍVEL DE RELÉ 3.....	62	PWM DE POTÊNCIA - 2.....	26
FONTE DE 12 V/1 A.....	33	RECONHECEDOR DE TOM.....	98
FONTE DE 6 V/1 A.....	31	REOSTATO DARLINGTON.....	45
FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 1.....	50	REOSTATO DC.....	32
FONTE DE CORRENTE CONSTANTE 2.....	51	REOSTATO PNP.....	52
FONTE SIMÉTRICA.....	69	REVERSÃO DE MOTOR DC.....	67
FOTO MONOESTÁVEL 1.....	83	SCR COM RETARDO.....	55
FOTO MONOESTÁVEL 2.....	84	SENSOR SPST.....	54
FOTODISPARADOR.....	80	SENSOR TACOMÉTRICO.....	36
FOTO-RELÉ 1.....	85	SEQUENCIAL 4017.....	89
FOTO-RELÉ 2.....	86	SÉRIE/PARALELO - 2.....	59
FOTO-RELÉ 3.....	87	SÉRIE-PARALELO - 1.....	39
FOTO-RELÉ 4.....	88	SIMPLES RÁDIO AM.....	46
FOTO-SCR.....	71	SINALIZADOR DE ALTA POTÊNCIA.....	49
GERADOR DE PASSO.....	76	TIMER 555.....	64
GERADOR DE TENSÃO NEGATIVA.....	14	TIMER FET.....	74
GERADOR SEQUENCIAL.....	99	TIMER SENSÍVEL - 2.....	78
GERADOR ULTRASSÔNICO.....	95	TIMER SENSÍVEL - 1.....	73
INDICADOR DE FUSÍVEL ABERTO.....	34	TOQUE FET.....	92
INTERFACE ISOLADA.....	100	TRANSMISSOR INFRAVERMELHO.....	94
INTERFACE PARALELA.....	9	TRANSMISSOR SIMPLES DE FM.....	44
INTERFACE PC.....	15	TRANSMISSOR VIA REDE.....	96
INTERFACE TRIAC.....	7		

ÍNDICE VOLUME 1

Soluções & Informações

A) COMPONENTES

1N4002/4003/4004/4005/4006/4007 - DIODOS	
RETIFICADORES DE 1 A.....	35
1N4148 - DIODO DE SILÍCIO DE USO GERAL.....	62
2N2955 - TRANSISTOR PNP DE POTÊNCIA.....	39
2N3055 - TRANSISTOR NPN DE ALTA POTÊNCIA.....	32
4001 - QUATRO PORTAS NOR CMOS.....	40
4013 - FLIP-FLOP TIPO D - CMOS.....	10
4017 - CONTADOR JOHNSON DE 10 ESTÁGIOS - CMOS.....	89
4050 - SEIS BUFFERS NÃO INVERSORES CMOS.....	93
4066 - 4 CHAVES ANALÓGICAS/DIGITAIS CMOS.....	101
4070 - 4 PORTAS EXCLUSIVE-OR - CMOS.....	99
4078 - UMA PORTA NOR DE 8 ENTRADAS CMOS.....	76
4093 - QUATRO PORTAS DISPARADORAS NAND - CMOS.....	20
4N25/26/27/28 - ACOPLADORES ÓPTICOS.....	7
4N26 - PINAGEM E DIMENSÕES.....	15
7400 - QUATRO PORTAS NAND - TTL.....	54
7409 - CONTADOR DE DÉCADA/ DIVISOR POR 10 - TTL.....	51
741 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE USO GERAL.....	83
7410 - 3 PORTAS NAND DE 3 ENTRADAS TTL.....	81
74121 - MONOESTÁVEL TTL.....	98
74190 - CONTADOR UP/DOWN TTL.....	49
7420 - 2 PORTAS NAND DE 4 ENTRADAS BTTL.....	71
7806 - REGULADOR DE TENSÃO POSITIVA DE 6 V X 1 A.....	31
7906/79012 - REGULADORES POSITIVOS DE 6 E 12 V PARA 1 A.....	69
BC327/BC328 - TRANSISTORES PNP DE USO GERAL.....	87
BC547/BC548/BC549 - TRANSISTORES NPN DE USO GERAL.....	25
BC557/558/559 - TRANSISTORES PNP DE USO GERAL.....	73
BD135/137/139 - TRANSISTORES NPN DE MÉDIA POTÊNCIA.....	14
BD136/138/140 - TRANSISTORES PNP DE MÉDIA POTÊNCIA.....	46
BD235 (NPN)/BD236 (PNP) - TRANSISTORES DE MÉDIA POTÊNCIA.....	57
BD237 (NPN)/BD238 (PNP) - TRANSISTORES DE MÉDIA POTÊNCIA.....	84
BF245A - FET DE CANAL N.....	72
BF494 - TRANSISTOR DE RF DE BAIXA	

POTÊNCIA NPN.....	77
BZX79XX - SÉRIE DE DIODOS ZENER DE 400 MW.....	50
CA3140 - AMPLIFICADOR OPERACIONAL COM FET.....	48
DISPLAY DE 7 SEGMENTOS - PINAGEM COMUM.....	102
IRF120/520 - MOSFETS DE POTÊNCIA.....	74
IRF240/241/242/243 - IRF640/641/642/643 - MOSFETS DE CANAL N.....	12
LM124/224/324 - COMPARADORES DE TENSÃO QUÁDRUPLOS.....	9
LM350 - REGULADOR DE TENSÃO DE 3 A.....	34
LM3909 - PULSADOR DE BAIXA TENSÃO.....	43
MC1411/12/13/14 - ARRAY DE TRANSISTORES DARLINGTON.....	18
NE/SE 567 - PLL ATÉ 500 KHZ.....	90
NE-2H - LÂMPADA NEON DE USO GERAL.....	61
TIC106 - SCR PARA 3,2 A.....	13
TIC226 - TRIAC PARA 8 A.....	30
TIC236B/D - TRIACS PARA 12 A.....	43
TIP110 A TIP647 - SÉRIE DARLINGTON DA TEXAS.....	79
TIP120/121/122 - TRANSISTORES NPN DARLINGTON DE POTÊNCIA.....	45
TIP125/126/127 - TRANSISTORES DARLINGTON PNP DE POTÊNCIA.....	23
TIP31 - TRANSISTOR NPN DE POTÊNCIA.....	22
TIP42 - TRANSISTOR PNP DE POTÊNCIA.....	52
TIP42 - TRANSISTOR PNP DE POTÊNCIA.....	96
TIP47/48/49 - TRANSISTORES NPN DE POTÊNCIA E ALTA TENSÃO.....	60
TMS2732A - EPROM DE 32 K (8 X 4096).....	27
UCN4202 - CONTROLADOR DE MOTOR DE PASSO.....	11

B) TABELAS & FÓRMULAS

555 ASTÁVEL.....	63
555 MONOESTÁVEL.....	16
CAPACITORES EM SÉRIE E EM PARALELO.....	67
CARACTERÍSTICAS DE SMAS.....	47
COEFICIENTE DE AUTO-INDUÇÃO DE UMA BOBINA.....	80
CONSTANTE DE TEMPO RC.....	55
CONVERSÃO DE GRAUS CELSIUS EM FARENHEIT.....	33
CONVERSÃO DE MILÍMETROS PARA POLEGADAS DECIMAIS.....	24
CONVERSÃO DE POLEGADAS DECIMAIS EM MILÍMETROS.....	21

ÍNDICE VOLUME 1

CORRENTES MÁXIMAS DE FIOS.....	44	RELAÇÃO ENTRE MEDIDAS	
DIFERENCIADOR COM OPERACIONAL.....	64	CIRCULARES E ANGULARES.....	8
ENERGIA DE ESCAPE DE		RESISTORES SÉRIE/PARALELO.....	39
METAIS ALCALINOS.....	102	SUBTRATOR OPERACIONAL.....	97
FÓRMULA PARA O OSCILADOR RC.....	100	TABELA DE FIOS ESMALTADOS (AWG E B&S).....	41
FREQÜÊNCIA DO DUPLO T.....	68	UNIDADES E CONVERSÕES	
FREQÜÊNCIA DO LC PARALELO.....	70	DE CAPACITÂNCIAS.....	53
FREQÜÊNCIA E SELETIVIDADE		UNIDADES ÓPTICAS DE EMITÂNCIA.....	102
DE UM CIRCUITO RLC.....	88	VALORES EM SENÓIDES.....	92
GANHOS EM DB DE TENSÃO			
E POTÊNCIA.....	91	C) DIVERSOS	
IMPEDÂNCIA DO SEGUIDOR DE TENSÃO.....	75	COMO CALCULAR O RESISTOR EM	
ÍNDICE DE FALHAS.....	17	SÉRIE COM UM LED.....	82
INDUTÂNCIA DE UM FIO RETO.....	51	DIAGRAMA DE CROMATICIDADE.....	58
INTEGRADOR OPERACIONAL.....	97	FLIP-FLOP R-S COM PORTA NOR.....	93
OSCILADOR COM INVERSORES.....	78	LÂMPADA NEON.....	34
OSCILADOR DE RELAXAÇÃO		LDR - CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	37
COM OPERACIONAL.....	38	MULTIPLICADOR DE TENSÃO.....	94
OSCILADOR DE RELAXAÇÃO		PINAGEM DA PORTA PARALELA DO PC.....	15
COM LÂMPADA NEON.....	36	PROVA DE CAPACITORES ELETROLÍTICOS	
OSCILADOR RC COM		COM O MULTÍMETRO.....	56
AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	42	PWM ANTI-FASE.....	28
OSCILADOR SENOIDAL COM		SEGUIDOR DE TENSÃO COM OPERACIONAL.....	103
AMPLIFICADOR OPERACIONAL.....	29	SENSIBILIDADE & EMISSÃO DE LUZ.....	26
POLARIZAÇÃO DE TRANSISTORES.....	59	TERMOS INGLESSES PARA	
PONTE DE SCHERING.....	66	CARACTERÍSTICAS DE PULSOS.....	85
PONTE DE WHEATSTONE.....	86	TOMADAS DIN.....	65
PREFIXOS MÉTRICOS.....	19	VALORES RMS E MÉDIOS DE TENSÕES.....	95

100 projetos que todo profissional deve ter para consulta

6 V COM O 7805 / 60 HZ TTL / ALARME COM SCR / ALARME DE PÊNDULO / ALTO-FALANTE COMO MICROFONE / AMOSTRAGEM E RETENÇÃO / AMPLIFICADOR COM O 7806 OU 7812 / AMPLIFICADOR LM386 / AMPLIFICADOR PARA RELUTÂNCIA VARIÁVEL / AMPLIFICADOR TRANSISTORIZADO DE BAIXA POTÊNCIA / ASTÁVEL DE BAIXO CONSUMO / AVISO DE FUSÍVEL QUEIMADO / BIESTÁVEL COM SCR / CAPACITOR DIGITAL / CHAVE DE TOQUE / CHAVE ÓPTICA / CONTROLE AUTOMÁTICO DE LUMINOSIDADE / CONTROLE DE MOTOR DC / CONVERSOR LUZ-TENSÃO / DETECTOR DE LUZ TTL/CMOS / DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO / DETECTOR DE TOM DE 1 KHZ / DETECTOR INFRAVERMELHO / DETECTOR SÔNICO / DIVISOR CMOS POR 5 / DIVISOR POR 10 E POR 100 / DIVISOR POR 2 / DIVISOR POR 50 / DIVISOR PROGRAMÁVEL / DOBRADOR COM O 555 / ELETRIFICADOR / ELETROESTIMULADOR / ELETRÔMETRO / ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO / EXCITADOR DE LEDS / FONTE AJUSTAVEL 1,25 A 15 V X 3 A / FONTE DE ATA TENSÃO / FONTE DE CORRENTE CONSTANTE PARA LED / FONTE SEM TRANSFORMADOR / FOTO-RECEPTOR / GERADO RETANGULAR / GERADOR DE BIPS / GERADOR DE RUÍDO BRANCO / INDICADOR DE EQUILÍBRIO DE PONTE / INTERFACE CMOS/TTL / INTERFACE ÓPTICA PC / INTERRUPTOR DE POTÊNCIA / INVERSOR FLUORESCENTE / LED 110/220 V / LUZ DE RÉ / LUZ DE TEMPO / LUZ RÍTMICA / MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO / MESA DE MIXAGEM / METRÔNOMO / MICROTRANSMISSOR DE FM / MIXER 741 (MESA DE SOM) / MONITOR DE TENSÃO / MONOESTÁVEL DE TOQUE / MULTIPLICADOR DE CAPACITÂNCIA / OSCILADOR A CRISTAL COM FET / OSCILADOR A CRISTAL DE 1 MHZ - CMOS / OSCILADOR AMORTECIDO / OSCILADOR AMORTECIDO / OSCILADOR COM COMPARADOR DE TENSÃO / OSCILADOR DE 1 KHZ / OSCILADOR DE RF 4093 / OSCILADOR DE VHF / OSCILADOR HARTLEY DE 1 MHZ / OSCILADOR ULTRASÔNICO / PISCA-PISCA CONTROLADO CMOS / PISCA-PISCA DE POTÊNCIA / PRÉ-AMPLIFICADOR COM FET / PRÉ-AMPLIFICADOR COM FET / PRÉ-AMPLIFICADOR DE ÁUDIO / PRÉ-AMPLIFICADOR NAB / PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE / PROVADOR DE CONTINUIDADE / PWM / REFERÊNCIA DE MUITO BAIXA TENSÃO / REFORÇADOR AM/OC / REGULADOR DARLINGTON / REGULADOR DE 5 V X 5 A / REGULADOR NEGATIVO DE TENSÃO / RELÉ DE TOM / SENSOR DE PRESSÃO / SENSOR DE TEMPERATURA / SENSOR DE TEMPERATURA / SEQUENCIADOR DE 1 A 10 / SINALIZADOR 4093 / SIRENE DE POLÍCIA INGLESA / TELÉGRAFO EXPERIMENTAL / TESTE DE PILHAS E BATERIAS / TIMER 555 / TRANSMISSOR DE TOM / TRIPLICADOR DE TENSÃO / VCO / VU SIMPLES / ZENER DE POTÊNCIA

ISBN 85-7116-020-1



9 788571 160200