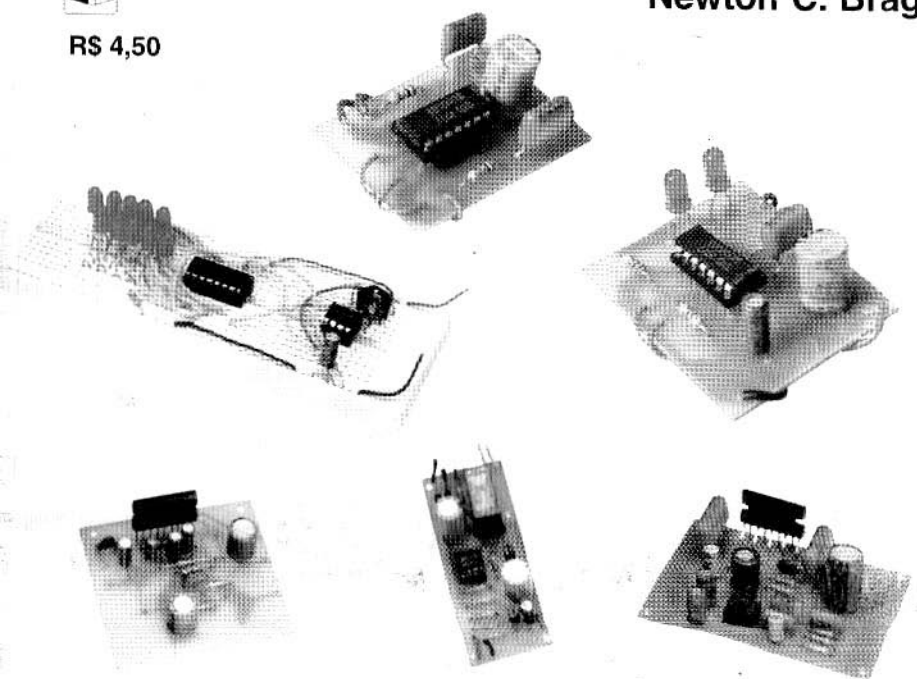


1002 CIRCUITOS



RS 4,50

Newton C. Braga



AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE POTÊNCIA - TIMER - TRANSMISSOR INFRAVERMELHO - DECODIFICADOR ESTÉREO PARA TV - CAPACITOR VARIÁVEL DE ESTADO SÓLIDO - VARIAC COM SCR - PEQUENO TRANSMISSOR DE FM - GERADOR DIGITAL TRIANGULAR/SENOIDAL - ILUMINAÇÃO CONSTANTE - CONTROLE DE MOTOR DE PASSO - PRÉSCALER PARA 130/225 MHz - CASADOR DE IMPEDÂNCIAS - FUZZ - SINTETIZADOR CMOS SENOIDAL

INTRODUÇÃO

Um dos problemas que projetistas, montadores e estudantes de Eletrônica enfrentam com maior frequência é encontrar configurações básicas de circuitos que possam ser usadas de forma completa ou ainda como parte de projetos mais complexos.

Durante mais de 30 anos, criando projetos de eletrônica, e acumulando uma enorme coleção de circuitos de manuais, *data sheets* e *application notes* de fabricantes, o autor passou a contar com um dos maiores acervos de circuitos deste país.

Numa primeira série de publicações que contou com 7 volumes, chamada Circuitos e Informações o autor teve a oportunidade de passar aos profissionais, amadores e estudantes de Eletrônica uma boa quantidade de seus circuitos, mas não foi tudo.

Muito mais circuitos ainda existiam e a procura destes por parte dos leitores fez com que uma nova quantidade fosse reunida nesta publicação que certamente não será a única.

Acreditamos que mais este trabalho possa ser de grande utilidade aos leitores.

102

CIRCUITOS

Newton C. Braga

Copyright by - EDITORA SABER LTDA. - 1998 -

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).

Editora Saber Ltda.

Rua Jacinto José de Araújo, 315 - Tatuapé - São Paulo/SP - Brasil

CEP: 03087-020 - Tel: +55 (011) 296 5333

E-Mail: rsel@edsaber.com.br

Impressão: *Cunha-Facchini*

Índice

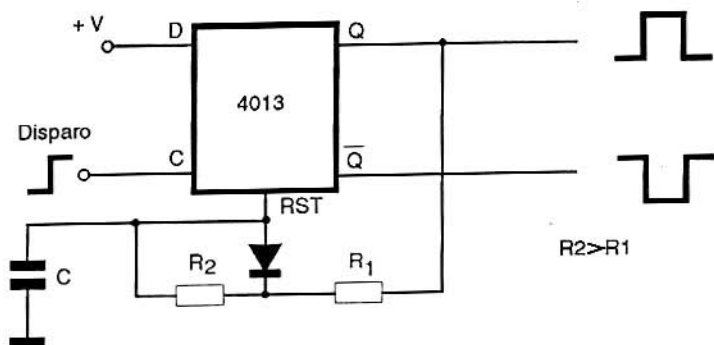
MONOESTÁVEL 4013	6
AMPLIFICADOR PARA FONE	6
OSCILADOR 4093B	7
FONTE de 5 V/4 A	7
INDICADOR PULSANTE	8
FOTOTRIGGER COM RESET	8
MICRO-RÁDIO	9
AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE POTÊNCIA	9
TIMER COM CARGA DIRETA	10
FOTOTRANSISTOR RÁPIDO	10
INTERFACE CASSETE x MICRO	11
DIFERENCIADOR	11
OSCILADOR DE 200 a 4000 Hz COM O 741	12
ZENER OPERACIONAL	12
AMPLIFICADOR 741	13
SINTONIZADOR ZN414	14
TIMER	14
OSCILADOR DE 100 kHz a 10 MHz	15
TRANSMISSOR INFRAVERMELHO	16
INVERSOR DE ÁUDIO	16
DECODIFICADOR ESTÉREO PARA TV	17
FLIP-FLOP TIPO D TTL	19
CAPACITOR VARIÁVEL DE ESTADO SÓLIDO	19
CONTROLE DE TOM	20
VARIAC COM SCR	20
AMPLIFICADOR DE 10 W	21
PRÉ-AMPLIFICADOR DE BAIXO RUÍDO	21
PEQUENO TRANSMISSOR DE FM	22
INJETOR DE SINAIS	23
MODULADOR ÓPTICO DE 1 TRANSISTOR	23
INJEÇÃO ELETRÔNICA	24
CHAVE DE ÁUDIO CONTROLADA DIGITALMENTE	24
GERADOR DIGITAL TRIANGULAR/SENOIDAL	26

PISCA-PISCA INCANDESCENTE	27
INTEGRADOR	27
CONTROLE DE MOTOR DC	28
AMPLIFICADOR LM386 DE 1 W	28
ILUMINAÇÃO CONSTANTE	29
OPTO-ACOPLADOR PARA TTL	30
OSCILADOR CONTROLADO	30
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO	31
DRIVER PARA MOTOR	31
CONVERSOR FREQUÊNCIA/TENSÃO	32
PISCA-PISCA LED TTL	32
OSCILADOR CONTROLADO POR TENSÃO	33
ACOPLADOR ÓPTICO DE ALTA VELOCIDADE	33
PRESCALER PARA 130/225 MHz	34
DIVISOR DE FREQUÊNCIA CMOS	34
ADAPTADOR TTL-CMOS	35
GERADOR DE SOM DE ARMA	35
SENSOR DE NÍVEL DE LÍQUIDO	36
IGNIÇÃO ELETRÔNICA RCA	37
CASADOR DE IMPEDÂNCIAS	37
OSCILADOR SINCRONIZADO	38
CLOCK DE 10 MHz	38
INDICADOR DE SUBTENSÃO	39
ACOPLADOR ÓPTICO TTL (II)	39
ACOPLADOR ÓPTICO TTL (I)	40
BIESTÁVEL CMOS	40
BASE DE TEMPO DE 60 Hz	41
DOBRADOR DE TENSÃO CONTÍNUA	41
FUZZ	42
DIVISOR POR 7	43
SINTETIZADOR CMOS SENOIDAL	43
FONTE VARIÁVEL 0-15 V/ 1 A	44
INTEGRADOR CMOS	44
PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO	45
INJETOR CMOS	45

PULSADOR ALTERNADO	46
MC334OP	47
CONVERSOR D/A DE 8 BITS	47
CONTROLE DE VELOCIDADE	48
CARREGADOR DE BATERIAS	48
EQUALIZADOR RIAA DE PRECISÃO	49
LIGAÇÃO DO MICROFONE DE ELETRETO	50
INVERSOR DE 5 V A 15 V	50
AMPLIFICADOR LM386	51
TIL302	51
REGULADOR SIMÉTRICO DE 15 + 15 V x 1 A	52
DEMODULADOR FSK	53
AMPLIFICADOR DE 6 W	53
PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE DE BAIXA IMPEDÂNCIA	54
555 MONOESTÁVEL	55
FONTE DE 15 V X 2 A	56
FÓRMULA PARA O SCHMITT TRIGGER	56
LIMITADOR DE CORRENTE AJUSTÁVEL	57
DETECTOR DE PULSO	57
FONTE DE CORRENTE PROGRAMADA DIGITALMENTE	58
DETECTOR DE NULO	59
LH0101	59
LM117/217/317	60
2S1290	60
MONOESTÁVEL COM SCHMITT TRIGGER	61
TEMPORIZADOR CMOS	61
SISTEMA DE REALIMENTAÇÃO COM FLIP-FLOP 4093	62
TIMER DE LONGO INTERVALO	62
DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO	63
AMPLIFICADOR PARA TRANSDUTOR PIEZOELÉTRICO	63
SENSOR DE TEMPERATURA	63
AMPLIFICADOR PARA FOTODIODO	64
AMPLIFICADOR PARA FOTODIODO (II)	64
SEGUIDOR DE TENSÃO DE ALTA IMPEDÂNCIA	64

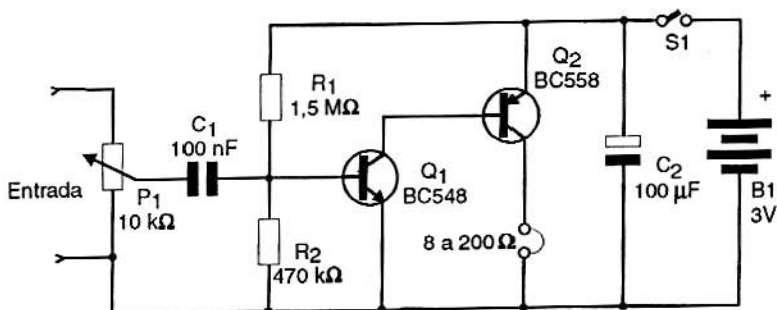
MONOESTÁVEL 4013

Este circuito tem por base um *flip-flop* contido num 4013 operando como monoestável. O tempo de atuação depende dos resistores e do capacitor C. O monoestável dispara com a transição positiva do sinal de entrada e a alimentação pode ser feita com tensões de 3 V a 15 V. O diodo pode ser de qualquer tipo de uso geral



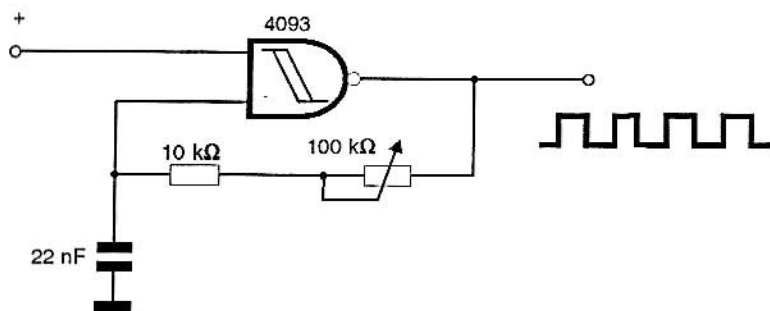
AMPLIFICADOR PARA FONE

Podemos usar este amplificador com fones de baixa impedância com bom rendimento. Aplicações possíveis para este circuito vão desde seguidores de sinais e rádios experimentais até um estetoscópio simples. Os resistores são de 1/8 W e a alimentação pode ser feita com apenas duas pilhas pequenas.



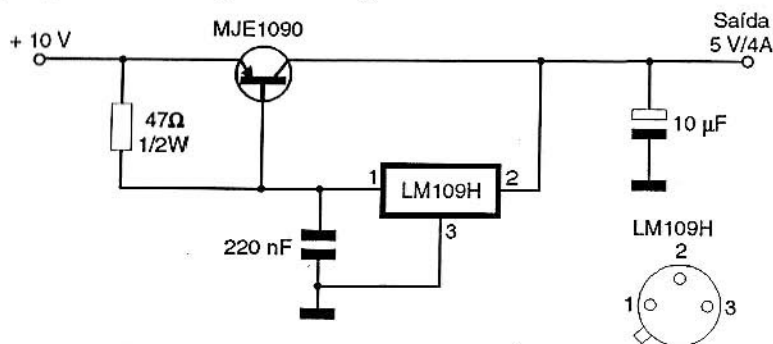
OSCILADOR 4093B

Este oscilador produz um sinal retangular na faixa de 100 Hz a 1 kHz, mas com a troca do capacitor, podemos obter outras faixas de frequências. O ajuste fino da frequência é feito no potenciômetro de 100 k Ω . Neste circuito, apenas uma das quatro portas do 4093 é usada. A alimentação positiva de 3 V a 15 V é feita no pino 7 e o terra é no pino 14.



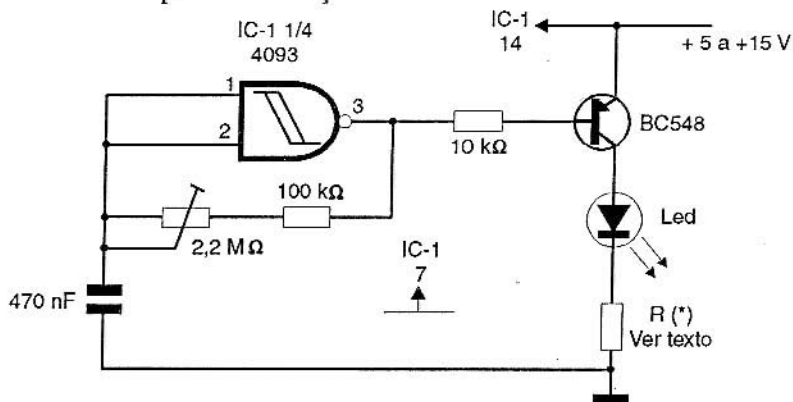
FONTE de 5 V/4 A

Com este regulador podemos ter correntes de até 4 A com 5 V na saída. O transistor pode ser substituído por equivalentes Darlington de 10 A e deve ser montado num bom radiador de calor. O sufixo H indica que o LM109 tem invólucro metálico com pinagem mostrada junto ao diagrama.



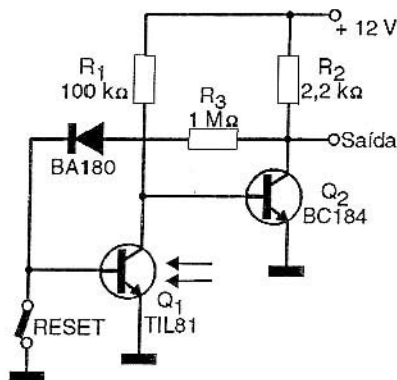
INDICADOR PULSANTE

Este circuito excita um LED, que piscará em frequência ajustada pelo *trimpot*. As outras portas do mesmo circuito integrado podem ser usadas em configurações semelhantes. O resistor R terá 470 Ω para alimentação de 3 V a 6 V, 680 Ω para alimentação de 9 V e 1 k Ω para alimentação de 12 V.



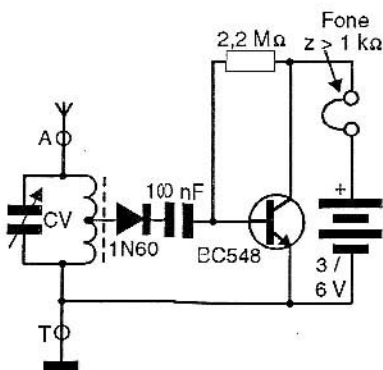
FOTOTRIGGER COM RESET

No escuro o transistor Q_2 é excitado por R_1 e conduz a corrente. Se luz incidir no transistor Q_1 ele conduz a corrente e leva ao corte o transistor Q_2 , quando então o nível do sinal de saída se torna alto. O diodo tem por função atuar como *feed-back*. O circuito é sugerido pela Texas Instruments e componentes equivalentes podem ser experimentados.



MICRO-RÁDIO

Este recep. or elementar excita um fone de alta impedância (mais de 1 kW) com bom volume, captando as estações locais da faixa de ondas médias. A bobina consta de 80 espiras de fio 26 a 30 em bastão de ferrite de aproximadamente 1 cm de diâmetro e de 20 a 30 cm de comprimento. A tomada deve ficar entre a trigésima e quadragésima espira. O comprimento da antena deve ser de pelo menos 10 metros e a ligação à terra é importante. Para fones piezoelétricos deve ser ligado um resistor de 10 kW em paralelo.



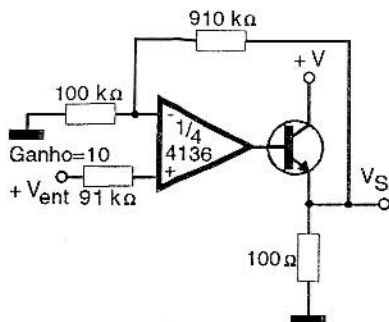
AMPLIFICADOR OPERACIONAL DE POTÊNCIA

A potência de saída do amplificador operacional pode ser aumentada com a utilização de um transistor, conforme indicamos neste circuito.

As características deste transistor vão depender da corrente exigida pela carga, estando o máximo em torno de 1 A.

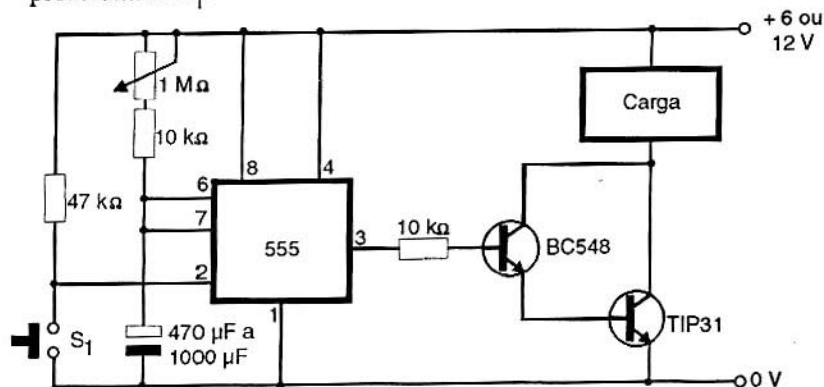
O ganho deste circuito depende da relação entre o resistor de 910 kW e o resistor de 100 kW na entrada é de 10 vezes.

A fonte de alimentação deve ser simétrica e o circuito é sugerido pela Fairchild.



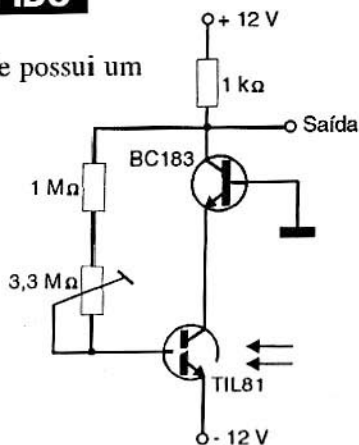
TIMER COM CARGA DIRETA

Este *timer* aciona uma carga durante um intervalo de tempo máximo de aproximadamente 15 minutos dado pelo potenciômetro de 1 MW e pelo capacitor cujo valor é limitado por fugas. Um potenciômetro de 2,2 MW permite alcançar o dobro do tempo máximo. A corrente na carga é de 1 A no máximo. O transistor TIP31 admite equivalentes e deve ser montado num radiador de calor. A temporização tem início com a alimentação da carga ao ser pressionado S_1 .



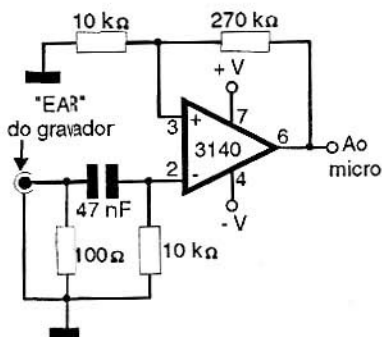
FOTOTRANSISTOR RÁPIDO

Este circuito de alta velocidade possui um ajuste da corrente de repouso (no escuro). O aumento da corrente de repouso também implica num aumento de sensibilidade. O circuito é sugerido pela Texas Instruments.



INTERFACE CASSETE x MICRO

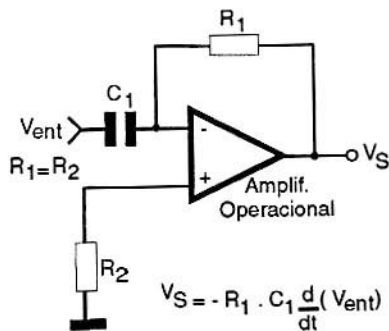
Este circuito pode ser usado para os casos em que o leitor ainda possua fitas cassete com programas gravados no sistema FSK. Com um *modem* apropriado pode ser feita a "recuperação" dos programas. O resistor de 270 kW ajusta o ganho do circuito e pode ser alterado numa ampla faixa de valores. O circuito integrado 3140 necessita de uma fonte de alimentação simétrica e consiste num amplificador operacional com FET.



DIFERENCIADOR

Na figura abaixo temos a configuração básica para um diferenciador usando um amplificador operacional. O amplificador operacional típico para esta aplicação é o 741, mas equivalentes podem ser utilizados.

Junto ao diagrama temos as fórmulas que demonstram que a tensão de saída depende da variação (diferencial) da tensão de entrada em relação ao tempo e aos valores de R_1 e C_1 . Observe também que R_1 deve ser igual a R_2 para menor erro, isso devido a problemas de *offset* que ocorrem com amplificadores operacionais comuns.

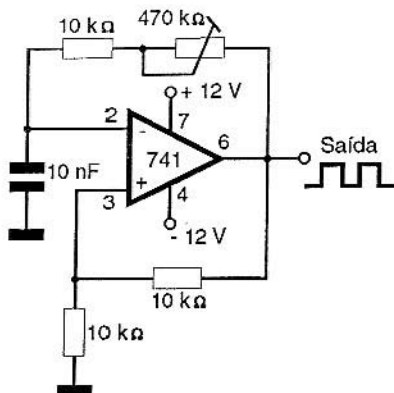


OSCILADOR DE 200 a 4000 Hz COM O 741

Evidentemente, esta configuração pode ser usada com outros amplificadores operacionais e inclusive produzir sinais de frequências mais elevadas, se forem usados circuitos integrados mais rápidos.

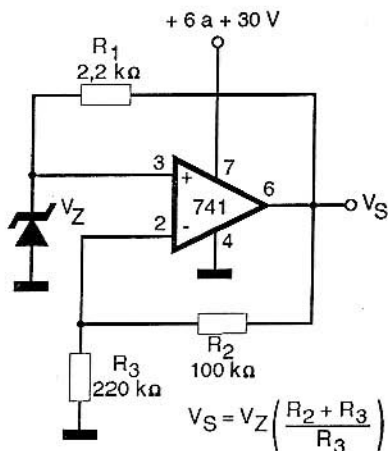
A fonte de alimentação deve ser simétrica com tensões de 6 a 12 V tipicamente e o *trimpot* ajusta a frequência de operação na faixa indicada. Outras faixas de frequências de operação podem ser obtidas com a troca do capacitor.

O sinal gerado é retangular com uma boa intensidade.



ZENER OPERACIONAL

Usando a configuração indicada é possível obter um zener de maior potência, de acordo com as características do amplificador operacional. A tensão zener depende do próprio diodo zener e dos valores de R_2 e R_3 , conforme a fórmula dada junto ao diagrama. Neste caso foi usado um amplificador operacional 741 com tensões de alimentação entre 6 e 30 V, mas a configuração é válida para outros amplificadores operacionais, observando-se suas características.

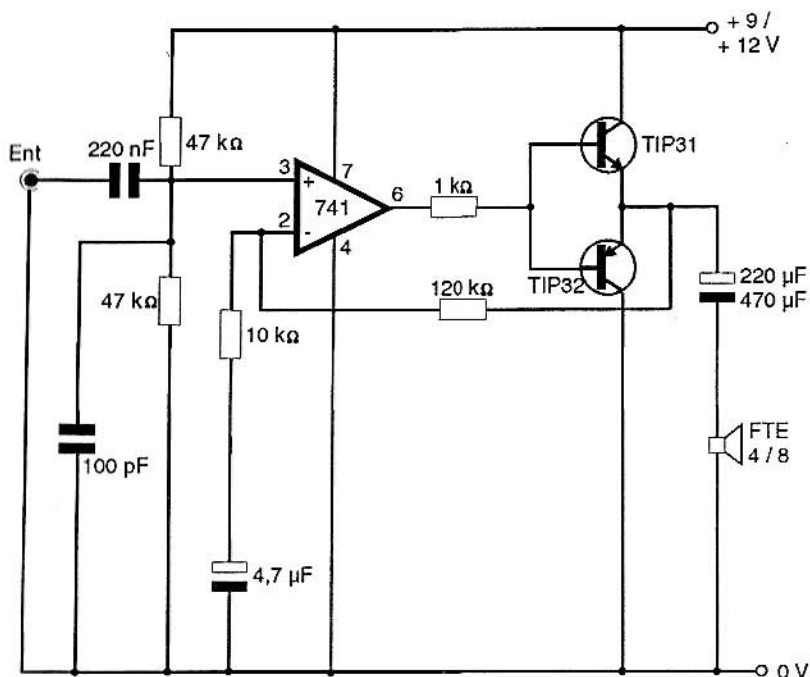


AMPLIFICADOR 741

Na figura abaixo mostramos como é possível agregar uma etapa de potência com transistores bipolares comuns à saída de um amplificador operacional de modo a obter um amplificador de áudio com alguns watts de potência.

O amplificador operacional opera como pré-amplificador e excitador de áudio com o ganho determinado basicamente pelo resistor de $120\text{ k}\Omega$ de realimentação negativa. O resistor de 100 pF elimina as componentes de alta frequência do sinal de áudio que podem instabilizar o circuito.

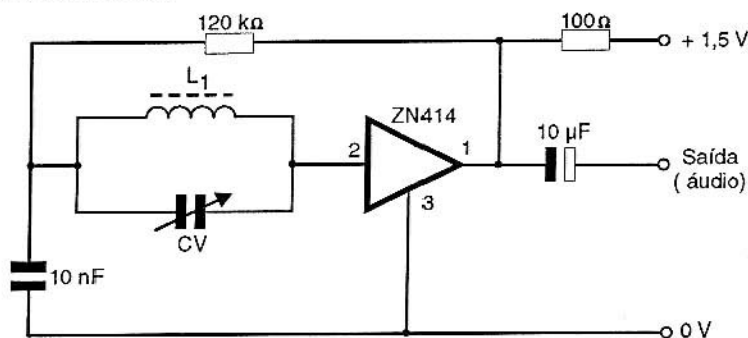
Observe que este amplificador de áudio funciona com tensões de 9 a 12 V e que a fonte de alimentação não precisa ser simétrica. Os transistores de potência devem ser dotados de radiadores de calor e tipos equivalentes podem ser usados.



SINTONIZADOR ZN414

O circuito integrado ZN414 da Ferranti, que não é muito comum em nosso mercado, consiste num rádio integrado muito simples que precisa de pouquíssimos componentes externos para sintonizar a faixa de ondas médias. O circuito mostrado na figura 6 funciona com apenas 1,5 V de uma pilha comum e pode captar as estações locais de ondas médias. O sinal de sua saída pode ser aplicado à entrada de qualquer amplificador de áudio, obtendo-se assim um sintonizador de AM.

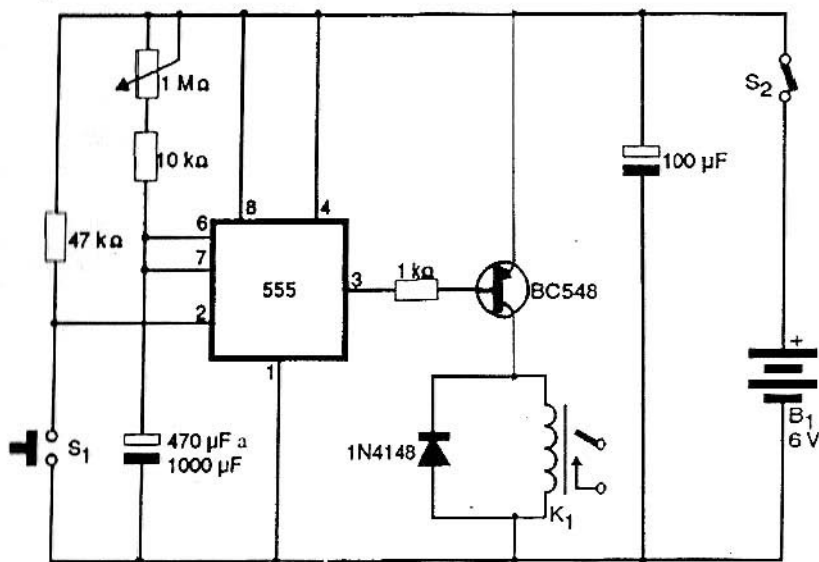
A bobina L_1 consiste em 100 espiras de fio 28 a 30 num bastão de ferrite de 5 a 15 cm de comprimento e de 0,5 a 1 cm de diâmetro, enquanto que o capacitor variável é de aproximadamente 120 pF. Para as estações locais mais fortes, o receptor não precisa de antena externa.



TIMER

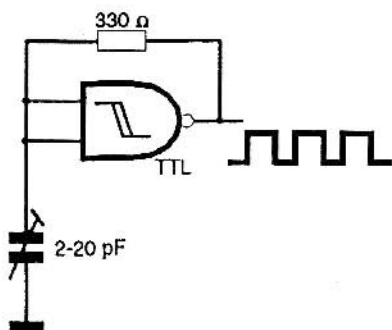
Este *timer* aciona um relé depois de decorrido um intervalo de tempo de até 15 minutos, a partir do acionamento de S_1 . Intervalos maiores poderão ser obtidos com um potenciômetro maior, mas existe a limitação das fugas do capacitor. O sistema é acionado quando se pressiona S_1 e a saída vai ao nível baixo, mantendo desenergizada a bobina do relé. O relé pode ser de 6 V para

100 mA. Se o leitor preferir alimentar o circuito com 12 V, utilize um relé de 12 V x 50 mA. O tempo máximo de temporização é calculado pela expressão $T = 1,1 \times R \times C$. Onde, R é a resistência entre o positivo e o pino 6/7 do CI e C é a capacitância entre estes pinos e a terra.



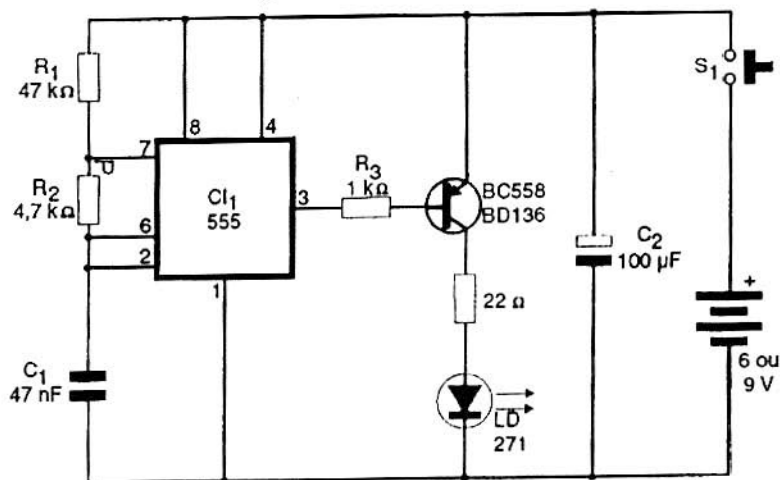
OSCILADOR DE 100 kHz a 10 MHz

Um disparador NAND TTL é a base deste oscilador que, com os componentes indicados, pode gerar sinais na faixa de frequências indicada. O circuito também pode ser elaborado com inversores comuns e a frequência máxima é indicada para os TTLs Standard. Para outras famílias, podem ser alcançadas frequências maiores, conforme o caso.



TRANSMISSOR INFRAVERMELHO

Este circuito produz pulsos de grande intensidade e curta duração numa frequência de aproximadamente 1 kHz. Podemos usá-lo como parte de um projeto de controle remoto por infravermelho que atenta a sinais pulsados. Qualquer LED comum infravermelho pode ser usado e o resistor em série com o LED, que determina a potência da emissão, pode ter valores entre 10 W e 56 W. Será interessante verificar as características do LED usado no sentido de obter o valor ideal para este resistor.

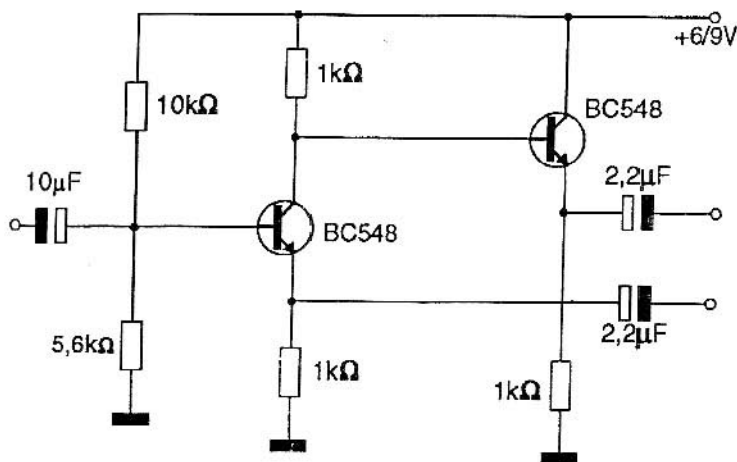


INVERSOR DE ÁUDIO

A figura abaixo apresenta uma configuração que pode ser de grande utilidade para os projetistas de equipamentos de áudio.

O que este circuito faz é obter a partir de um sinal de áudio, dois outros que correspondam ao original e ao original com a fase invertida. Estes sinais podem ser necessários para a excitação de etapas de saída de amplificadores em ponte ou em contrafase.

Os transistores são de uso geral e a intensidade dos sinais de entrada devem estar na faixa de 200 mV a 1 Vpp. Para a saída temos uma intensidade de sinais da mesma ordem.



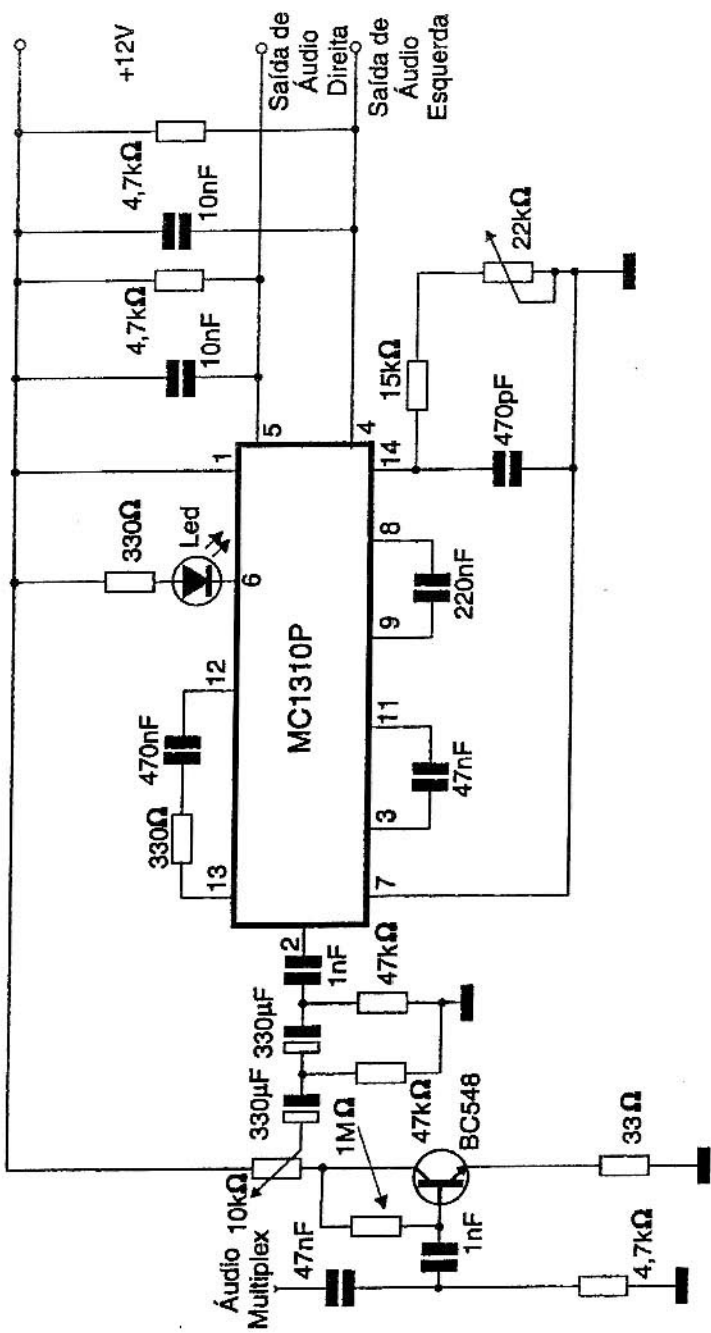
DECODIFICADOR ESTÉREO PARA TV

Diversos canais de TV em nosso país já operam com sinais estéreo de áudio, mas a grande maioria dos receptores é do tipo mono.

A adaptação de um televisor mono de modo que ele aplique dois sinais de áudio decodificados às entradas de um amplificador comum estéreo pode ser feita a partir deste circuito.

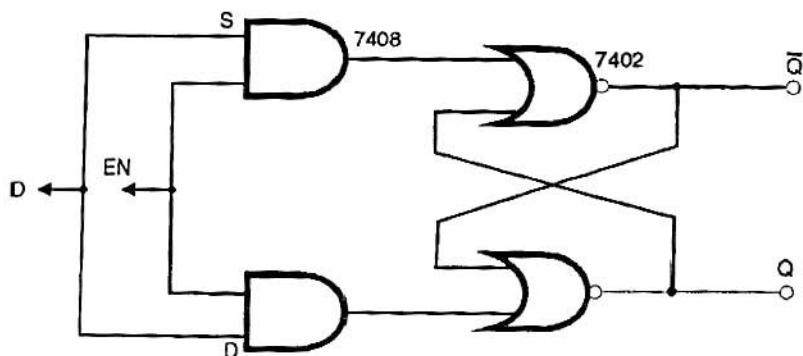
O circuito deve ter sua entrada ligada à saída do discriminador, devendo o leitor estar atento para a necessidade de retirar o capacitor de de-ênfase deste ponto para poder deixar passar o sinal piloto, sem o que a decodificação é impossível.

O único ajuste do circuito é feito no *trimpot* de 22 kW para que haja a sintonia do sinal piloto, que no caso dos receptores de TV, tem a frequência de varredura horizontal, sendo portanto diferente dos sinais usados nos receptores comuns de FM. Ligações curtas e diretas para a passagem dos sinais de áudio são fundamentais para que este circuito funcione bem.



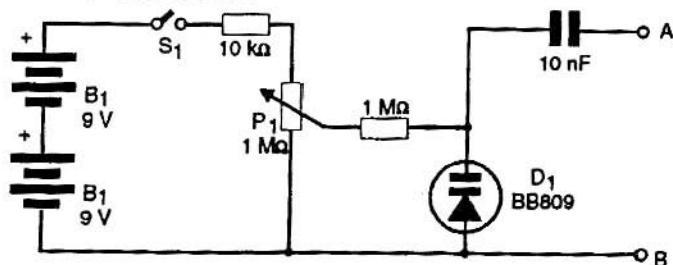
FLIP-FLOP TIPO D TTL

Usando portas e inversores é possível elaborar um *Flip-Flop* tipo D, conforme mostramos na figura. Usamos 4 portas e um inversor, sendo duas portas NOR e duas AND. O circuito deve ser alimentado com 5 V e portas equivalentes podem ser usadas.



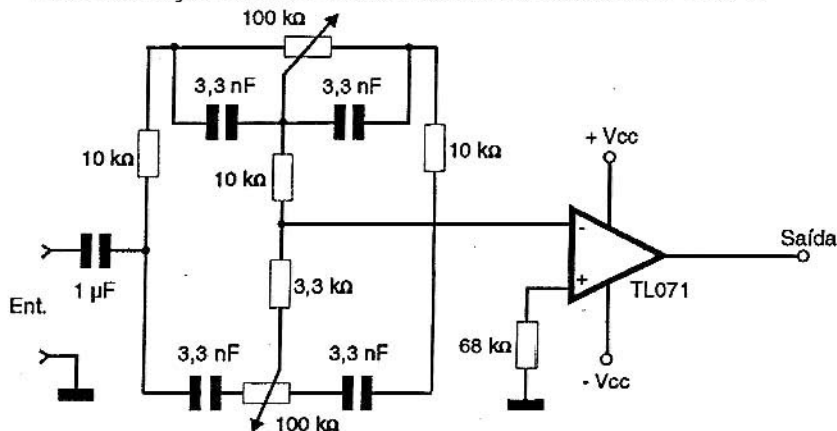
CAPACITOR VARIÁVEL DE ESTADO SÓLIDO

A capacitância de até algumas dezenas de picofarads deste circuito é ajustada num potenciômetro comum. O variável de estado sólido pode substituir capacitores variáveis comuns em circuitos de sintonia. O diodo *varicap* pode ser substituído por equivalentes em função da faixa de capacitâncias que se pretende varrer. Em alguns casos, a tensão no diodo pode ter o máximo de 27 V quando então se obtém a capacitância mínima. Esta tensão pode ser obtida de 3 baterias de 9 V que terão grande durabilidade, pois o consumo é muito baixo.



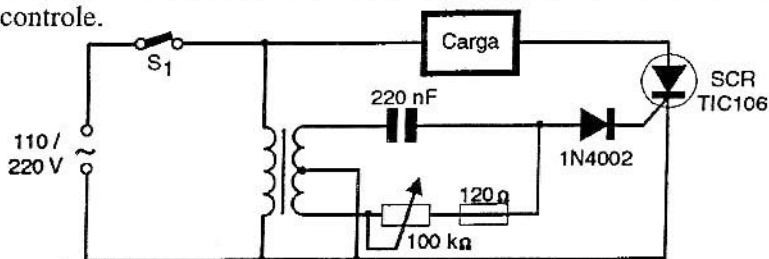
CONTROLE DE TOM

A base deste controle de tom é um amplificador operacional com transistores de efeito de campo. Para versões estéreo ou mesmo de 4 canais, podem ser usados os circuitos integrados TL072 e TL074. A frequência de transição do circuito é de 1 kHz e a fonte de alimentação deve ser simétrica com tensões entre 3 e 15 V.



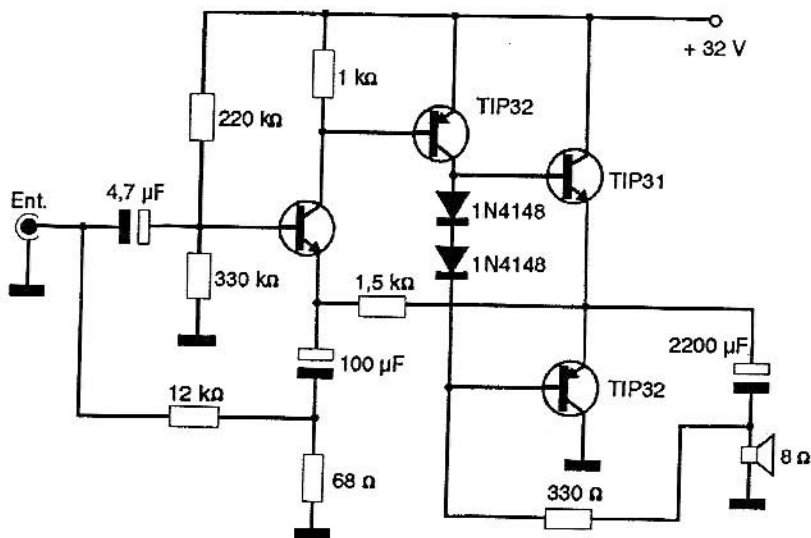
VARIAC COM SCR

Este circuito permite variar a tensão aplicada numa carga (resistiva) a partir de um SCR. O transformador tem enrolamento primário de acordo com a tensão da rede local e secundário de 6 + 6 V a 9 + 9 V com uma corrente na faixa de 50 a 500 mA. Os valores dos componentes de controle devem ser alterados eventualmente, em função das características do SCR usado e da faixa de controle.



AMPLIFICADOR DE 10 W

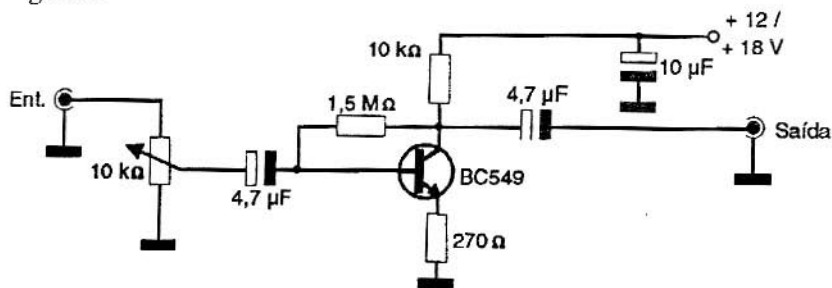
Se bem que existam muitos amplificadores desta faixa de potência na forma de integrados, pode ser necessário que o leitor monte um amplificador transistorizado com finalidades didáticas ou simplesmente para aproveitar componentes de sucata. Este simples amplificador, com boa qualidade de som, fornece 10 W de saída em carga de 8Ω quando alimentado com 32 V e pelo menos 1 A. Os transistores de saída devem ser montados em radiadores de calor e a sensibilidade de entrada está em torno de 800 mV. A impedância de entrada é da ordem de $20 \text{ k}\Omega$.



PRÉ-AMPLIFICADOR DE BAIXO RUIDO

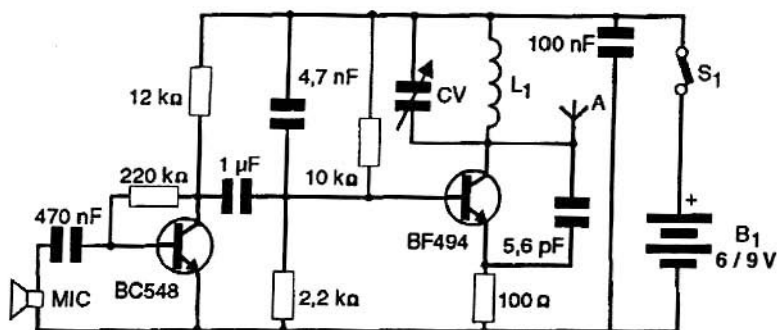
Esta etapa amplificadora de áudio de baixo nível de ruído usa apenas um transistor e tem ganho suficientemente alto para operar com fontes de sinais de baixa intensidade. O ganho é dado basicamente pelo resistor de $1,5 \text{ M}\Omega$ que deve ser alterado em função das

características da fonte de sinal. A alimentação pode ser feita com tensões de 12 a 18 V e o potenciômetro atua como um controle de ganho.



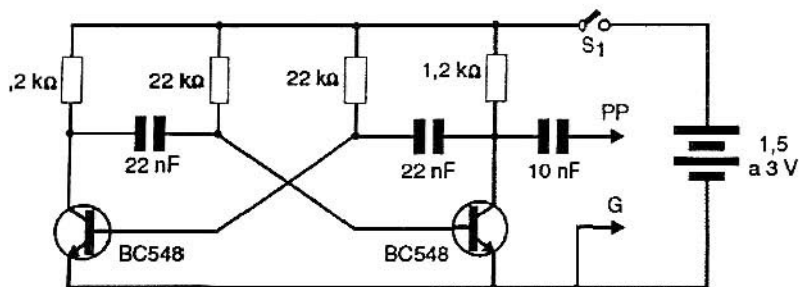
PEQUENO TRANSMISSOR DE FM

O circuito apresentado usa microfone dinâmico ou cerâmico, como por exemplo, uma cápsula telefônica e tem um alcance da ordem de 100 m. A antena consiste num pedaço de fio rígido de 15 a 30 cm de comprimento e a bobina L_1 é formada por 4 espiras de fio rígido 22 em fôrma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. O resistor de 220 kΩ determina a sensibilidade do circuito em função do microfone usado, podendo ser alterado experimentalmente até obter o melhor som sem distorção. O *trimmer* é comum de 20 a 50 pF de capacitância máxima e os capacitores todos cerâmicos, menos o de 1 μF e o de 470 μF que podem ser de qualquer tipo.



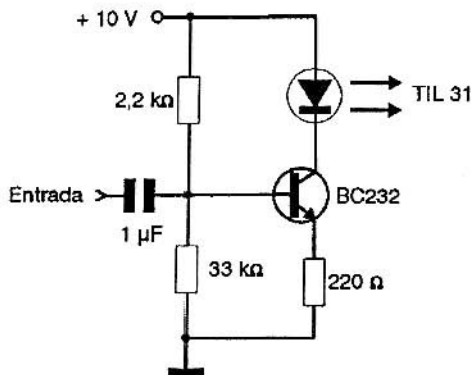
INJETOR DE SINAIS

É um projeto simples com finalidade didática ou mesmo para aproveitamento de componentes: um astável de 1 kHz que serve como injetor de sinais. O circuito pode ser alimentado por uma ou duas pilhas pequenas e os capacitores C_1 e C_2 , que determinam a frequência, podem ser alterados numa ampla faixa de valores. Transistores PNP de uso geral podem ser usados com a simples inversão da polaridade das pilhas.



MODULADOR ÓPTICO DE 1 TRANSISTOR

Este modulador, sugerido pela Texas Instruments, utiliza um transistor de uso geral NPN de pequena potência que pode ser substituído por equivalentes. A corrente de repouso é da ordem de 20 mA e a modulação é feita em amplitude. O LED pode ser de qualquer cor ou ainda infravermelho, conforme a aplicação visada para o circuito.



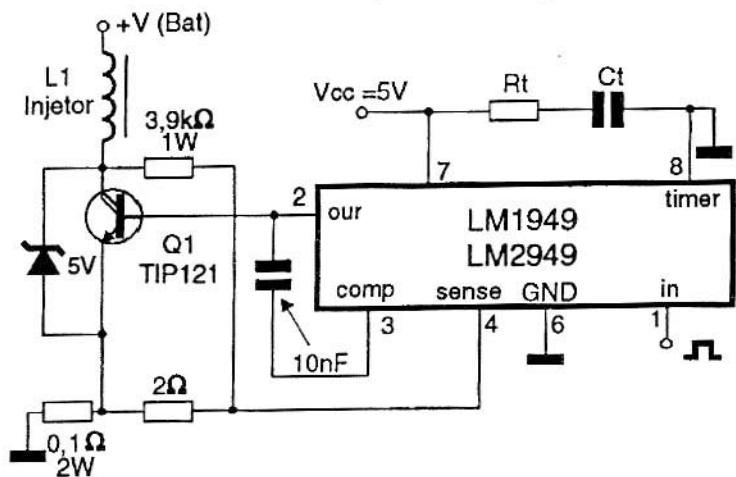
INJEÇÃO ELETRÔNICA

Originalmente, o circuito da figura é indicado pela National para o controle de um sistema de injeção eletrônica de automóveis.

Os pulsos de controle aplicados ao pino 1 disparam o solenóide do sistema injetor (L_1) por um tempo determinado pela constante de tempo Rt/Ct .

A corrente deste circuito é da ordem de 2 ampères na saída e a configuração pode ser aproveitada para controlar outros tipos de dispositivos. A configuração pode ser aproveitada em mecanismos que devam fazer a injeção de tintas, substâncias químicas, etc, por tempos controlados a partir de comandos digitais.

A entrada do circuito é compatível com lógica TTL.



CHAVE DE ÁUDIO CONTROLADA DIGITALMENTE

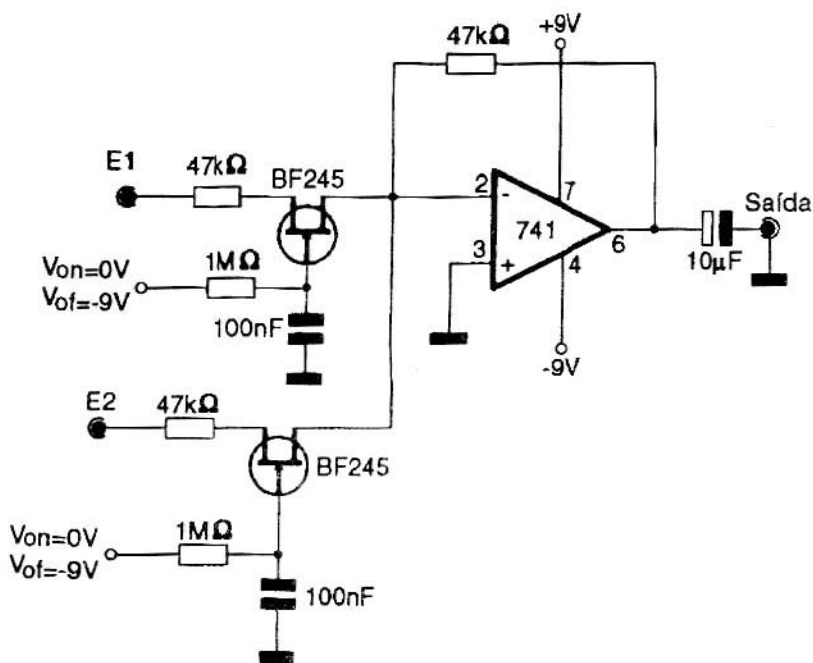
Nosso primeiro circuito pode servir de base para um *mixer* digital ou simplesmente para um comutador sem ruído de entradas de áudio numa mesa de som, misturador ou mesmo numa estação de rádio experimental. A comutação das fontes de áudio no circuito da figura 1 é feita pela aplicação de tensão contínua nas compor-

tas dos transistores de efeito de campo. Os transistores conduzem ou não conduzem os sinais de áudio, conforme o caso, aplicando-os ao amplificador operacional de ganho unitário.

Observe que a fonte de alimentação deve ser simétrica e que é o resistor de 47 k ohms entre a saída e a entrada inversora (pinos 6 e 2) que determina o ganho do circuito. Este resistor pode ser alterado, conforme a aplicação.

Evidentemente podem ser experimentados outros amplificadores operacionais e outros transistores de efeito de campo. Um ponto interessante desta montagem é que os transistores podem ser ligados de qualquer forma em relação aos terminais de dreno e fonte, pois a corrente circula nos dois sentidos na condução.

Para um *mixer* digital, por exemplo, aplica-se nas entradas de comutação os sinais complementares de um oscilador digital que deve operar numa frequência maior do que a do corte de áudio.

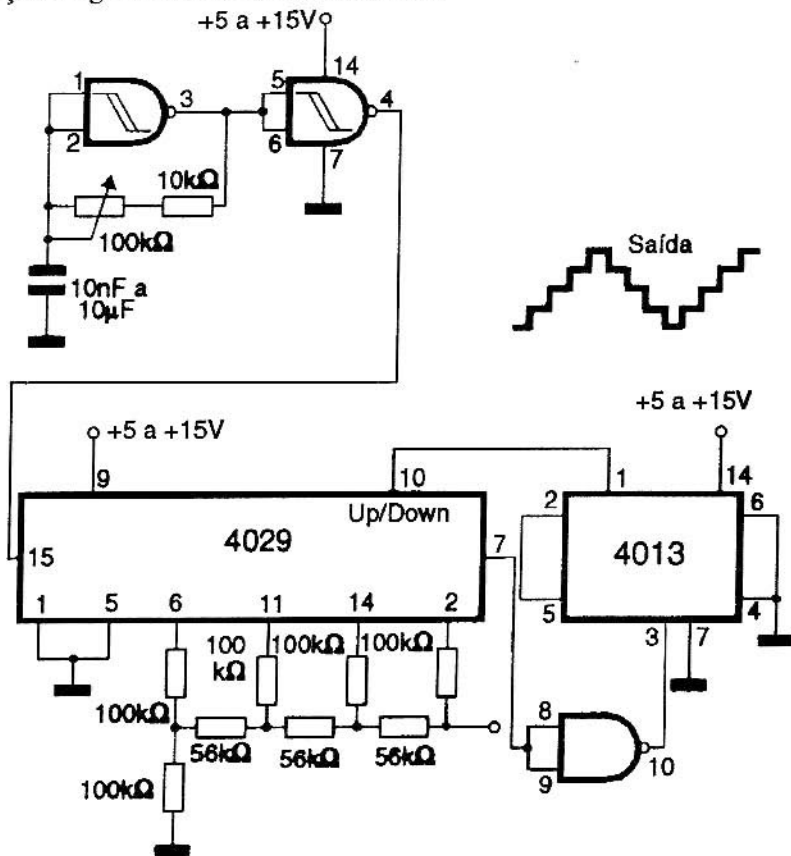


Um circuito básico interessante para projetos é o mostrado na figura 2 e consiste num sintetizador de forma de onda digital.

Usando uma rede R/2R é possível gerar sinais triangulares (em escada), conforme observamos na figura, em uma faixa de frequências que vai de fração de hertz até algumas centenas de quilohertz.

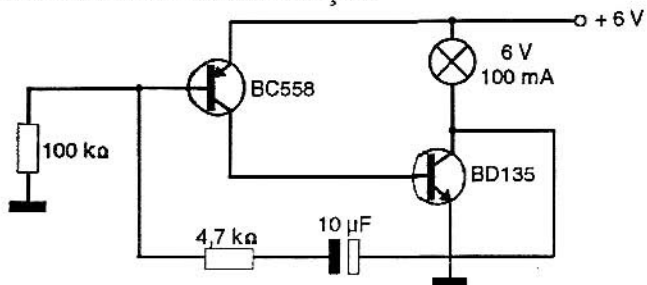
Com o uso de um filtro na saída, o sinal pode ser levado a apresentar uma forma de onda próxima da senoidal. O filtro pode ser simples RC para esta finalidade.

A frequência é a gerada pela porta NAND, mas nada impede que esta parte do circuito seja omitida, permitindo assim a operação do gerador com um sinal externo.



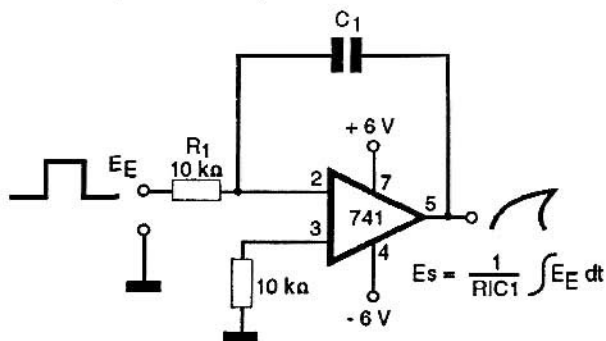
PISCA-PISCA INCANDESCENTE

Este circuito pode ser usado em sinalização de painel com lâmpada incandescente comum. A lâmpada piscará numa velocidade dada pelo capacitor de $10\ \mu\text{F}$ e pelo resistor de $100\ \text{k}\Omega$. Estes componentes podem ser alterados numa ampla faixa de valores. Da mesma forma, uma lâmpada de $12\ \text{V}$ permite que o circuito funcione com esta tensão de alimentação.



INTEGRADOR

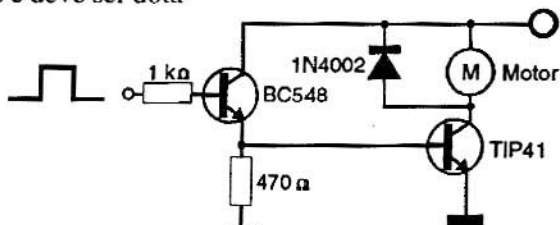
Na figura temos a forma simples de obter um integrador com um amplificador operacional do tipo 741. A relação entre a tensão de saída e a tensão de entrada, em função dos componentes usados é calculada pela fórmula junto ao diagrama. Observe que a fonte de alimentação deve ser simétrica e que, a partir de um sinal retangular de entrada, temos um sinal exponencial na saída. Outros amplificadores operacionais podem ser usados na mesma configuração.



CONTROLE DE MOTOR DC

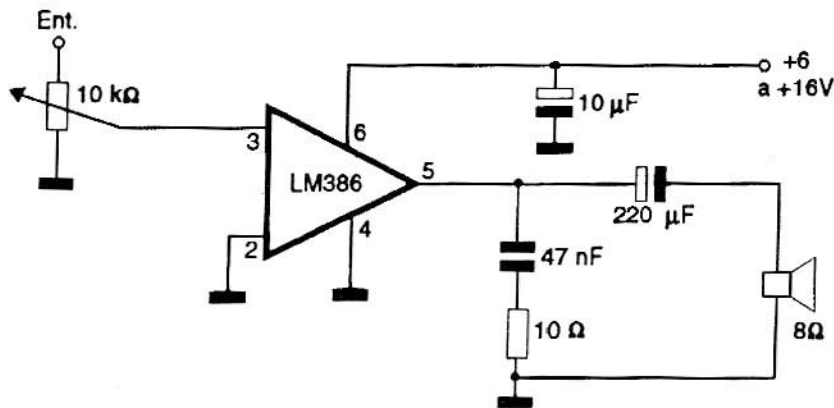
Motores de corrente contínua de 6 a 12 V e correntes de até 2 A podem ser controlados com este circuito. O transistor TIP41 admite equivalentes e deve ser dotado de um bom radiador de calor.

Com uma tensão positiva entre 0,6 V e 5 V temos o acionamento do motor.



AMPLIFICADOR LM386 DE 1 W

Com apenas um circuito integrado e poucos componentes adicionais, este amplificador tem uma potência de saída de 325 mW com alimentação de 6 V; 700 mW com 9 V e 1 W com 16 V, isso para cargas de 8 Ω. O ganho de tensão varia entre 20 e 200 e a impedância de entrada é da ordem de 50 Ω.



ILUMINAÇÃO CONSTANTE

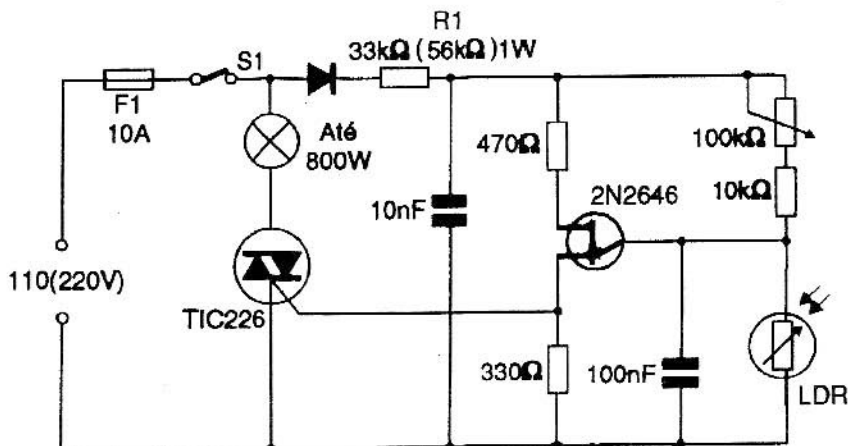
A idéia básica do circuito apresentado na figura 3 é aumentar o brilho de uma lâmpada incandescente comum, quando a quantidade de luz ambiente que incide no sensor diminuir.

Colocado numa sala, ele fará com que as luzes aumentem de brilho à medida que escurecer, isso de modo suave, ocorrendo o efeito inverso ao amanhecer.

Evidentemente, a mesma configuração pode ser modificada para operar com outros tipos de sensores. Assim, se em lugar do LDR usarmos um NTC, e como carga um aquecedor, o circuito passará a aquecer um ambiente quando sua temperatura diminuir, funcionando assim como um termostato.

Evidentemente, conforme a faixa de controle desejada e as próprias características do sensor, podem ser necessárias alterações de valores de componentes.

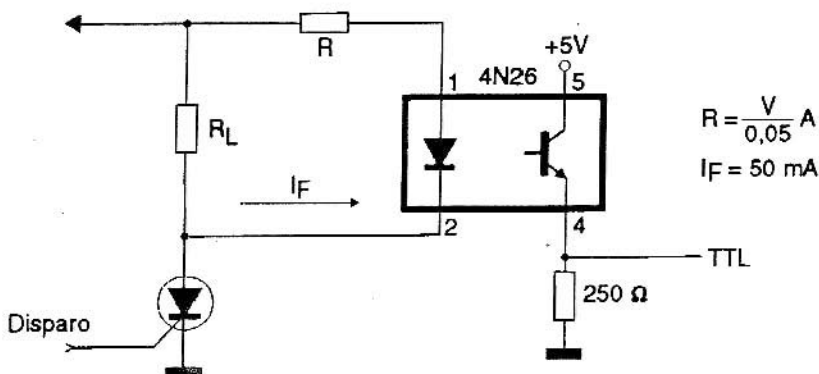
O TRIAC usado com sufixo B opera na rede de 110 V e com sufixo D na rede de 220 V, permitindo um controle de correntes de carga de até 8 A.



OPTO-ACOPLADOR PARA TTL

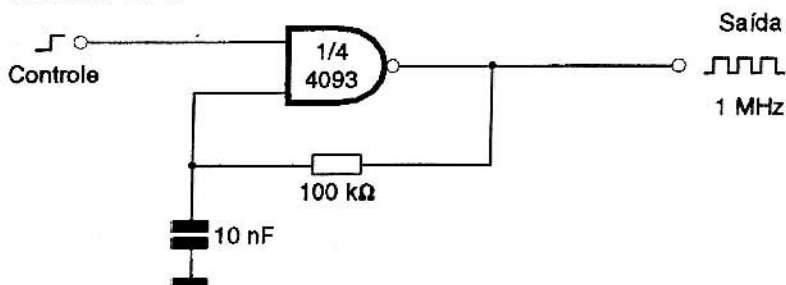
Este acoplador permite o disparo de uma porta ou *flip-flop* TTL a partir de um SCR.

O resistor R deve ser calculado pela fórmula junto ao diagrama, em função da tensão de alimentação do sistema de modo a ser obtida uma corrente no LED da ordem de 50 mA.



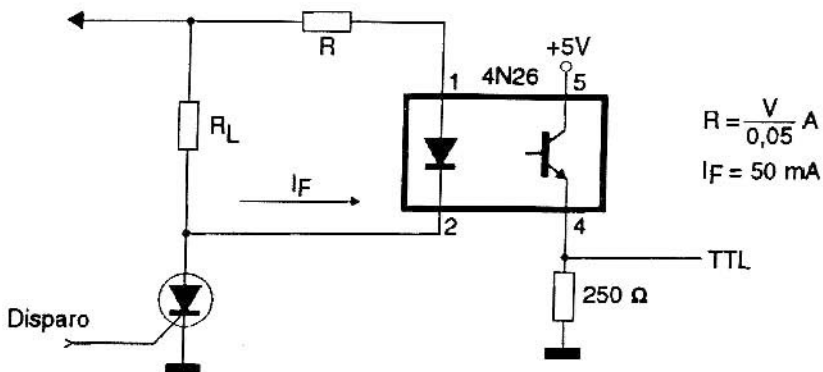
OSCILADOR CONTROLADO

Com elevação do nível de sinal de controle para 1, ocorre a habilitação deste oscilador que gera um sinal retangular de aproximadamente 1 MHz. Para frequências mais baixas, basta aumentar o valor do capacitor. A alimentação pode ser feita com tensões entre 3 e 15 V.



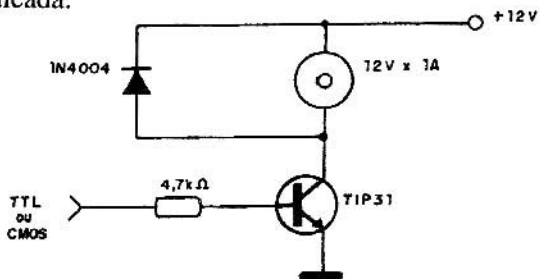
CONTROLE DE MOTOR DE PASSO

Os pulsos aplicados na entrada C do circuito integrado SAA1027 determinam a rotação do motor. Cada pulso corresponde ao avanço de um passo. Na entrada M (*mode*) temos a determinação do sentido de rotação do motor, enquanto que a entrada R (*reset*) serve para levar o motor a sua posição inicial. O circuito pode excitar motores de passo de 4 fases com correntes de até 500 mA. Para uma tensão de alimentação de 12 V, Rx deve ser de 130 Ω.



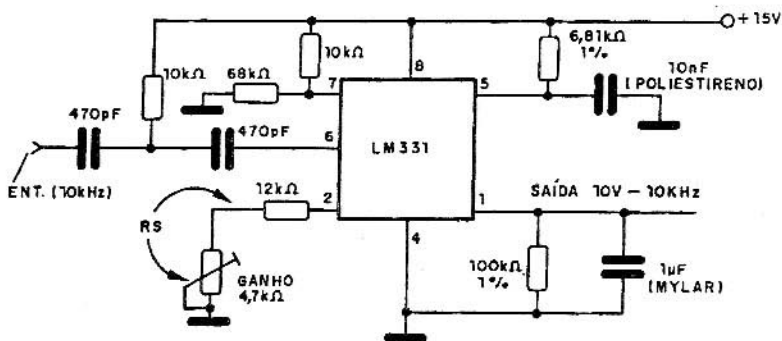
DRIVER PARA MOTOR

Com esta etapa o motor é energizado quando a entrada TTL ou CMOS for ao nível alto. Motores de até 1 A e tensões na faixa de 5 a 12 V podem ser alimentados. O transistor deve ter um radiador de calor, principalmente, se o motor operar a corrente máxima dedicada.



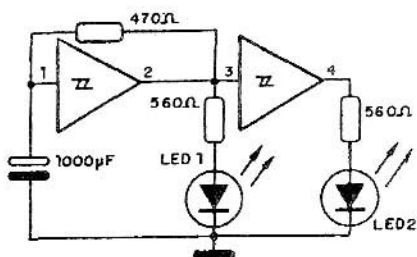
CONVERSOR FREQUÊNCIA/TENSÃO

Este conversor pode ser usado para enviar informações à distância de transdutores lineares, convertendo as tensões em frequências. O circuito opera de forma linear, convertendo tensões de 0 V a 10 V em frequências de 0 kHz a 10 kHz. O resistor e o capacitor ligados ao pino 5 do circuito determinam a faixa de frequências de operação. O circuito integrado LM3331 usado neste projeto é fabricado pela *National Semiconductor*.



PISCA-PISCA LED TTL

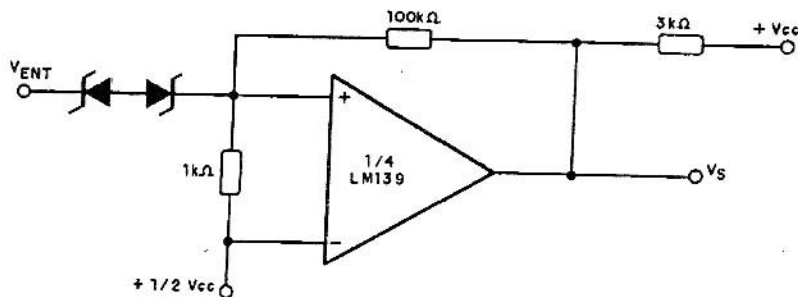
Este circuito permite o aproveitamento de dois disparadores (inversores ou portas NAND ligadas desta forma) para acionar dois LEDs que piscam alternadamente. Desta forma, com a necessidade de haver um indicador num circuito TTL, um efeito dinâmico pode ser facilmente conseguido. Para o diagrama, o integrado é o 7414 e a alimentação deve ser feita com 5 V. O positivo é o pino 14 do integrado e o negativo o pino 7. O capacitor pode ter valores na faixa de 10 μF a 1 000 μF, conforme a frequência desejada para as piscadas.



OSCILADOR CONTROLADO POR TENSÃO

Este VCO funciona de maneira inversa ao circuito anterior, convertendo tensões contínuas em frequências. Neste circuito, os dois diodos zener, que devem ser iguais, fixam o ponto de operação do comparador de tensão.

A desvantagem principal deste circuito está na incapacidade dos diodos zener operarem com tensões inferiores a 1 V.

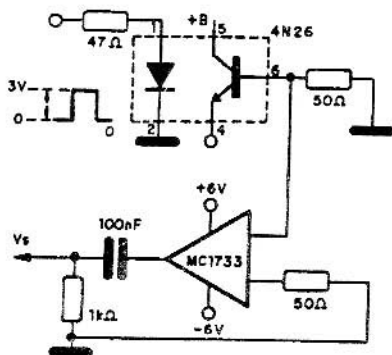


ACOPLADOR ÓPTICO DE ALTA VELOCIDADE

Este circuito é sugerido pela Motorola, usando um acoplador do tipo 4N26 e um operacional do tipo MC1733. No entanto, a configuração pode ser experimentada com componentes equivalentes.

Com esta configuração, os tempos de comutação podem ser reduzidos de 2 a 3 ns para 100 ns tipicamente.

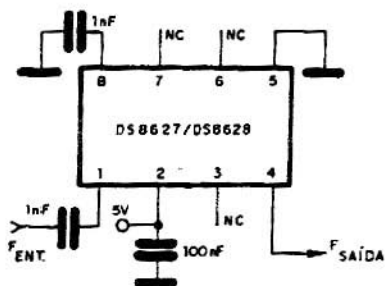
O amplificador operacional deve receber alimentação simétrica e o sinal de entrada deve ser retangular com uma amplitude de 3 V. Para este tipo de sinal, a saída sobe de 10% a 90% de 0,6 V em aproximadamente 100 ns.



PRESCALER PARA 130/225 MHz

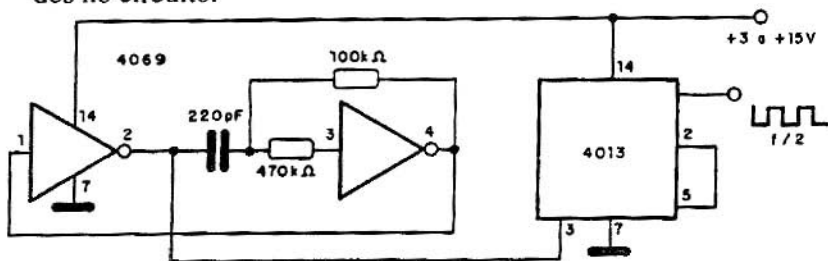
Este circuito pode ser usado em PLL, sintetizador de frequência e receptores de FM e VHF, reduzindo uma frequência a um valor que possa ser utilizado por circuitos digitais mais lentos.

O circuito integrado DS8617 faz a divisão de frequências por 24, enquanto o DS8628 faz a divisão por 20. O sufixo dos integrados determina a frequência máxima de operação. Assim, os sufixos 3 e 4 têm frequência máxima de 130 MHz e os de sufixo 2 e sem sufixo operam até 225 MHz. A tensão de alimentação é de 5 V e a sensibilidade de entrada é de 100 mV para os sufixos 3 e 4 e 40 mV para os de sufixo 2 e padrão. Os circuitos integrados desta aplicação são fabricados pela *National Semiconductor*.



DIVISOR DE FREQUÊNCIA CMOS

Este circuito permite a divisão da frequência gerada por um oscilador com o 4069 por dois, com um sinal de saída mantendo um ciclo ativo de 50%. Esta simetria é importante quando o circuito é usado em *mixers* digitais, multiplexadores, como o *clock* de câmeras de eco ou linhas de retardo digitais. Para o circuito 4069 apenas duas das quatro portas disponíveis são utilizadas, enquanto para o 4013 apenas um dos *flip-flops* deste integrado são empregados no circuito.

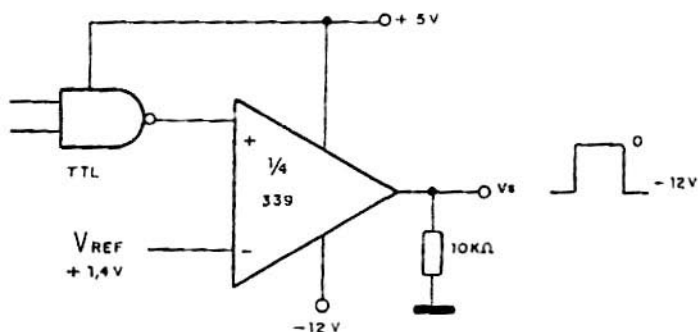


ADAPTADOR TTL-CMOS

Este circuito permite acoplar uma saída de circuito TTL à entrada de um circuito CMOS.

A base é um quadro de quádruplo comparador de tensão 339 (LM339) ou equivalente) que é alimentado com uma tensão de 5 V e -12 V de fonte simétrica.

Observe que o sinal de saída tem uma transição de 0 para -12 neste circuito. A tensão de referência de 1,4 V pode ser obtida de um divisor resistivo ligado ao ponto de +5 ou então por meio de diodos.

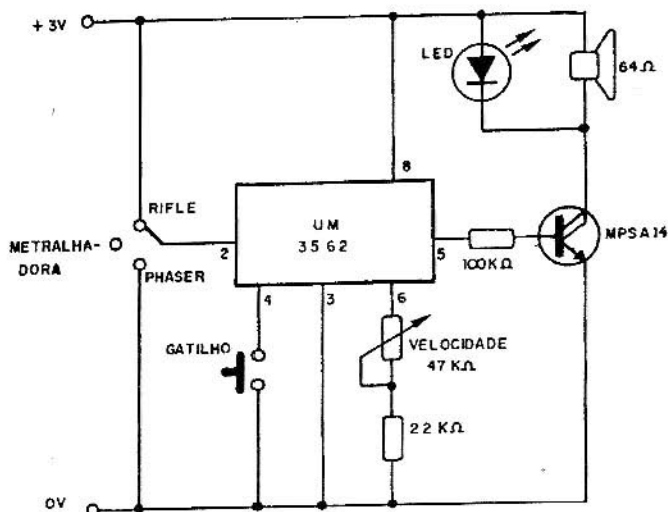


GERADOR DE SOM DE ARMA

O circuito integrado UM3562 é um dedicado encontrado em muitos brinquedos, pois gera três tipos de sons de armas, dependendo da posição da chave de programação.

A alimentação é feita por meio de duas pilhas comuns e o transdutor usado deve ter uma impedância de 64 Ω . Ao mesmo tempo que o som é emitido ao apertar o "gatilho", o LED acende.

A velocidade de repetição dos tiros, no caso da metralhadora é ajustada no *trimpot*. Para maior potência, pode ser aplicado o sinal do pino 5 a um amplificador.

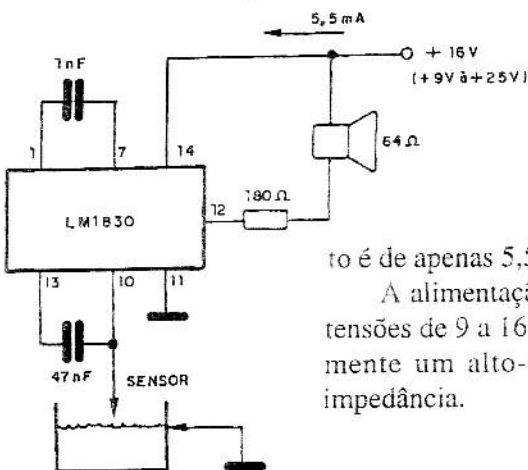


SENSOR DE NÍVEL DE LÍQUIDO

Este circuito é sugerido pela National Semiconductor e se baseia no circuito integrado LM1830.

O sensor é de contato com o líquido, no caso uma ponta de fio descascado. Com uma alimentação de 16 V, o consumo do circuito é de apenas 5,5 mA.

A alimentação pode ser feita com tensões de 9 a 16 V e ele excita diretamente um alto-falante de 64 Ω de impedância.

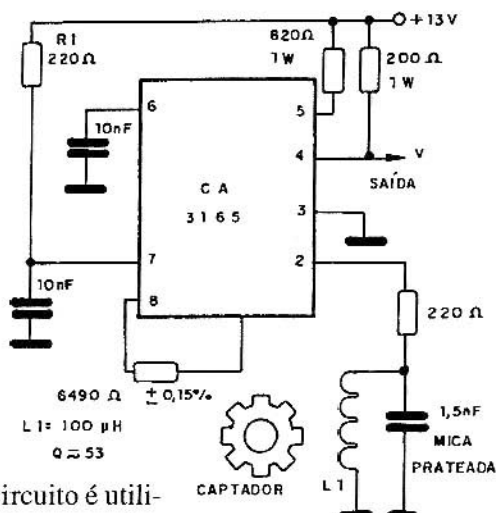


IGNIÇÃO ELETRÔNICA RCA

Este circuito é sugerido pela RCA e tem por base um circuito integrado dedicado, o CA3165.

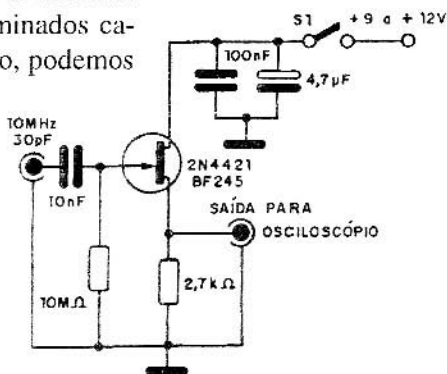
O circuito não usa platinado, tendo em seu lugar um captador indutivo que a partir de L_1 , envia os sinais de disparo para o circuito de potência que aciona a bobina.

Para obter pulsos precisos na entrada do circuito é utilizado um capacitor de mica prateada.



CASADOR DE IMPEDÂNCIAS

Muitos osciloscópios possuem entradas de altas impedâncias que dificultam a observação de sinais de altas frequências em determinados casos. Com o circuito indicado, podemos observar sinais de frequências de até 10 MHz, sem o problema do casamento de impedâncias que podem afetar o circuito. O FET de junção admite equivalentes e como o consumo do aparelho é baixo, pode ser usada uma bateria de 9 V comum para sua alimentação.

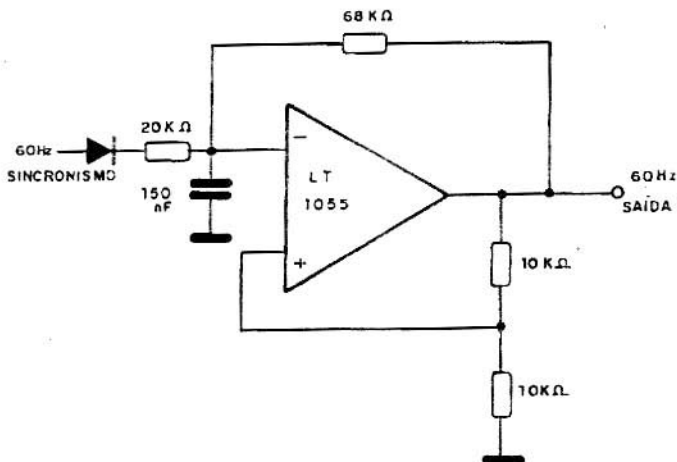


OSCILADOR SINCRONIZADO

Este circuito fornece um sinal retangular sincronizado com a frequência de entrada de 60 Hz.

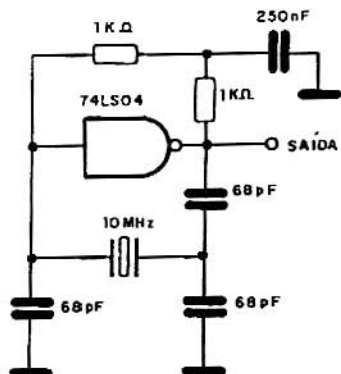
Dentre as aplicações possíveis está a geração de sincronismo vertical em televisores e relógios digitais.

A alimentação do circuito deve ser simétrica de 12 V. A intensidade do pulso de sincronismo depende da alimentação.



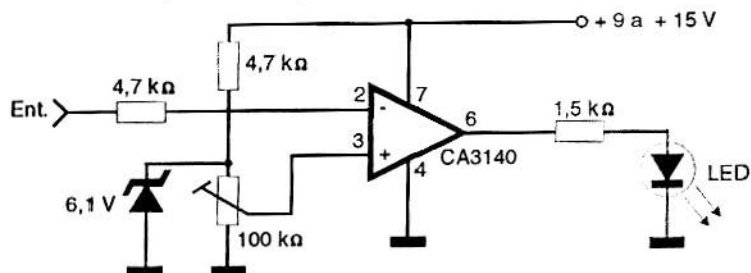
CLOCK DE 10 MHz

Este circuito TTL de baixo consumo (*Power Schottky*) pode gerar sinais retangulares numa frequência de 10 MHz, controlado por um cristal. Os capacitores devem ser cerâmicos de boa qualidade e a alimentação do circuito feita com uma tensão de 5 V. Frequências mais baixas podem ser obtidas com a troca do cristal.



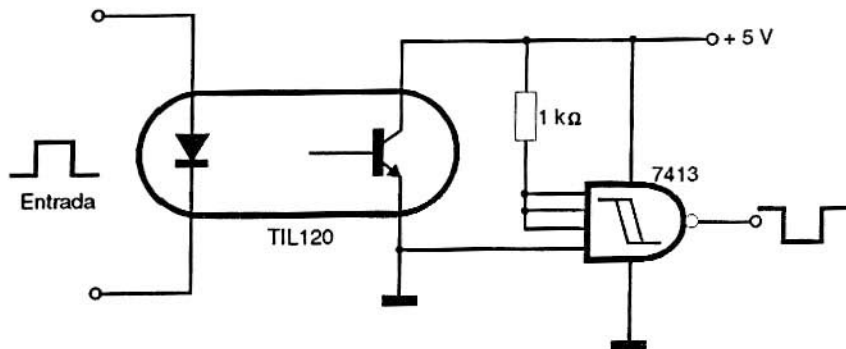
INDICADOR DE SUBTENSÃO

Este circuito simples, que pode usar outros amplificadores operacionais com FET equivalentes ao CA3140, detecta quando a tensão cai abaixo do valor ajustado pelo *trimpot* e que tem como referência o zener de 6,1 V. O circuito opera com tensões de alimentação de 6 a 15 V e o diodo zener pode ser trocado para ser obtida uma faixa de indicação diferente.



ACOPLADOR ÓPTICO TTL (II)

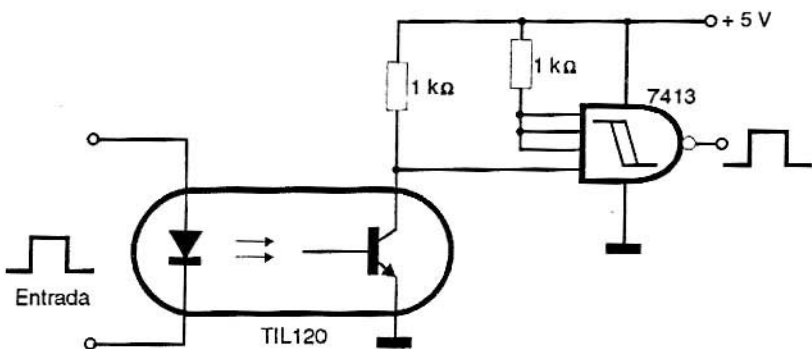
Neste circuito os sinais de entrada aparecem com o nível lógico invertido na saída. O circuito tem por finalidade isolar uma fonte de sinais TTL por meio de um acoplador óptico. Equivalentes ao acoplador sugerido podem ser experimentados com eventuais alterações dos resistores de polarização.



ACOPLADOR ÓPTICO TTL (I)

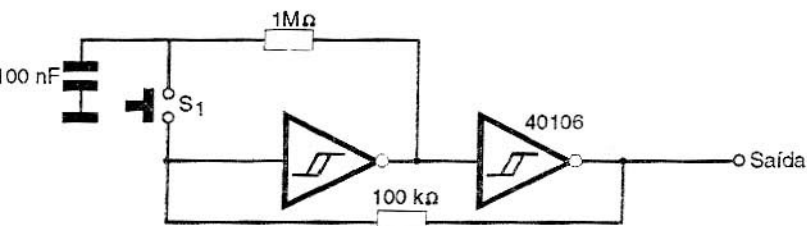
Este circuito possibilita o uso de um acoplador óptico na transferência de sinais TTL.

O circuito é um “não inversor”, logo os sinais de saída terão o mesmo nível lógico dos sinais de entrada. Acopladores ópticos equivalentes ao indicado podem ser usados com eventuais alterações no valor do resistor de polarização de 1 k Ω .



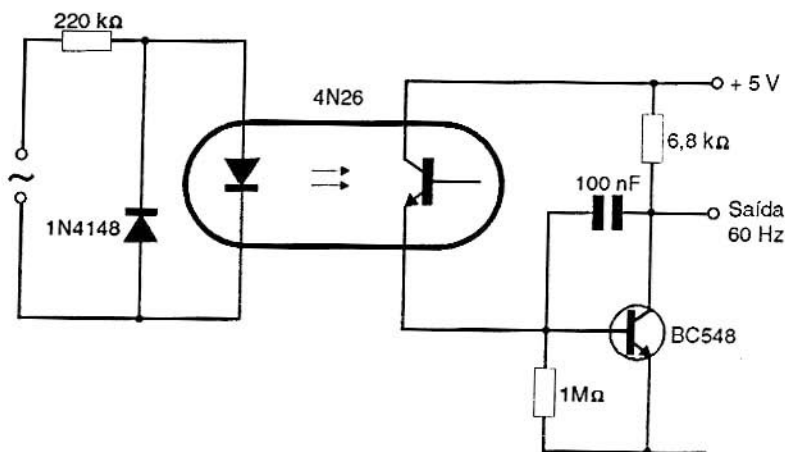
BIESTÁVEL CMOS

Este *flip-flop* acionado por um interruptor de pressão usa dois inversores dos seis disponíveis no circuito integrado CMOS 40106. A trava do circuito é obtida pelos resistores de realimentação e o capacitor funciona como um auto-repique, podendo ser alterado em função da aplicação. A alimentação do circuito é feita com tensões de 3 a 15 V.



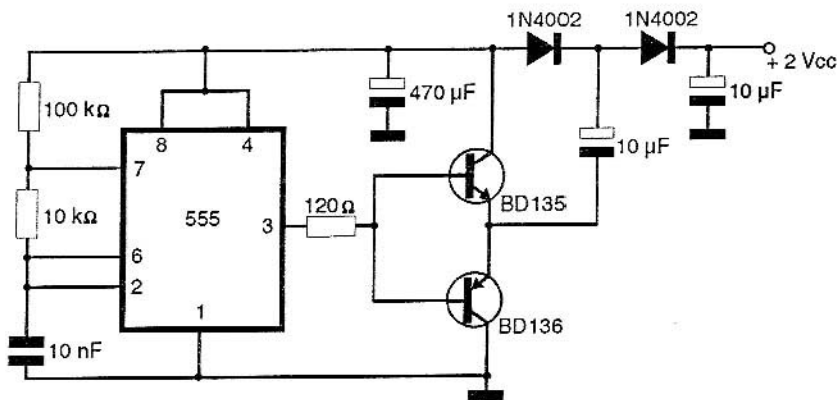
BASE DE TEMPO DE 60 Hz

Este circuito usa um acoplador óptico para obter um sinal de 60 Hz a partir da rede local e com características que permitam a excitação direta de lógica TTL. Eventualmente, em função das características do acoplador e da própria tensão da rede (110 V ou 220 V), o resistor de 220 k Ω na entrada deve ser alterado. Equivalentes do acoplador óptico recomendado podem ser experimentados com alterações no resistor de 1 MW que serve de carga para o componente.



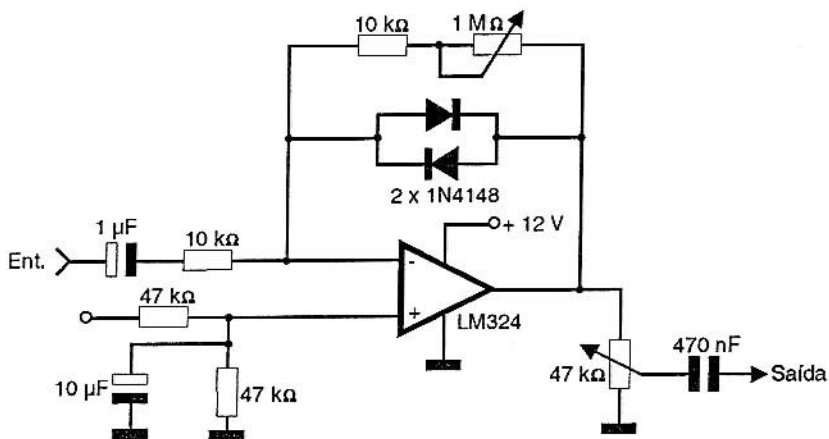
DOBRADOR DE TENSÃO CONTÍNUA

O circuito indicado consiste num oscilador que, alimentando uma saída complementar pode dobrar a tensão de alimentação. Na verdade, obtém-se um pouco menos que o dobro da tensão de entrada devido às perdas do próprio circuito e a corrente de saída estar limitada pelas características dos transistores usados e pelos valores dos capacitores. A frequência que leva ao melhor rendimento é determinada pelos resistores de 100k e 10k e o capacitor de 10 nF junto ao 555 que permitem alterações numa ampla faixa de valores.



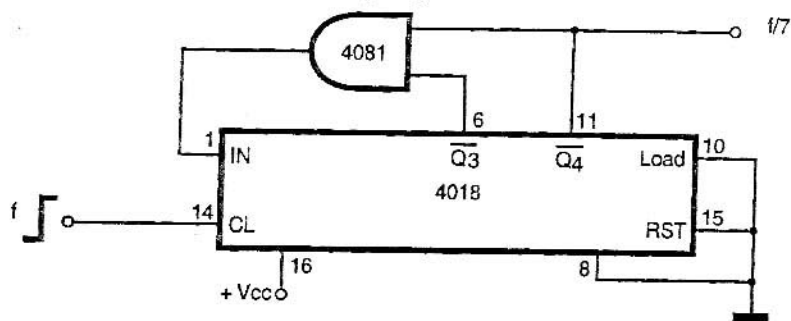
FUZZ

O efeito de *fuzz* para guitarras é bastante procurado e pode ser feito de uma forma bastante simples com base num amplificador operacional LM324 ou equivalente. A alimentação do circuito é feita com 12 V e o ajuste do ganho que leva ao ponto certo da distorção é feito no potenciômetro de 1 MΩ. O nível do sinal de saída para o amplificador é ajustado no potenciômetro de 47 kΩ. As conexões dos sinais de entrada e saída devem ser curtas e blindadas, para que não ocorram roncos.



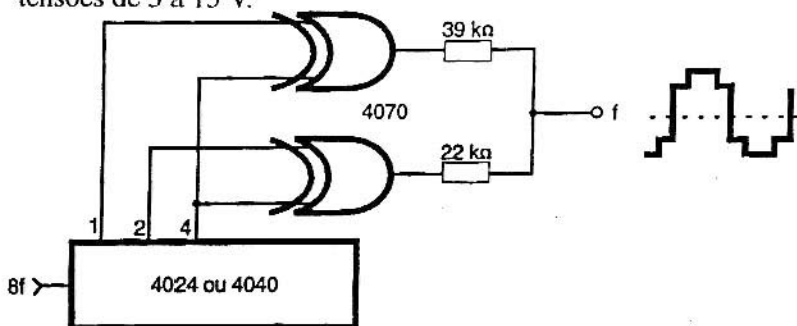
DIVISOR POR 7

Esta configuração mostra como é possível usar dois circuitos integrados CMOS para obter a divisão por 7. A frequência do sinal de entrada que pode ser de até 2 MHz com alimentação de 12 V ficará dividida por 7 com esta configuração. O circuito é alimentado com tensões de 3 a 15 V lembrando que, com tensões menores, as velocidades máximas de operação são reduzidas.



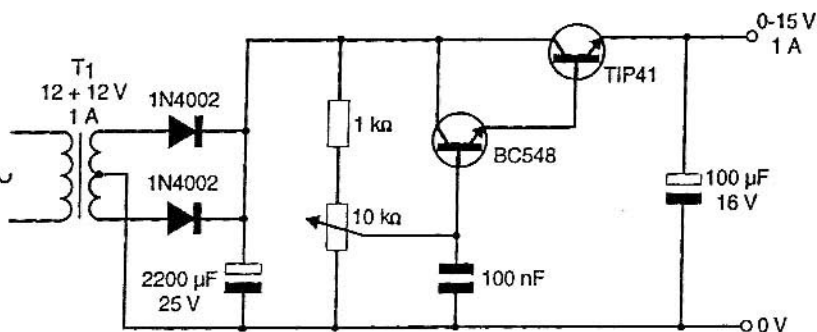
SINTETIZADOR CMOS SENOIDAL

O circuito apresentado sintetiza um sinal senoidal gerado por um circuito integrado CMOS 4024 ou 4040. O sinal cuja forma de onda é mostrada no diagrama deve passar por um filtro apropriado, normalmente do tipo RC, de modo a ser obtida uma senóide pura ou próxima disso. A alimentação do circuito deve ser feita com tensões de 3 a 15 V.



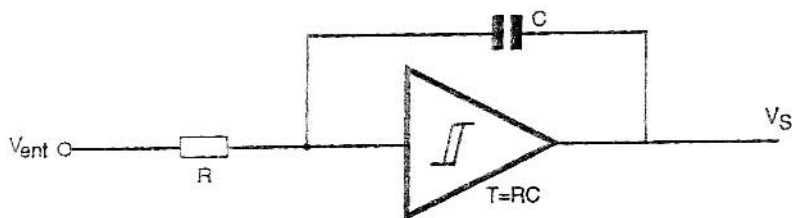
FONTE VARIÁVEL 0-15 V / 1 A

Esta simples fonte de alimentação fornece tensões de saída de até 15 V ou ainda 12 V, conforme o transformador usado, alimentando cargas de até 1 A. O transistor TIP41 deve ser dotado de um bom radiador de calor e o transformador ter enrolamento secundário com tensão de 12 ou 15 V e 1 A de corrente. O potenciômetro faz o ajuste da tensão de saída.



INTEGRADOR CMOS

Para este integrador podemos usar qualquer inversor CMOS, como por exemplo, o 4014. A constante de tempo é dada pela rede RC, é importante lembrar que a frequência máxima, que depende da tensão de alimentação, é da ordem de alguns megahertz. O circuito pode ser alimentado com tensões entre 3 e 15 V.



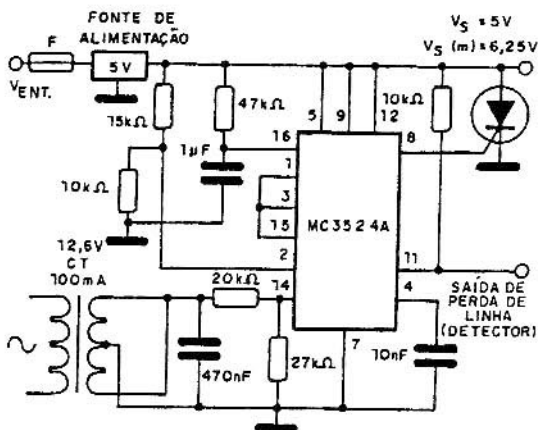
PROTEÇÃO CONTRA SOBRETENSÃO

Este circuito é sugerido pela MOTOROLA como base o circuito integrado MC3324 e possui uma saída detetora de perdas de linha.

O sistema é do tipo Crosbar em que um SCR é disparado quando ocorre a sobre-tensão, colocando assim rapidamente em curto a saída e evitando problemas para a carga alimentada.

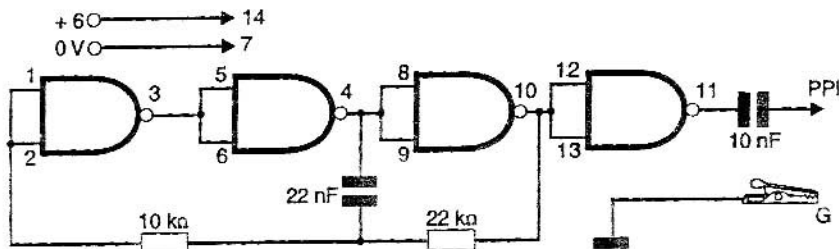
O SCR deve ser escolhido de acordo com as características da

fonte e portanto, também o fusível. O MC3324 consiste num duplo comparador de tensão projetado especialmente para supervisão de fontes de alimentação. Este integrado pode operar com tensões de 4,5 a 40 V e sua saída pode fornecer uma corrente de 300 mA (pino 8 e pino 10) para o disparo de SCRs.



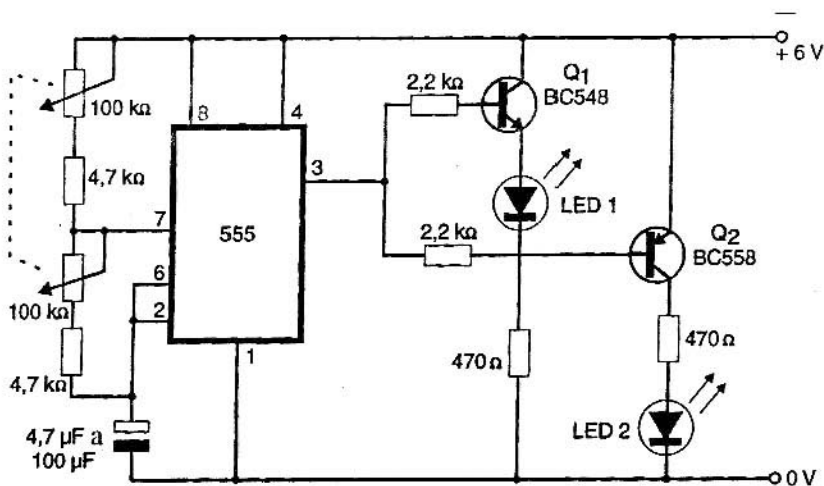
INJETOR CMOS

Este simples oscilador com quatro portas de um circuito integrado CMOS 4011 gera um sinal cuja frequência está em torno de 1 500 Hz. É possível empregar este circuito como um eficiente injetor de sinais. A alimentação será feita com 4 pilhas pequenas ou a partir de uma bateria e o consumo é muito baixo. O circuito integrado usado também pode ser o 4001.



PULSADOR ALTERNADO

Este circuito faz com que dois LEDs comuns pisquem alternadamente numa frequência ajustável no potenciômetro duplo de 100 kΩ. A frequência é determinada basicamente pelo capacitor e capacitores maiores fazem com que os LEDs pisquem mais lentamente. A alimentação é feita com tensão de 6 V, mas podem ser usadas tensões maiores com o aumento proporcional dos resistores em série com os LEDs.



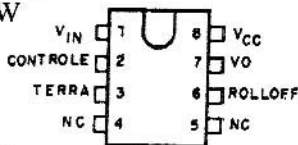
Atenuador eletrônico, para controle remoto de volume e amplificador/compressor - Motorola

Características:

a) Máximos:

Tensão de alimentação: 20 Vdc

Dissipação: 1,2 W



b) Recomendado:

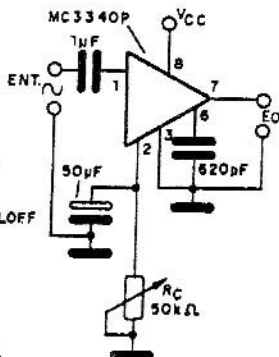
Tensão de alimentação: 8 a 18 V

Corrente de terminal de controle: 2 mA

Máxima tensão de entrada: 0,5 Vrms

Ganho de tensão: 13 dB (tip)

Distorção harmônica total: 0,8 % (tip)



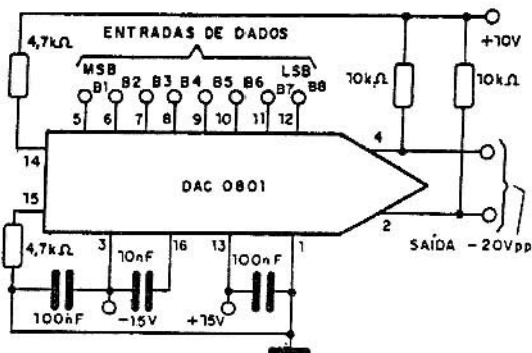
CONVERSOR D/A DE 8 BITS

Este circuito tem por base o integrado DAC0801 e possui uma precisão melhor que 0,39% em toda a escala.

A saída de alta impedância com boa capacidade de corrente pode fornecer uma tensão máxima de 20 V pico a pico.

A alimentação do conversor deve ser feita com fonte de tensão simétrica de 4,5 a 18 V e a corrente máxima (fim de escala) é de 1,99 mA.

O circuito integrado DAC0801 é encontrado em invólucro DIL de 16 pinos.



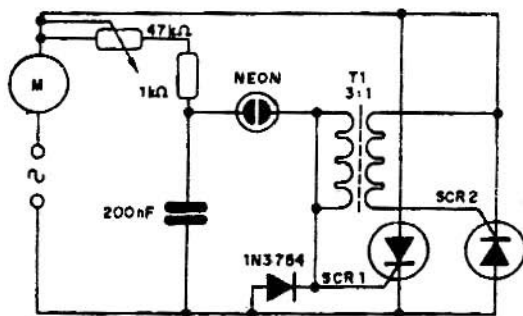
CONTROLE DE VELOCIDADE

Este controle de onda completa com SCR utiliza uma solução diferente para evitar o uso de uma ponte de diodos: um transformador de pulsos com relação entre espiras de 3 para 1.

Os SCRs dependem da corrente do motor, podendo ser usados os TIC106 para até 4 A e a lâmpada neon é comum. Para 220 V, o capacitor deve ser aumentado de valor.

Os diodos admitem equivalentes. Os SCRs devem ser dotados de radiadores de calor.

Equivalentes aos diodos, neste circuito podem ser os 1N4004. Um fusível em série com o circuito é uma boa proteção.

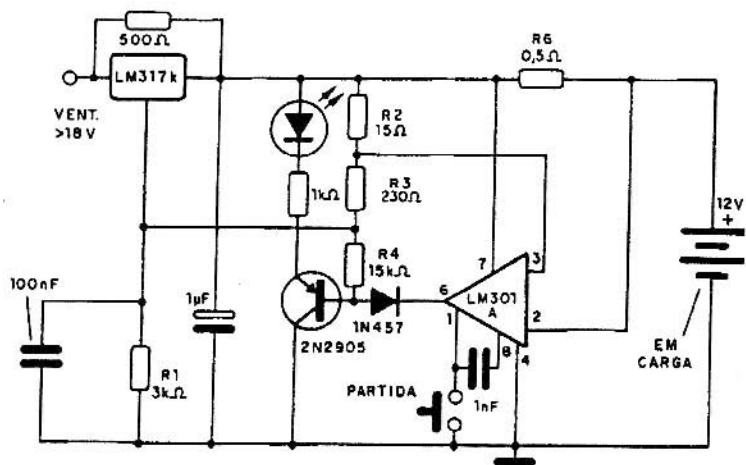


Se não houver disparo dos SCRs nos semiciclos negativos, verifique se o enrolamento de T_1 não está invertido.

CARREGADOR DE BATERIAS

Este carregador de baterias é sugerido pela National e possui um comutador que o desliga quando a bateria se encontra totalmente carregada. Inicialmente a corrente de carga é limitada em 2 A.

À medida que a tensão na bateria sobe, a corrente diminui quando seu valor chega a 150 mA, o circuito comuta, encerrando o processo de carga. Um LED indica quando isso ocorre. Com baterias parcialmente descarregadas é preciso pressionar a chave de partida. A tensão de carga é de 14,5 V e o LM317K precisa ser montado num bom radiador de calor.



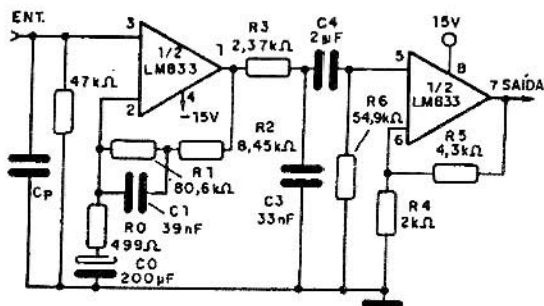
EQUALIZADOR RIAA DE PRECISÃO

Este circuito também é sugerido pela National Semiconductor e com dois amplificadores operacionais de um LM833 fornece uma resposta de precisão num amplificador RIAA.

O ganho está entre 20 e 30 dB e a alimentação deve ser feita com fonte simétrica.

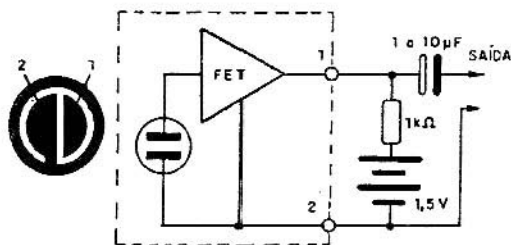
A curva de resposta é melhor que 0,1 dB de 20 a 20 kHz e a distorção harmônica é inferior a 0,01%.

A tensão de saída estará entre 300 mV rms e 1 Vrms.



LIGAÇÃO DO MICROFONE DE ELETRETO

O circuito equivalente interno de um microfone de eletreto de dois terminais e sua utilização com alimentação de 1,5 V.



Características:

Impedância: 1 kΩ

Resposta típica de frequência: 50 Hz a 10 kHz

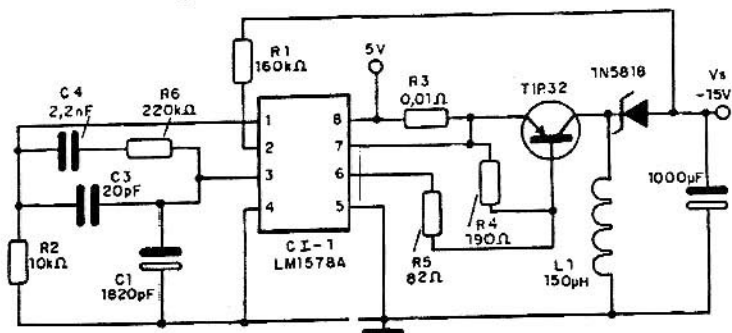
Sensibilidade típica: -65 dB

Tensão máxima de alimentação: 10 V

INVERSOR DE 5 V PARA 15 V

Este inversor é sugerido pela National Semiconductor e tem por base um integrado LM1578-A que consiste numa fonte chaveada básica. Na figura temos o circuito completo que recebe na entrada 5 V e fornece na saída 15 V, sob corrente de até 300 mA.

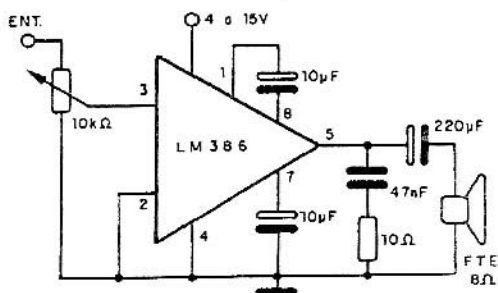
A tensão de *ripple* é de 5 mV e a frequência de operação é de 50 kHz. A regulação da carga é de 44 mV na faixa de correntes de saída de 60 mA a 300 mA. O diodo D_1 é do tipo *Schottky* e não deve ser usado equivalente.



AMPLIFICADOR LM386

Uma solução econômica para obter um sinal de áudio na faixa de 500 mW com tensão em torno de 6 a 9 V é o uso de um LM386, conforme observamos na figura, fornece possibilidades interessantes.

O ganho deste circuito é de 26 dB e a corrente de repouso é de 4 mA. A faixa passante é de 100 kHz e a distorção harmônica de apenas 0,2%. O ganho do circuito é aumentado com a ligação do capacitor C_1 entre os pinos 1 e 8, no caso indo para 200 dB. Um resistor em série com este capacitor reduz o ganho.



TIL302

Display de 7 segmentos de anodo comum - ver diagrama - Texas Instruments.

Características:

VR(max): 6 V (cada segmento)

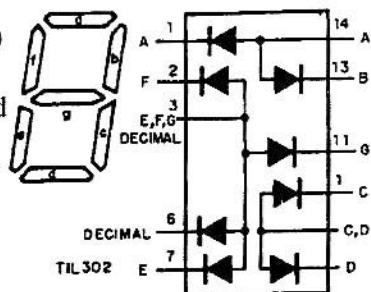
IF (max): 200 mA (cada segmento)

Comprimento de onda: 660 nm

Intensidade luminosa (tip): 110 µcd

VF: 1,65 V

Decodificador TTL indicado: 7447



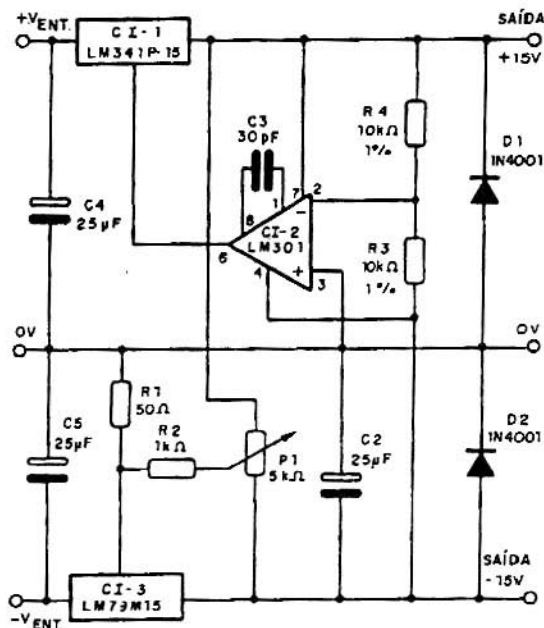
REGULADOR SIMÉTRICO DE 15 + 15 V x 1 A

Este circuito é sugerido pela National Semiconductor podendo servir como base para uma excelente fonte simétrica de alimentação com corrente até 1 A.

O desempenho do circuito é dado na tabela abaixo.

Os resistores R_4 e R_5 devem ter os valores mais próximos possíveis, pois determinam a simetria de tensão de saída da fonte. Os capacitores C_4 e C_5 serão necessários se o capacitor de filtro da fonte estiver muito longe dos reguladores de tensão.

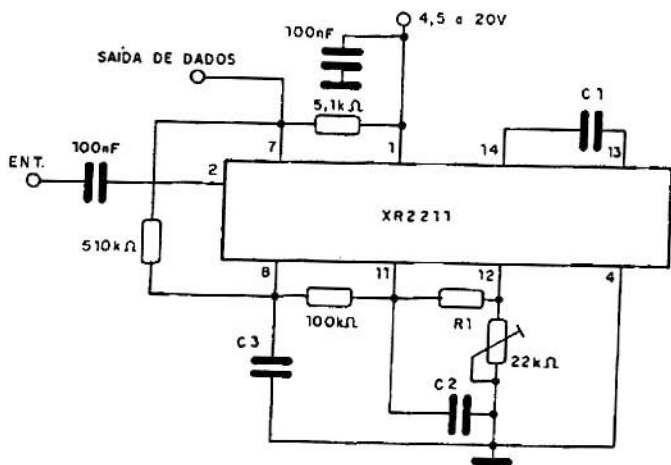
Desempenho	-15	+15
Regulagem de carga	40 mV	2 mV
Ripple (500 mA)	100 μ Vrms	100 μ Vrms
Estabilidade de temp.	50 mV	50 mV
Ruído de saída de 10 Hz a 10 kHz	150 μ Vrms	150 μ rms



DEMODULADOR FSK

O integrado PLL XR2211 (Exxar) é usado na decodificação de dados transmitidos por tons. R_1 , C_1 , C_2 e C_3 dependem das frequências conforme a tabela:

Baud	Freq. (Hz)	R_1	C_1	C_2	C_3
300	980/1180	100 K Ω	47 nF	10 nF	10 nF
300	1650/1150	180 K Ω	27 nF	6,8 nF	10 nF
600	1300/1700	75 K Ω	33 nF	8,2 nF	4,7 nF
1200	1300/2100	43 K Ω	27 nF	6,8 nF	2,2 nF
75	390/450	150 K Ω	12 nF	3,3 nF	4,7 nF



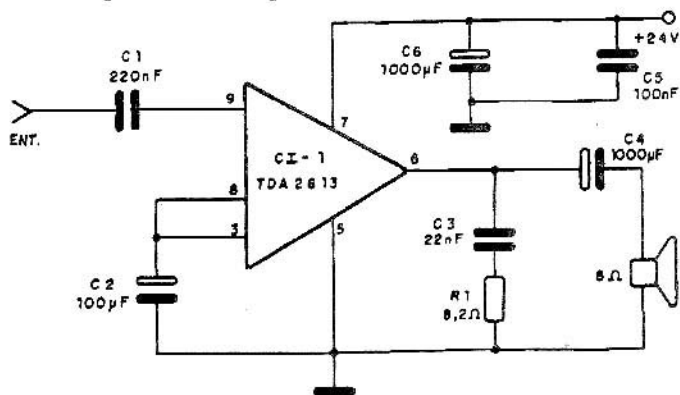
AMPLIFICADOR DE 6 W

O TDA2613, fornecido em invólucro SIL de 9 pinos, fornece uma potência de 6 W em carga de 8 Ω com alimentação de 24 V.

Uma característica interessante do circuito é a presença de um dispositivo interno de Mute, que impede a produção de estalos quando o circuito é desligado.

A fonte de alimentação não precisa ser simétrica e o integrado deve ser dotado de um radiador de calor.

O capacitor C_2 deve ter uma tensão de trabalhos de pelo menos 25 V e C_4 e C_6 devem ser para 35 V ou mais. Os demais capacitores podem ser de poliéster ou similar.

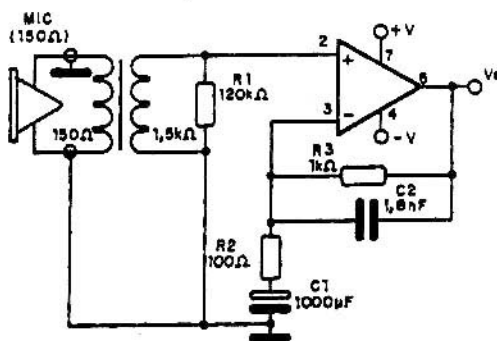


PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONE DE BAIXA IMPEDÂNCIA

Este circuito tem por base um amplificador operacional OP-27 (National, Texas, etc) mas o indicado para microfones de baixa impedância (150 # com um baixíssimo nível de ruído).

A fonte de alimentação deve ser simétrica de 9 a 15 V. O transformador tem um enrolamento de 150 #, de acordo com o microfone e outro de 1,5 K# para acoplamento na entrada do amplificador operacional. O ganho pode ser alterado com a mudança de valores de R_2 e R_3 e a equalização pela alteração de C_2 .

A impedância de saída é baixa, mas o nível de sinal permite a excitação da maioria dos amplificadores comuns.



Nesta configuração o 555 ao ser disparado por uma transição do nível alto para o nível baixo no pino 2, mantém sua saída no nível alto por um tempo dado na fórmula junto ao diagrama básico da figura 1.

Este tempo que depende de R e C pode alcançar até mais de 1 hora desde que o capacitor usado não tenha fugas apreciáveis. R não deve ter valor inferior a 1 kΩ e os tempos podem ser melhor determinados com a ajuda da figura 2.

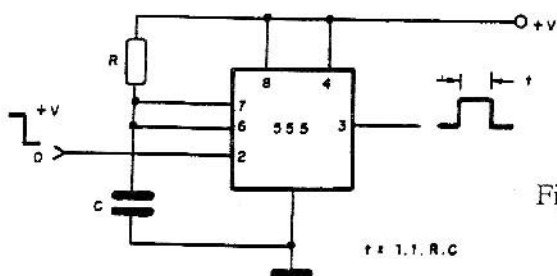
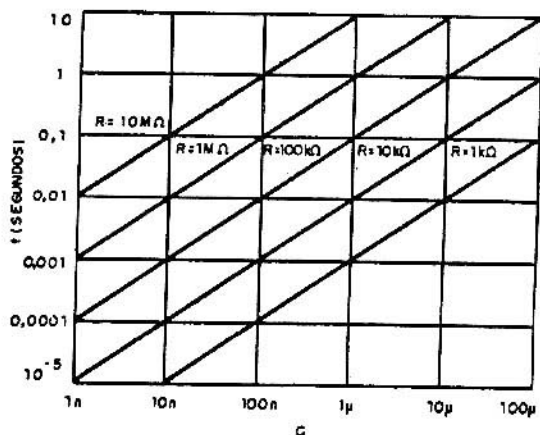


Figura 1

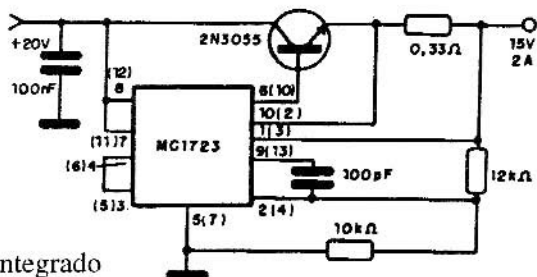
Figura 2



FONTE DE 15 V X 2 A

Este circuito, sugerido pela Motorola, fornece uma tensão de 15 V sob corrente de até 2 A.

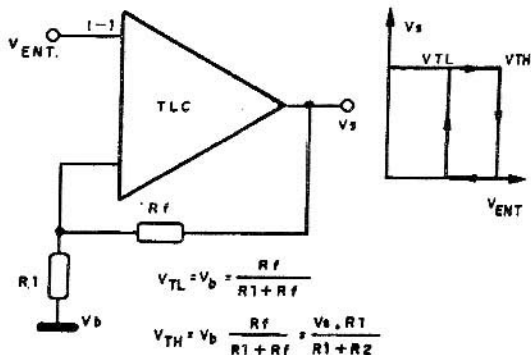
O transistor de potência deve ser montado num bom radiador de calor e o resistor de $0,33 \Omega$ deve ser de fio. Este componente determina a corrente máxima de saída da fonte. O integrado regulador é o MC1723 e as numerações são para os dois tipos diferentes de invólucros em que este integrado é encontrado.



A tensão de entrada deve ser de aproximadamente 20 V.

FÓRMULA PARA O SCHMITT TRIGGER

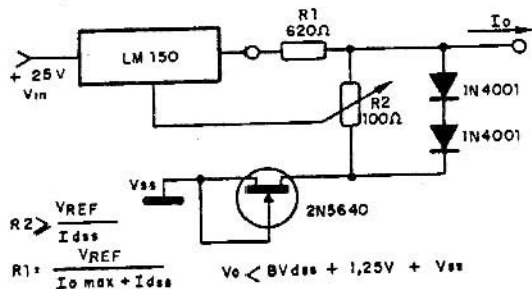
Damos a configuração básica de um *Schmitt Trigger* usando amplificadores operacionais LiNos (Texas Instruments). A fórmula que dá as características de histerese do circuito é mostrada junto ao diagrama, assim como a curva de histerese. Para a operação simétrica, a tensão em V_b deve ser metade da tensão de alimentação. Os integrados da série TLC podem ser usados neste tipo de circuito. Valores típicos para R_f são $100 \text{ K}\Omega$.



LIMITADOR DE CORRENTE AJUSTÁVEL

Este limitador de corrente ajustável entre 0 e 2 A é sugerido pela Motorola e tem por base um circuito integrado e tensão LM150.

O circuito integrado deve ser dotado de radiador de calor e a tensão de entrada deve ser da ordem de 25 V. O transistor de efeito de campo de baixa potência pode ser substituído por equivalentes como o BF245. R_2 faz o ajuste da intensidade de corrente máxima obtida na carga.

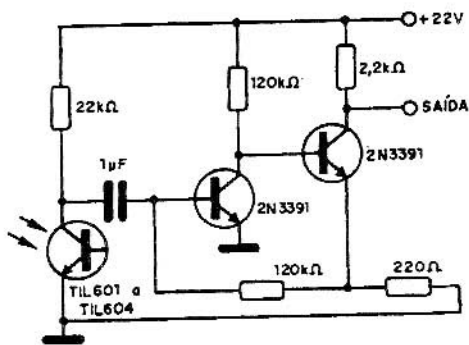


DETECTOR DE PULSO

Este circuito é sugerido pela Texas Instruments e utiliza um fototransistor na detecção de pulsos de curta duração.

Os transistores podem ser substituídos por equivalentes de comutação rápida como os 2N2222.

Também podem ser experimentados outros tipos de fototransistores. Os fototransistores indicados são compatíveis com os TIL23, TIL24 e TIL25 da Texas e possuem uma tensão máxima coletor-emissor de 50 V com um tempo de resposta de 8 μ s (tip).

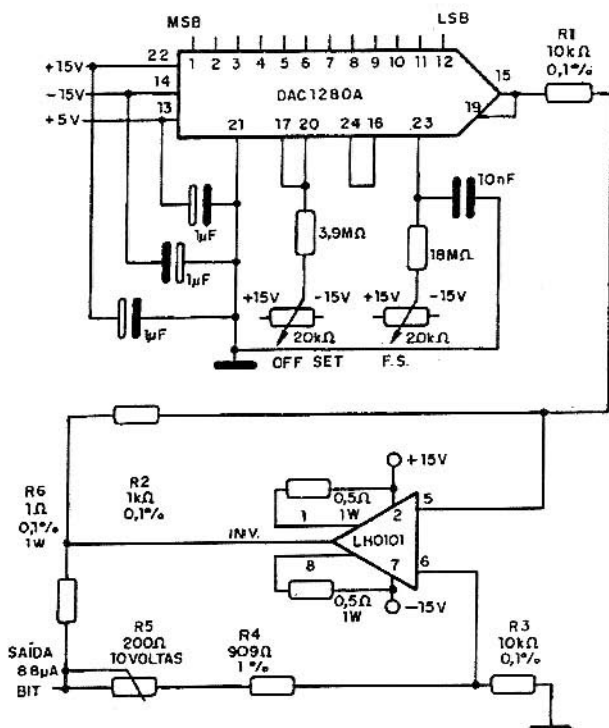


FONTE DE CORRENTE PROGRAMADA DIGITALMENTE

Este circuito é sugerido pela National Semiconductor e tem por base um conversor Digital Analógico DAC1280A, fornecendo uma corrente de $488 \mu\text{A}$ os bits, o que confere uma boa resolução bastante boa para uma aplicação de laboratório, ver figura.

Observe a necessidade de resistores de alta precisão de alguns pontos do circuito (0,1% de tolerância). O LH0101 é uma amplificador operacional de potência, podendo fornecer correntes de até 1 A na saída, o que sobre uma carga de 5Ω corresponde a uma potência de 10 W.

Observe os pontos de aplicação do bit mais significativo (MSB) e menos significativo (LSB) das entrada de programação do DAC.

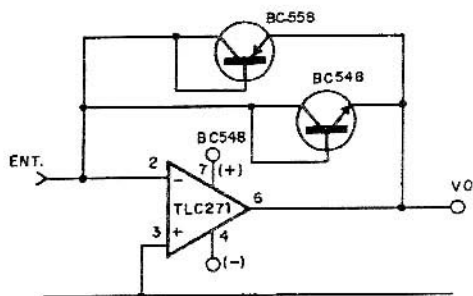


DETECTOR DE NULO

Este circuito é indicado para pontes de medida como detector de nulo, graças às características de ganho logarítmico dada pelos dois transistores.

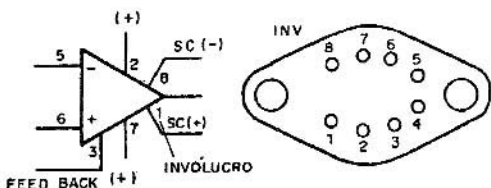
O ganho se torna maior com tensões de entrada menores.

O circuito integrado é um amplificador operacional com transistores de efeito de campo da Texas Instruments, enquanto que os transistores são PNP de uso geral. A fonte de alimentação deve ser simétrica.



LH0101

O LH0101 é um amplificador operacional de potência da National Semiconductor com a capacidade de fornecer até 5 A em sua saída.



Características:

Corrente máxima de saída: 5 A

Potência máxima: 62 W

Faixa passante: 300 kHz

Potência em "stand by": 850 mW (fonte de 15 + 15 V)

Corrente de polarização de entrada: 300 pA

Taxa de crescimento: 10 V/ μ s

Ganho de tensão: 50 V/mV

Distorção harmônica total: 0,008%

Reguladores de tensão positiva ajustáveis de 3 terminais.

Características:

1,5 A (sufixo K e T)

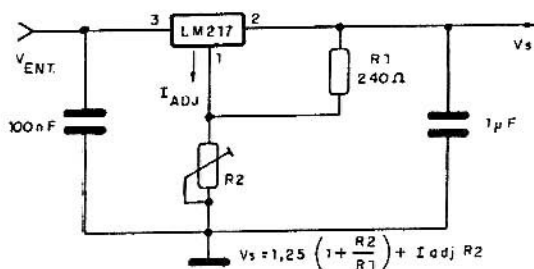
0,5 A (sufixo H)

Faixa de tensões de saída: 12 a 37 V

Tensão diferencial (entrada-saída): 40 V (máx.)

Regulagem de linha: 0,02 % (tip)

Tensão de referência: 1,25 V (tip)

**2S1290**

Transistor PNP comutador de alta corrente - Sanyo - Complementar 2SC3254.

Características:

V_{CBO} (max) - 80 V

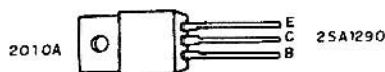
V_{CEO} (max) - 5 V

V_{EBO} (max) - 5 V

P_C (max) - 35 W

hFE - sufixo

R: de 100 a 200



I_C (max) - 7 A

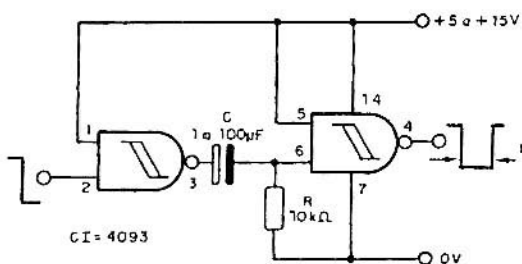
fT - 100 MHz (tip)

Q: de 70 a 140

S: de 140 a 280

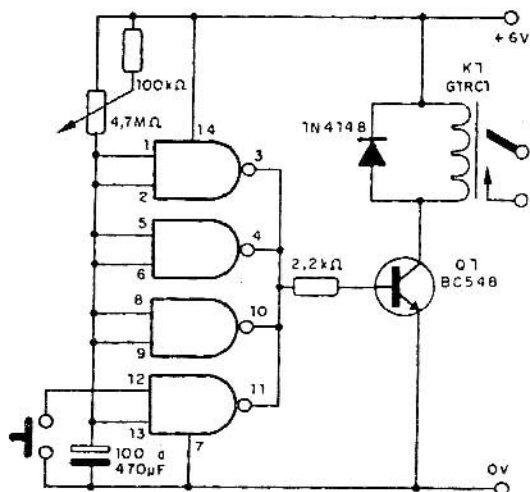
MONOESTÁVEL COM SCHMITT TRIGGER

O circuito abaixo gera pulsos no nível baixo com duração que depende do valor de R e de C. A temporização máxima é da ordem de 1 hora e pode ser obtida para $C = 1\,500\ \mu\text{F}$ e $R = 1,5\ \text{M}\Omega$. A alimentação é feita com fonte simples de 5 a 15 V.



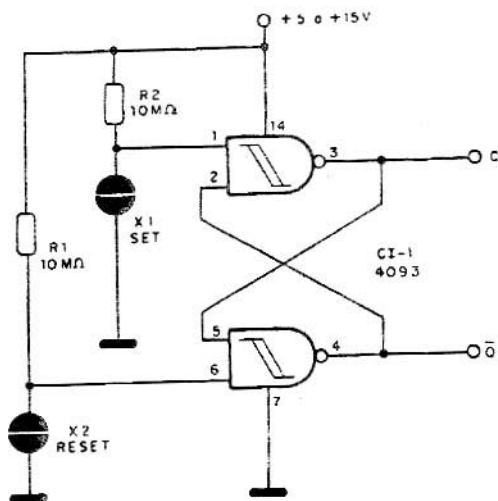
TEMPORIZADOR CMOS

A temporização do circuito da figura abaixo depende do ajuste do potenciômetro e do valor do capacitor, chegando com o $470\ \mu\text{F}$ a perto de meia hora. O relé pode ser o MCH2RC1 ou GIRC1.



SISTEMA DE REALIMENTAÇÃO COM FLIP-FLOP 4093

Na figura abaixo temos um *flip-flop* de toque onde a sensibilidade é dada por R_1 e R_2 . Este circuito do tipo R-S pode ser alimentado por tensões de 5 a 15 V.

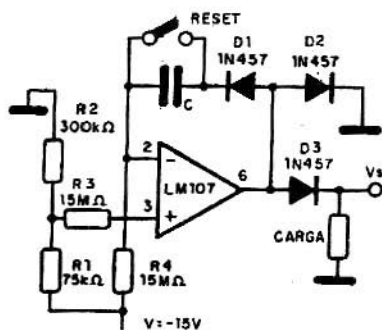


TIMER DE LONGO INTERVALO

Este circuito fornece uma temporização que depende do valor de C. Cada segundo de temporização precisa de 17 nF, valor que deve ser tomado por base para os cálculos de temporizações na prática.

O circuito tem por base um operacional LM107.

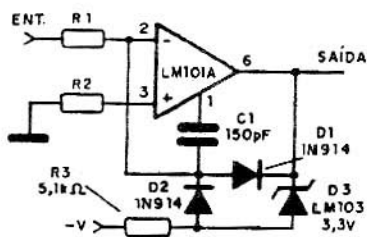
A chave *reset* descarrega o capacitor, para que a temporização tenha início de uma carga nula neste componente.



DETECTOR DE PASSAGEM POR ZERO

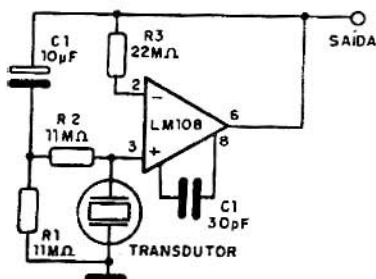
O circuito apresentado produz pulsos de saída quando a tensão passa por zero, quer seja na subida ou na descida de valor.

Este circuito tem um tempo de propagação da ordem de 200 ns, e um *fanout* de 3 para cargas TTL.



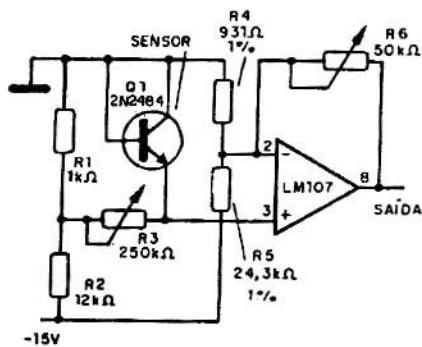
AMPLIFICADOR PARA TRANSDUTOR PIEZOELÉTRICO

Este circuito é indicado para transdutores piezoelétricos e tem um corte de baixa frequência determinado por R₁ e C₁.



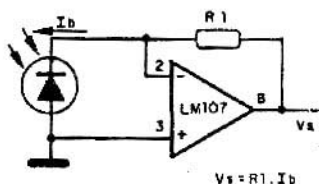
SENSOR DE TEMPERATURA

O sensor deste circuito é um transistor do tipo 2N2646 ou equivalente. Em R₃, faz-se o ajuste para obter uma tensão de saída de zero volt com uma temperatura de 0°C. O *trimpot* R₆ serve para ajustar a saída de modo a haver uma variação de 100 mV/°C.



AMPLIFICADOR PARA FOTODIODO

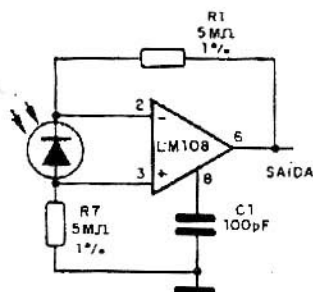
O circuito apresentado emprega apenas dois componentes, além do diodo fotossensor. O ganho é dado pelo produto de I_b (corrente no sensor) pelo valor do resistor R_1 .



AMPLIFICADOR PARA FOTODIODO (II)

Neste circuito temos um ganho de 10 V/mA, e a tensão no fotodiodo é menor que 3mV, reduzindo assim as correntes de fuga.

O circuito, que tem por base um LM108, é mostrado na figura ao lado.



SEGUIDOR DE TENSÃO DE ALTA IMPEDÂNCIA

A base deste circuito é o integrado LM102 e como se trata de um seguidor de tensão, o ganho é unitário.

