Revista



99 Cr\$ 80,00

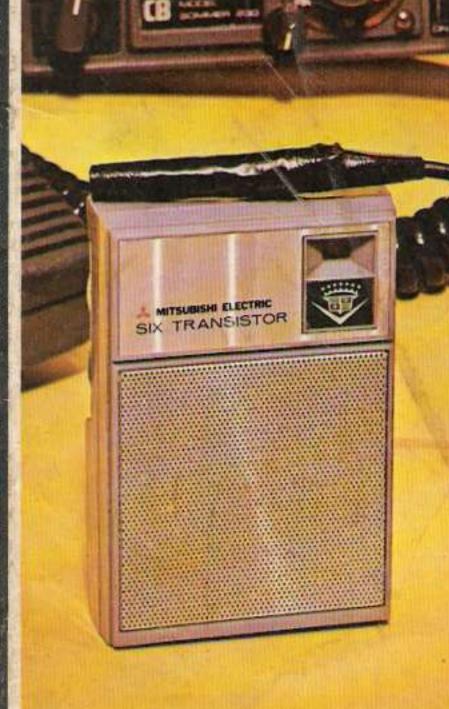
ELETROMICA



SOM CONHECA E CONSTRUA DIVISORES DE FREQUÊNCIAS

APLICAÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS CIMOS

PISCA PISCA MISTERIOSO











Revista de Expande de Liveramento

BIR BRO 1980



diretor administrativo:

diretor de produção: EDITORA SABER LTDA

Élio Mendes de Oliveira

Hélio Fittipaldi

REVISTA SABER ELETRÓNICA

diretor técnico:

gerente de publicidade:

serviços gráficos:

distribuição nacional:

diretor responsável: Newton C. Braga

J. Luiz Cazarim

W. Roth & Cia. Ltda.

ABRIL. S.A. -Cultural e Industrial

Élio Mendes de Oliveira

Revista Saber ELETRONICA é uma publicação mensal da Editora

Saber Ltda.

REDAÇÃO ADMINISTRAÇÃO E PUBLICIDADE: Av. Dr. Carlos de Campos, nº 275/9 03028 - S. Paulo - SP.

CORRESPONDÊNCIA: Endereçar à REVISTA SABER ELETRÔNICA Caixa Postal, 50450 03028 - S. Paulo - SP.

sumário

PX - Conversor para Escuta da Faixa do Cidadão 2
= 1 DEZ 198'
Multimetro Sologe 2 1987
Áudio - Conheça e Construa Divisores de Frequên- cias (1ª Parte)
Relê Eletrônico Multi - Acionável32
Pisca-Pisca Misterioso42
Estado Fofão
Aplicação de Circuitos Integrados C-MOS51
Q 12 - U. SIL
Secao do terror
CAIXA POSTAL. 218
Rádio Controle
Curso de Eletrônica - Licão 47

Capa - Foto do protótipo do

CONVERSOR PARA ESCUTA DA

FAIXA DO CIDADÃO

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou ideias oriundas dos mencionados textos, sob pena de sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.

NÚMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50.450-São Paulo, ao preço da última edição em banca, mais despesas de postagem. SOMENTE À PARTIR DO NÚMERO 47 (MAIO/76).

PX - conversor para escuta da faixa do cidadão



DANILO R. DA COSTA FILHO

A faixa dos 11 metros ou, como é mais conhecida, a Faixa do Cidadão, torna-se mais popular a cada dia. São muitos os que estão aderindo ao sistema, como simples "hobby", como meio de comunicação e amizade, como valioso auxiliar em serviços de táxis, enfim uma série de outros fatores concorrem para a utilização cada vez mais maciça dos equipamentos de PX. Devido ao grande interesse despertado em torno da publicação do "mini receptor PX" no número 96 de nossa revista, resolvemos desenvolver o projeto de um circuito um pouco mais completo, para os que estão se iniciando nos 11 metros e que ainda não dispõem de equipamento. Trata-se de um Conversor que, acoplado a qualquer rádio de Ondas Médias, portátil ou não, transforma-o em um Receptor PX. Mediante pequenas modificações no circuito, o Conversor PX poderá, também, ser acoplado ao rádio comum do automóvel, acrescentando assim ao seu "pé de borracha", uma escuta permanente da faixa dos 11 metros.

CIRCUITO CONVERSOR

O conversor para rádio-frequência é composto de um circuito cuja finalidade é, como o próprio nome diz, converter uma determinada frequência ou faixa de frequências através de batimentos e aplicando a frequência resultante, a um circuito receptor de Rádio ou TV.

Um exemplo muito comum desse sistema, são os Conversores para UHF usados em conjunto com receptores de TV em locais de difícil recepção ou regiões afastadas dos grandes centros urbanos. Nesse caso, o Conversor recebe sinais de alta frequência dentro da faixa de UHF (300MHz a 3GHz) e os transforma em sinais de VHF-TV (54MHz a 216MHz). O que na realidade ocorre, é que o sinal de Televisão recebe uma dupla conversão de frequência, ou seja, o produto do batimento do Sinal de UHF com o sinal de RF gerado pelo oscilador local do conversor, é aplicado aos terminais de antena do receptor de TV. No sintonizador do receptor de TV, ele sofre uma segunda conversão resultando daí a frequência de FI do televisor (em torno dos 40MHz).

Assim, vimos que o papel do conversor é em síntese, transformar sinais de UHF (transmitidos por estações repetidoras ou pela própria emissora de TV) em sinais de VHF para posterior aplicação ao sintonizador do receptor de televisão. Vejamos

agora, como aplicar o mesmo processo de dupla conversão de modo a podermos receber os sinais da Faixa do Cidadão (27MHz) em um receptor comum de ondas médias.

Acompanhando o Diagrama de Blocos da Figura 1, podemos observar que o nosso conversor para PX, compõe-se unicamente de dois estágios, além evidentemente da antena; um circuito amplificador RF/Misturador e um circuito Oscilador Local. Para compreender melhor, tomemos como exemplo o canal 1 da faixa, cuja frequência base é de 26,96MHz. Este sinal é captado pela antena e aplicado ao estágio Amplificador RF/Misturador. Simultaneamente, aplicamos um sinal de RF, proveniente do Oscilador Local e cuja frequência é de 26,43 MHz. À saída do estágio Misturador (ou melhor dizendo, sobre a bobina de acoplamento L3) teremos um sinal que será a diferença entre o sinal de entrada e o sinal do oscilador interno, ou seja, 26,96-26,43= 0,53MHz ou 530KHz. Essa frequência de 530 KHz será então a nossa primeira FI, acoplando-se a mesma ao rádio de OM. Nessa ocasião, o referido receptor OM deverá estar sintonizado no extremo inferior de sua faixa, ou seja, 530 KHz. No rádio então, o sinal do Conversor (530 KHz) receberá uma segunda conversão, tomando então o valor de FI final, de 455KHz.

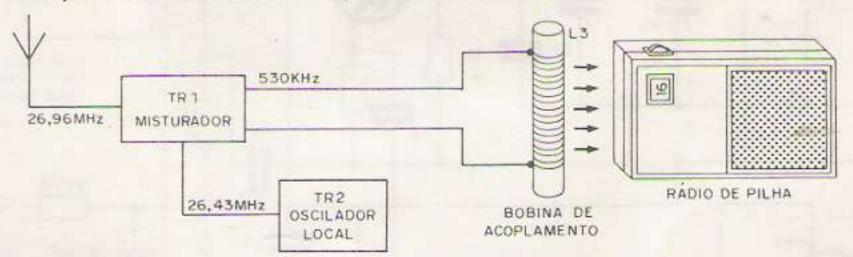


Figura 1 - Diagrama em blocos do Conversor para PX.

É importante, observar que o rádio OM usado para acoplar o Conversor poderá ser sintonizado em qualquer ponto da faixa de AM (530KHz a 1650KHz), e o leitor deverá escolher naturalmente, um ponto da faixa onde não hajam emissoras, para não haver mistura dos sinais de OM e PX, sendo que nesse caso os últimos "levarão a pior" por serem de menor intensidade. Outro detalhe também importante, e verificado na prática, é que quanto mais baixa for (1650KHz), além de haver uma substan-

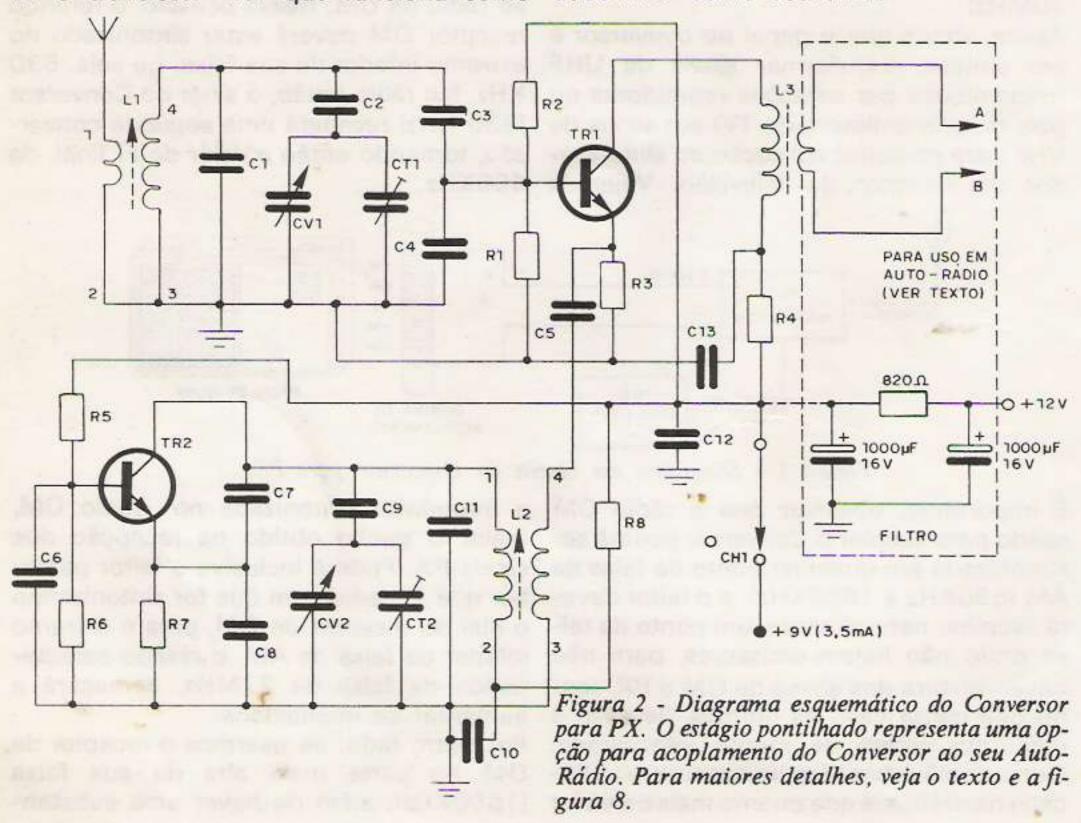
a frequência sintonizada no rádio OM, maior o ganho obtido na recepção dos sinais PX. Poderá inclusive o leitor perceber que à medida em que for sintonizando o dial do receptor de OM, para o extremo inferior da faixa de AM, o chiado característico da faixa de 27MHz, começará a aumentar de intensidade.

Por outro lado, se usarmos o receptor de OM na parte mais alta da sua faixa

cial perda de sinal, poderão surgir ocasionalmente, interferências de sinais de TV e FM, prejudicando assim, a recepção PX. Vejamos agora, algumas vantagens do sistema por conversão de frequência aqui descrito; simplicidade dos circuitos a serem elaborados; o modo de acoplamento ao radinho de bolso, bastando aproximar a bobina uns 5cm daguele; o custo. O Conversor para PX aqui descrito pode ser construído de modo rápido e econômico, enfim essas e muitas outras razões que o leitor descobrirá por si mesmo, justificam plenamente a montagem do Conversor. Frisamos que da qualidade do receptor de OM utilizado, dependerá o desempenho do Conversor. Os rádios tipo microminiatura, ou melhor aqueles que operam com uma única pilha de 1,5V, não são recomendados por possuirem uma seletividade abaixo do valor mínimo necessário. Quanto melhor o rádio, melhor será o desempenho do Conversor PX.

Vejamos agora o funcionamento prático do nosso Conversor para PX, de acordo com o Diagrama Esquemático da Figura 2. O transistor TR1 que funciona como

amplificador de RF e misturador recebe o sinal de 27MHz proveniente da antena, através do circuito ressonante formado por L1, C1, CV1, CT1 e mais C2. Sobre estes três últimos componentes, falaremos mais adiante. O sinal assim captado é transferido à base de TR1, uma unidade NPN Si, muito usada em circuitos de RF (BF494 ou BF254) através do divisor capacitivo formado por C3 e C4, o que propicia um melhor casamento de impedâncias. Ao mesmo tempo, TR1 recebe via o circuito de emissor, um sinal gerado pelo oscilador local do Conversor, composto por TR2 e demais componentes. Trata-se de um circuito oscilador Colpitts de estabilidade suficiente para a aplicação. Também no circuito tanque do oscilador, podemos notar a mesma configuração vista no circuito da bobina de antena L1. A bobina osciladora L2 não é ligada diretamente à massa, mas através de C10 (10 KpF), para permitir que a alimentação de coletor de TR2 se processe através de R8 ligado à linha de + 9V. Caso assim não procedessemos seríamos obrigados a usar uma unidade PNP como oscilador.



No coletor de TR1 teremos então o sinal que corresponde à diferença entre a frequência de antena e a frequência do oscilador local, ou seja 530 KHz. Como carga de coletor de TR1, está ligada a bobina de acoplamento ao rádio, L3, que é uma unidade comum usada em rádios portáteis alimentados a pilhas.

Observando o diagrama, veremos que o Conversor para PX, pode também ser accplado ao rádio de automóvel. Nestas circunstâncias usaremos também o secundário da bobina L3, ligando um extremo à
massa e o lado "vivo" à entrada de antena
do Auto-rádio. Assim e de acordo com a
Figura 8, intercalaremos o Conversor entre
a antena do carro e o auto-rádio.

Analisemos agora com detalhes, a configuração "pouco comum" empregada nos circuitos tanques do Conversor.

Inicialmente falemos um pouco do variável utilizado; uma unidade comercial do tipo dielétrico de PVC miniatura, muito usado em rádios portáteis para FM.

A variação total de capacitância desse variável é de 10pF a 32pF, sem levar em consideração os trimmers que ele possui e que estão interligados internamente a cada seção do variável. A capacitância máxima desses trimmers não excede a 10pF. A faixa de FM, para qual o uso do capacitor variável foi previsto, abrange de 88MHz a 108MHz, ou seja, uma faixa de 20MHz. Podemos assim afirmar que a relação de variação na capacidade do mesmo é de 32/10 ou seja, de 1:3,2.

Esta variação de capacitância se transposta para a faixa do Cidadão nos daria: Fmáx - Fmin = 27,605MHz - 26,96MHz =645KHz de variação total de frequência. No caso do Conversor, projetado para trabalhar um pouco abaixo da faixa (26,2MHz), até um pouco acima da faixa (28MHz) temos uma variação total de frequência da ordem 1,8MHz. Caso utilizássemos o capacitor variável sem aplicar nenhum "recurso", a faixa final de frequências do nosso Conversor compreenderia desde os 26MHz até aproximadamente 32MHz. Em princípio, pode não parecer desvantagem alguma, mas se analisarmos mais detidamente o problema, recordaremos que com uma largura de faixa igual a 645KHz, e levando-se em conta que a

separação entre os canais PX adjacentes é de 10KHz é fácil concluirmos que esses mesmos canais ficarão amontoados em um determinado ponto da excursão do variável, tirando assim toda a seletividade do Conversor.

Vejamos agora como conseguir um estreitamento da faixa de frequências, e por conseguinte uma separação maior entre os canais.

Colocando-se em série com o capacitor variável mais o trimmer, um capacitor fixo de 56 pF obteremos os seguintes valores na variação de capacitância:

Supondo-se que o trimmer CT seja posicionado para um valor médio, temos que CT = CV + Ct// 56pF ou seja CT = 32 + 5 // 56

$$CT = 37//56 = \frac{37.56}{37+56} = 22.2 \text{ pF que \'e o}$$

valor máximo de capacitância.

Vejamos agora o valor mínimo de capacitância:

CTmín. = CVmín. + Ct/ / 56 ou seja CTmín. = 10 + 5/ / 56

CTmin. =
$$15//56$$
 donde CTmin. = $\frac{15.56}{15+56}$
= 11,8pF

Vimos assim que o capacitor variável que antes exibia uma relação de variação total de 1:3,2, passou agora para uma relação

$$de \frac{22,2}{11,8} = 1:1,8, \text{ ou seja, quase a metade.}$$

Mas não ficamos por aí. Dentro da faixa dos 27MHz, um valor de capacitância total entre 11pF e 22pF, requereria um valor de L mais alto, impedindo-nos de utilizar as forminhas miniaturas de que dispúnhamos, ou então tendo que apelar para bobinas de enrolamento multi-camadas, o que complica bastante.

Sendo assim acrescentamos mais valores capacitivos em paralelo com os circuitos ressonantes, logrando assim a diminuição nos valores de L.

Como exemplo, vejamos o circuito ressonante composto por L1.

Pensemos inicialmente em termos de frequência inferior na faixa.

Temos no secundário de L1 associado a C1, um único valor de capacitância formado por CV1, CT1, e C2 e mais o divisor capacitivo formado por C3 e C4.

Como ambos são do mesmo valor e encontram-se em série, o valor final será exatamente a metade do valor de qualquer um dos dois, logo C3 + C4 = 68//68 = 34pF.

Considerando a frequência de 26,2MHz como extremo inferior da faixa, somemos as capacitâncias do circuito (sem levarmos em consideração as capacitâncias parasíticas do circuito)

C1 + (CV1+Ct 1//C2) + C3//C4 ou, 47 + 22,2 + 34 = 103, 2pF que é a capacitância total no circuito. Para obtermos um circuito sintonizado em 26,2MHz, L1 deverá ser de 0,41µH, se aplicarmos a clássica fórmula

$$FO = \frac{1}{2 \text{ II } V \text{ IC}}$$

Eis portanto o recurso que julgamos por bem aplicar aos circuitos ressonantes do conversor, permitindo assim um maior alargamento da faixa e facilitando a sintonia dos canais PX.

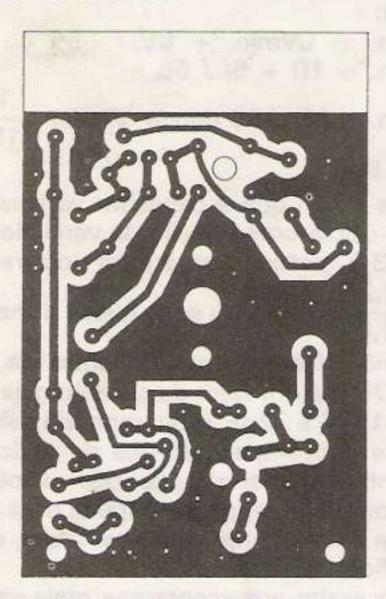


Figura 3 - Plaqueta de fiação impressa, vista pelo lado cobreado.

O processo de confecção da placa é o usual, que o leitor da Revista já deve conhecer de olhos fechados. Esta plaqueta pode ser de fenolite ou fibra de vidro (damos preferência a esta última, por suas baixas perdas em RF). Inicialmente, de posse de um pedaço de papel carbono e um lápis, o leitor deverá transpor cuidadosamente para a placa, já perfeitamente

No circuito tanque do oscilador TR2, o sistema é idêntico diferindo apenas nos valores do divisor capacitivo formado por C7 e C8 e no capacitor em paralelo, C11. Nesse caso, a capacitância total é maior fazendo assim com que o circuito oscile em uma frequência 530KHz abaixo da frequência de antena, mantendo-se o mesmo dimensionamento de bobina.

MONTAGEM PRÁTICA DO CONVERSOR

Depois de nos determos minuciosamente na análise do funcionamento do Conversor o que achamos indispensável para o bom êxito da montagem, vejamos agora etapa por etapa, a descrição prática da montagem.

Todo o circuito Conversor foi montado em uma placa de fiação impressa medindo 7,7cm x 4,8cm. O desenho dessa placa pode ser visto nas Figuras 3 e 4.

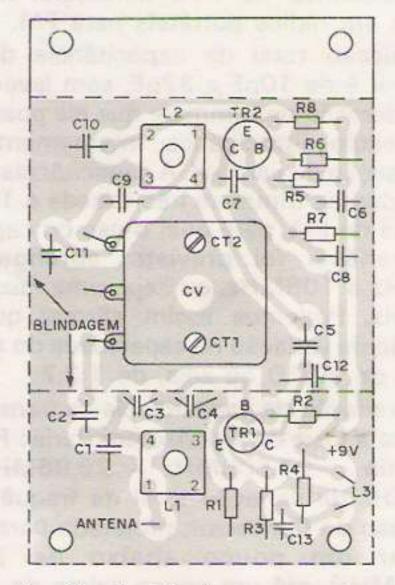


Figura 4 - Distribuição dos componentes sobre a placa da figura 3.

polida (use uma esponja doméstica de aço) o desenho da Figura 3, marcando com um punção ou outro objeto qualquer ponteagudo, os furos reservados para a fixação do capacitor variável, da placa e demais componentes eletrônicos. Depois de todo o desenho copiado, poderá o leitor, utilizar canetas especiais para confecção de circuitos impressos, ou mesmo

caneta para retroprojetor tipo Pilot ou equivalente que proporcionam o mesmo resultado.

Tomar a precaução de executar o desenho o mais fiel possível ao original e fazer o preenchimento de todas as áreas em negro referentes à massa geral.

Após a corrosão da placa, obedecer o seguinte critério de furação da plaqueta:

Furar com broca de 1mm, todos os pontos do circuito, inclusive os locais destinados à fixação do variável, para a passagem do seu eixo, e os quatro furos nos cantos, reservados à fixação da plaqueta, além dos 2 furos para calibração das bobinas.

Com broca de 1,5mm (11/64") alargar os 8 furos reservados para fixação dos fios das bobinas L1 e L2; com broca de 5/32" os dois furos para fixação do variável. Com broca de 1/8", os quatro furos para fixação da plaqueta à caixa e sob as bobinas e com broca de 1/4", o furo destinado ao eixo do variável. Todos estes furos deverão ser feitos, mesmo que a disposição na caixa não permita que se use o capacitor variável fixado à placa. Dizemos isto porque com o variável fixado à placa, o leitor poderá optar por outro tipo de montagem, em alguma caixa que tenha disponível, diferente da aqui descrita.

Terminada, a furação, dissolva o conteúdo de um frasco de Pratex em 100cm³ de água destilada, e após retirar toda a tinta e polir bem a placa, deixe-a submersa em uma vasilha com a solução de Pratex, até que o cobre adquira uma coloração prata. Caso a placa manche, é sinal de que não está bem limpa. Neste caso, retire-a da solução, lave-a e torne a passar a esponja de aço, imergindo-a novamente na solução. Obtido o acabamento, lave bem a placa e deixe-a secar.

Vejamos então a sequência de montagem dos componentes. As ferramentas necessárias para essa operação, são: um soldador de no máximo 30 Watts, com ponta fina e bem limpa, solda de baixa fusão (bitola 1 mm, é o ideal) alicate de corte lateral, alicate de bico fino, uma lixa fina para limpar os lides dos componentes, etc.

 Comece por soldar todos os resistores de 1/8W, prestando atenção no código de

cores (oriente-se pela Lista de Material, caso tenha dúvida). Use a lixa fina para limpar os lides desses componentes.

2) Coloque e solde a seguir todos os capacitores, observando bem os valores neles impressos. Para capacitores tipo Plate os valores em picofarads são expressos assim: 33p = 33 picofarads - n56 = 560 picofarads. No caso dos capacitores tipo disco nenhuma dúvida a esclarecer, já que todos vêm com o valor impresso da maneira usual. A mesma observação é válida para os capacitores de styroflex. Não utilize outro tipo de capacitor aonde recomendamos Plate ou Styroflex. Tais capacitores, possuem valores dentro das tolerâncias desejadas, e isto se torna importante principalmente nos capacitores usados nos circuitos ressonantes do Conversor.

 Coloque e solde agora os dois transistores TR1 e TR2, tomando a precaução de não aquecê-los em demasia.

Deixe a fixação do variável para depois em função da montagem escolhida.

CONFECÇÃO DAS BOBINAS

Este é o ponto mais crítico da montagem do Conversor pois da perfeita execução do enrolamento das bobinas L1 e L2, depende o êxito final da montagem.

Inicialmente, vejamos as formas a serem utilizadas. Caso o leitor disponha do tipo de forma por nós usada, tudo bem não há o que vacilar. Contudo, se não conseguir obtê-las, siga as seguintes instruções.

Consiga inicialmente um tubinho plástico cujo diâmetro externo seja de 5,6 mm. Corte-o em dois pedaços de aproximadamente 1,5 cm de comprimento.

Obtenha também um pedaço de plástico de 2mm de espessura e corte dois quadrados de 1cm2 que servirão como base para as bobinas. Caso prefira, poderá dispensar as bases alargando, os dois furos destinados à calibragem das bobinas (Ver Figura 3 e 4) e encaixando nelas as formas, colocando-as depois com cola para plástico. Para colocação dos núcleos de ferrite (que deverão ter aproximadamente 0,5cm de comprimento) as paredes do tubo usado como forma deverão ser finas o suficiente para permitir que o núcleo penetre cem uma pequena folga. Para fazer com que ele enrosque, dê uma "olhadela" na caixa de costura da sogra (ou da mamãe se o leitor tiver a felicidade de ser "solteiro") e consiga um pedaço de elástico do tipo usado para prender "peças íntimas" ou calça de pijama.

Este elástico conhecido como tipo chato pode ser aberto ou "desfiado" como queiram, e obtem-se dessa "autópsia" pedaços de elásticos bem finos, que servirão perfei-

tamente para segurar os núcleos, permitindo a sua fácil calibração.

Vamos agora "enrolar"; as bobinas, evidentemente. O fio usado será o 24AWG, esmaltado. Para enrolar L1 que é a bobina de antena, comece por fazer o primário, que deverá ficar na parte inferior do tubo (próximo à base das mesmas).

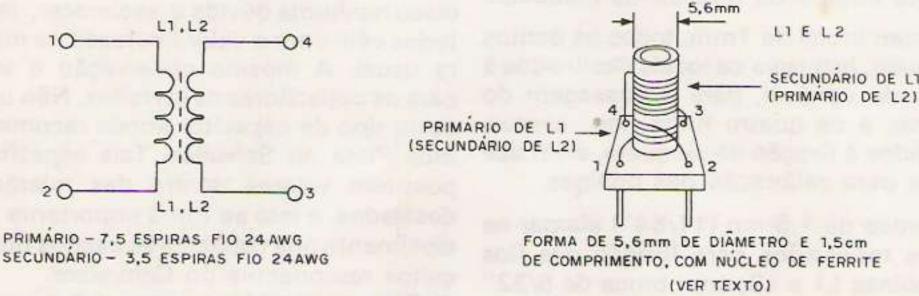


Figura 5 - Método de enrolar as bobinas L1 e L2, utilizando as formas miniaturas. Para outras opções veja o texto.

Enrole cuidadosamente no sentido esquerda/direita 3 e meia espiras de fio, cuidando para que o enrolamento esteja sempre apertado (caso o tubo a ser utilizado seja de plástico mais flexível, convém enrolar já com o núcleo introduzido). Não esqueça de raspar bem e estanhar as pontas do fio. Oriente-se pela Figura 5. Terminado o enrolamento primário de L1, faça agora o enrolamento secundário que possui 7 e meia espiras do mesmo fio 24. Raspe e estanhe também as pontus. Se a forma utilizada possuir base, coloque os fios dos enrolamentos nos terminais da base e solde-os (Ver Figura 5). Caso a sua bobina não possua base, ao terminar os enrolamentos e mantendo-os firmes sob a pressão dos dedos, aplique uma fina camada de Cola-Tudo para unir as espiras entre si. Depois então encaixe a forma no orifício da placa e cole-a soldando depois os quatro fios provenientes dos enrolamentos, nos locais respectivos na placa.

Para enrolar a bobina osciladora L2, proceda da mesma forma, mas ATENÇÃO para o seguinte detalhe. O enrolamento de 3 e meia espiras de L2, corresponde ao secundário e o de 7 e meia espiras, ao primário. Enrole por conseguinte, inicialmente o secundário de L2 e posteriormente o primário.

A título de ilustração, podemos dizer que L1 e L2, após enroladas e com os seus respectivos núcleos introduzidos até aproximadamente a metade do seu curso, apresentaram uma indutância de 0,45 µH e um fator de mérito "Q" em 27MHz igual a 120, valor esse que pode ser considerado ótimo para a aplicação em vista.

O capacitor variável CV1 e 2 como já dissemos, poderá ser aparafusado na placa, de duas formas possíveis; por trás, ou seja, com o eixo saindo pelo lado dos componentes e vice-versa. Na prática, verificamos que o funcionamento do Conversor, torna-se mais estável com o corpo do variável sendo montado do lado dos componentes. Próximo a ele e do lado da bobina de antena L1, colocamos uma blindagem medindo 4,7 cm x 2cm, feita de folha de flandres. Uma blindagem principal envolve lateralmente toda a placa do Conversor. Esta blindagem NÃO pode ser ignorada pois influi decisivamente na estabilidade do circuito.

Para execução das blindagens, (ver Figura 6), pode o leitor aproveitar uma lata de leite em pó ou de cereal para mingau. Com um abridor, abra a lata em ambos os lados, de modo a poder esticar a folha. A seguir, com uma tesoura para cortar chapa (ou a tesoura de costura da casa, se a "dona" permitir) após ter previamente demarcado as peças a serem usadas corte cuidadosamente a folha de flandres. Além de um bom material para blindagem, a folha de flan-

dres tem a vantagem de ser barata e permitir a soldagem com enorme facilidade sem haver necessidade de raspar ou polir.

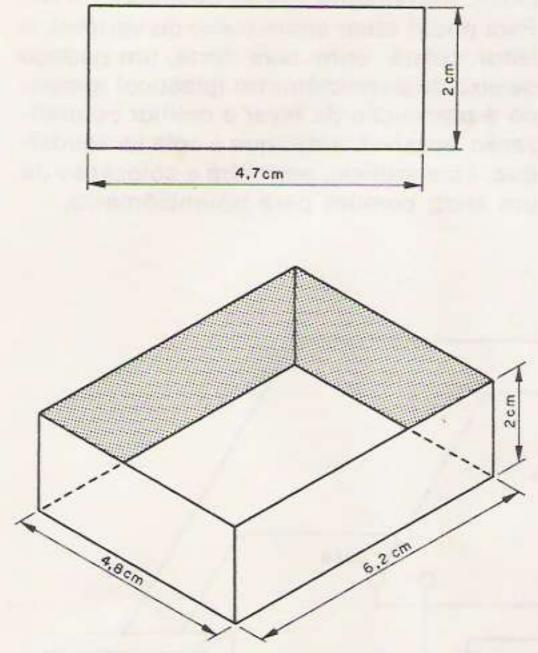


Figura 6 - Sugestão para confecção das blindagens para o Conversor para PX.

Depois da placa pronta, para fixar as blindagens é suficiente soldar as bordas, primeiro da blindagem principal em toda a volta da placa. Depois a blindagem secundária cuja disposição pode ser vista na Figura 4. Essa última, pode ser soldada nas paredes da blindagem principal, internamente. O resultado final, será então um "muro" metálico ao redor da placa do conversor, e uma parede interna que separa as duas bobinas L1 e L2.

Providenciada a blindagem, concluímos a montagem eletrônica da placa do Conversor. As conexões externas a serem executadas consistem em: Ligação da bateria - Solde um fio vermelho ao ponto marcado 9V na placa. Este fio deverá ser soldado ao interruptor CH1.

Solde um fio preto a qualquer ponto de massa da placa, e interligue-o ao pólo negativo da bateria.

Para ligação de antena, o leitor poderá usar simplesmente um pedaço de fio soldado ao ponto identificado como "antena" na placa e ligá-lo a uma antena tipo telescópica para rádio portátil. Caso o leitor queira utilizar uma antena de outro tipo e que necessite de uma ligação de massa, solde ao ponto correspondente da placa, um pedaço de fio blindado, estéreo cuja malha deverá ser soldada ao terra geral do conversor.

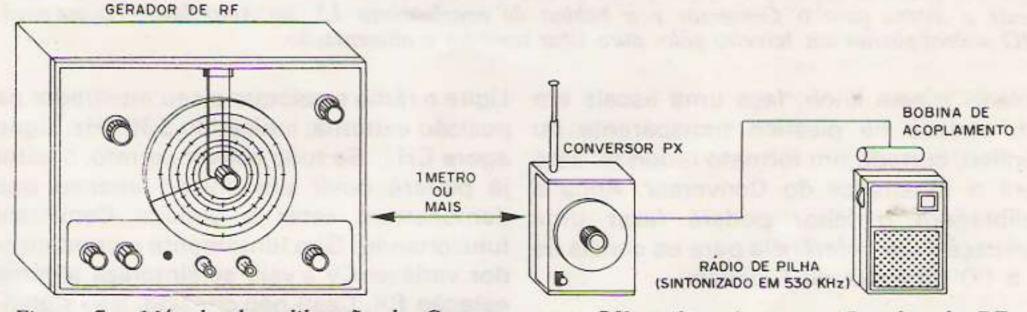


Figura 7 - Método de calibração do Conversor para PX, utilizando-se um Gerador de RF comum.

A ligação para a bobina de acoplamento L3 deverá ser feita com fio blindado idêntico ao usado acima. A malha deste deverá também ser ligada à massa do Conversor. O lado oposto será preparado aproveitando-se somente os dois fios "vivos" do cabo blindado, com a malha cortada. De acordo com a Figura 9, o leitor deverá então preparar a ligação da bobina de acoplamento. O acabamento final poderá ser feito com fita isolante ou um pedaço de

espaguete de espessura suficiente para envolver a bobina. O comprimento total do cabo blindado não poderá exceder a 30cm, evitando-se assim a captação de ruídos e interferências.

A caixa para o Conversor PX foi adquirida pronta no comércio sendo facilmente encontrada. Possui um painel de alumínio em cor natural e anodizado, o que permitirá um excelente acabamento para o prototipo. Internamente, existe espaço suficiente

para a fixação da placa do conversor e da bateria. Para montagem da plaqueta, recomendamos a adoção de 4 espaçadores que compensarão a altura dada pelo variável. Estes espaçadores poderão ser feitos de pedaços de corpo de caneta esferográfica. A altura total dependerá do modo como o leitor desejar executar a montagem. Com o variável sendo colocado com o eixo saindo pelo lado cobreado, a placa deverá ser montada com o lado do circuito

impresso para cima. Caso o Conversor necessite ser retocado na sua calibração, o ajuste poderá ser feito através dos furos na placa, exatamente sob as bobinas L1 e L2. Para poder atuar sobre o eixo do variável, o leitor colará com cola forte, um pedaço de eixo de potenciômetro (plástico) tomando a precaução de fazer a melhor centralização possível, antes que a cola se solidifique. Este artifício, permitirá a colocação de um knob comum para potenciômetro.

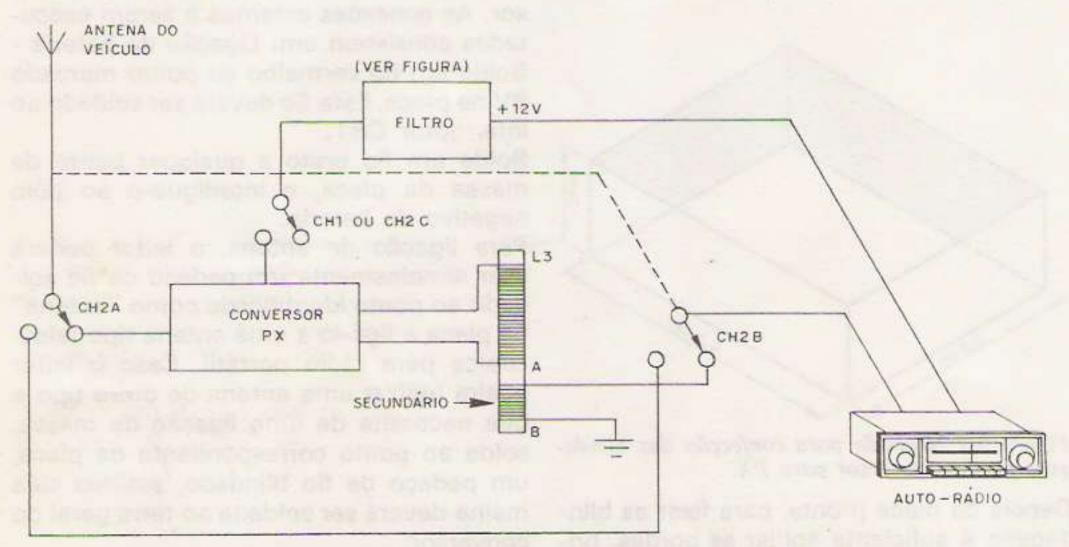


Figura 8 - Método de acoplar o Conversor para PX ao seu Auto-Rádio. CH2 comuta simultaneamente a antena para o Conversor e a bobina de acoplamento L3, ao Auto-Rádio. Como opção CH2 poderá possuir um terceiro pólo, para ligar também a alimentação.

Colado a este knob, faça uma escala em um pedaço de plastico transparente ou acrílico, cortado em formato redondo. Este calibragem o leitor poderá fazer uma marcação de referência para os canais de 1 a 60 da Faixa do Cidadão.

VERIFICAÇÃO DE FUNCIONAMENTO E CALIBRAÇÃO

Concluídas todas as operações descritas nos parágrafos anteriores, veremos agora como testar e calibrar o Conversor. Inicialmente com o interruptor CH1 desligado, coloque a bateria de 9V em seu suporte. Fixe a bobina de acoplamento L3, ao rádio a ser usado, utilizando para tal um pedaço de fita durex ou isolante. Conecte uma antena ao fio ou cabo blindado do Conversor.

Ligue o rádio e coloque o seu mostrador na posição extrema, indicando 530KHz. Ligue agora CH1. Se tudo estiver correto, o leitor será o mostrador do Conversor. Após a já poderá ouvir um chiado intenso que demonstrará estar o circuito Conversor funcionando. Gire lentamente o condensador variável CV e veja se sintoniza alguma estação PX. Caso não consiga, isso significa que o conversor está fora de frequência devendo ser calibrado. Se ele estiver muito abaixo dos 27MHz, o leitor captará possivelmente sinais de ondas curtas. Se o Conversor estiver acima, talvez surjam sinais de Centrais Bip (aproximadamente 35MHz) ou até mesmo sinais harmônicos de TV. Para fazer com que o Conversor funcione a contento, deveremos calibrá-lo, o que veremos a seguir.

> Para calibrar satisfatoriamente o Conversor, o leitor necessitará de um bom gerador de sinais de RF. Caso não disponha de

um bom instrumento, deverá proceder à calibração com um gerador de sinais RF mais "humilde". Oriente-se pela Figura 7; usando-se um gerador comum, este deverá ficar a uma distância de no mínimo 1 metro do conversor e sem o cabo de RF. Ligue o gerador sintonizando-o em torno de

26MHz com modulação interna de 400 ou 1KHz. Com a antena abaixada, ligue o conversor e o rádio e procure captar o sinal do gerador, girando lentamente o variável. Caso não localize o sinal volte o variável para o seu valor máximo de capacitância, ou seja, todo para a esquerda.

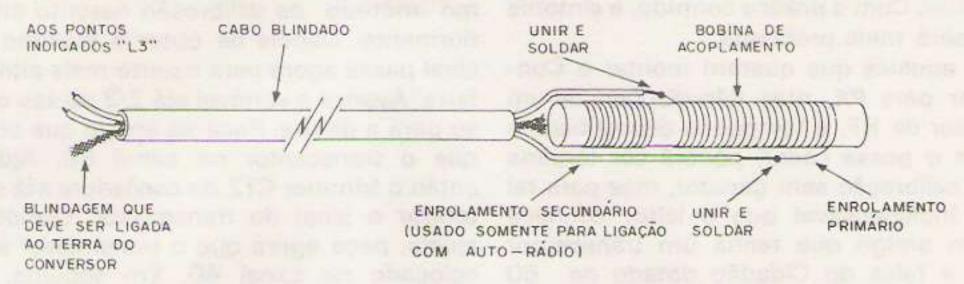


Figura 9 - Modo de confeccionar as bobinas de acoplamento (L3).

Com um palito ou chave de calibração não indutiva gire cuidadosamente o núcleo da bobina L2, até que apareça o sinal do gerador. Se ainda assim, não for ouvido o sinal, levante a antena do conversor. Tente outra vez. Se não obter sucesso ainda dessa vez, aproxime o gerador do Conversor, deixando-o a aproximadamente 50cm. Tente agora com o núcleo de L2, localizar o sinal. Se este aparecer muito forte, abaixe novamente a antena do conversor e vá afastando o gerador cuidadosamente até que o sinal se torne fraco. Essa "trabalheira" toda deve-se ao fato de não possuirmos um gerador com atenuador calibrado microvolts, já que o conversor possui uma sensibilidade de 2µV. Se acoplarmos a ele um gerador de RF com nível de saída excessivo, teremos sinais em quase toda a faixa, o que tornaria a calibração impraticável.

Depois de obtida a condição ideal, retoque o posicionamento do variável, o qual deverá permanecer todo para a esquerda; o gerador de RF sintonizado em 26MHz, preferencialmente 26,2 MHz. Agindo-se sobre L1 procuraremos colocar o máximo de sinal no receptor de OM. Obtido o ajuste, deveremos agora afastar mais ainda o gerador de RF do conversor de modo que o sinal audível se torne bem débil e comece a ficar "mascarado" pelo ruído de fundo do conversor (ruído idêntico ao de um receptor FM ou televisor, fora de canal). Agindo-se agora sobre o núcleo de L1, procuraremos tornar o sinal do gerador de

RF, mais audível possível. Este ajuste é extremamente crítico, portanto o leitor deverá tomar bastante cautela ao agir sobre o núcleo de L2.

Terminado o ajuste, vamos agora para o extremo superior da faixa.

Coloque o gerador de RF em torno de 27,8 MHz. Gire o variável todo para a direita. Veja se consegue captar o sinal do gerador. Em caso negativo, utilizando uma chave de fenda com o cabo isolado, atue sobre o trimmer da osciladora (CT2) lentamente, até que possa ouvir o sinal do gerador. Se o sinal entra com pouca intensidade e possui uma tonalidade "metálica" reajuste delicadamente o gerador de RF para cima ou para baixo até que o apito torne-se bem audível. Esta tonalidade metálica, deve-se à reprodução de harmônicos do sinal do gerador. Obtida a calibração ideal, volte agora o variável todo para a esquerda; em seguida retorne-o lentamente para a direita, procurando colocá-lo aproximadamente a 2/3 do seu curso (a 120 graus). Gire agora a sintonia do gerador em direção aos 27,4MHz e ajuste o trimmer CT1 da bobina de antena, até ouvir o apito do gerador no rádio OM.

Obtido o ajuste, o conversor estará pronto para ser usado. Caso seja necessário repita a calibração, mesmo porque para os leitores sem experiência nesse tipo de tarefa, será uma boa chance para praticar.

Desligue agora o gerador, levante a antena do conversor, abra o volume do rádio e vá girando lentamente o variável para captar

as emissões dos "macanudos". Alertamos o leitor, que a sintonia dos canais da Faixa do Cidadão é bastante delicada, pois a separação entre os canais é de 10KHz. Uma variação de 10KHz dentro da faixa de 27MHz torna-se realmente um pouco crítica, requerendo uma certa habilidade inicial do leitor. Com a prática contudo, a sintonia não será mais problema.

Para aqueles que querem montar o Conversor para PX, mas não dispõem de um gerador de RF, e tampouco desconhecem quem o possa ceder, poderá ser tentada uma calibração sem gerador, mas para tal será indispensável que o leitor conheça algum amigo que tenha um transceptor para a faixa do Cidadão dotado de 60 canais.

O transmissor deverá ficar afastado o máximo possível do conversor, se possível em outra residência. Para transmissão, deverá ser usada uma antena de pouca capacidade irradiante (um dipolo de TV, por exemplo, com as hastes fechadas).

Caso o leitor disponha de um gerador de áudio ou qualquer circuito semelhante, este deverá ser ligado ao microfone do transceptor seja por conexão direta, ou pela aproximação do microfone, de um alto-falante que esteja reproduzindo ao sinal de áudio. Este será o seu gerador de RF, bem mais preciso, diga-se de passagem. Coloque ou melhor combine com o amigo para que o transmissor seja sintonizado no canal 1 da faixa. Estando o variável

do conversor todo para a esquerda, coloque-o ligeiramente avançado para a direita. Ligue o aparelho e peça para que seu amigo comece a transmitir o sinal de áudio, em relativos intervalos de tempo suficientes para que dê tempo de localizar o sinal no conversor. Proceda então ao mesmo método de calibração descrito anteriormente. Depois de obter o máximo de sinal passe agora para a parte mais alta da faixa. Avance o variável até 2/3 do seu curso para a direita. Peça ao amigo que coloque o transceptor no canal 60. Ajuste então o trimmer CT2 da osciladora até sintonizar o sinal do transmissor. Obtido o ajuste, peça agora que o transmissor seja colocado no canal 40. Em seguida, vá retornando lentamente o variável para a esquerda até ouvir o sinal no receptor. Retoque o trimmer CT1 da bobina L1, até ouvir o sinal do transmissor.

Repita se desejar, todo o procedimento. Finalmente, faça um teste final, com o amigo falando em diversos canais da faixa e o leitor girando o variável, para localizar os referidos canais.

Aproveitando ainda o transceptor, trace um esboço de escala a cada 5 ou 10 canais para posterior confecção do mostrador.

O leitor estará agora de posse de um conversor para escutar aqueles QSO's na Faixa do Cidadão, restando somente colocá-lo dentro de sua caixa definitiva e dar o acabamento final.

LISTA DE MATERIAL

RESISTORES (Todos de 1/8 Watt)

R1 - 4,7Kohms (amarelo, violeta, vermelho)

R2, R5 - 33 Kohms (laranja, laranja, laranja)

R3, R7 - 560ohms (verde, azul, marrom)

R4, R8 - 1 Kohms (marrom, preto, vermelho) R6 - 5,6Kohms (verde, azul vermelho)

CAPACITORES

C1, C7 - 33pF, tipo Plate ou styroflex

C2, C9 - 56pF, tipo Plate ou styroflex

C3, C4 - 68pF, tipo Plate ou styroflex

C5, C11 - 47pF, tipo Plate ou styroflex

C6, C10 - 10KpF, tipo disco de cerâmica

C8 - 560pF, tipo Plate ou stryoflex.

C12 - 100 KpF, tipo poliéster ou disco de cera-

mica

C13 - 1,8KpF, tipo Plate ou disco de cerâmica

TRANSISTORES

TR1, TR2 - BF494, BF254 ou equivalente

DIVERSOS

L1, L2 - ver texto

L3 - bobina de antena para receptores transistorizados.

Caixa plástica com painel de alumínio medindo 9,8cm x 8,5cm x 4,5cm.

Condensador variável de duas seções para FM tipo PVC.

Antena telescópica para receptor portátil.

Knob para controle do variável.

Plaqueta para circuito impresso medindo 7,7cm x 4,8 cm.

CHI - chave de 1 pólo, duas posições.

CH2 - para uso em opção de auto-rádio-chave de 3 pólos, 2 posições.

Solda, folha de flandres para blindagem, etc.



Para os leitores que estejam "pobres" de instrumentos em sua bancada, uma montagem que é muito mais que um simples provador de continuidade, mas cujo custo é bastante acessível: um multimetro sonoro para medidas de tensão, corrente e resistências além das normais provas de continuidade.

Na bancada, as medidas mais frequentes realizadas por um montador ou reparador de aparelhos eletrônicos são as que envolvem resistências, tensões e correntes.

No caso dos montadores novatos, para os quais os instrumentos de medida comerciais (multímetros), pelo seu custo, estão fora do alcance, costuma-se fazer a sua substituição por um simples provador de continuidade.

Mas, se o multimetro nem sempre é necessário para os montadores menos experientes, em vista de sua precisão e pelo uso mais complexo, o provador de continuidade, pela sua simplicidade e pela capacidade de dar apenas um tipo de indicação é insuficiente.

Assim, neste artigo, o que propomos é um instrumento intermediário, um multímetro sonoro, instrumento de baixo custo que, entretanto além de fazer a prova dos componentes, dá também pelo som emitido uma idéia da corrente, tensão ou resistência apresentada no circuito.

As características apresentadas por este aparelho permitem extender sua utilidade para além da bancada do experimentador eletrônico. Assim é que, possuindo entradas de tensões alternantes ele pode ser usado na comprovação de alimentação de redes, o que significa que ele pode também ser usado por eletricistas, em laboratórios e até mesmo em casa em substituição às velhas lâmpadas de teste neon, ou do rudimentar teste do "dedão" (para os mais corajosos).

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

1) Medidor de resistência (continuidade)
Faixa de medida: 0 a 100K
0 ohms: frequência = 2,8 KHz
1000 ohms: frequência = 2,2 KHz
10K ohms: frequência = 1,2 KHz
100K ohms: frequência = 200 Hz

2) Medidas de tensão contínua (VDC)
Faixa de medida: 0 a 250V
0 V: frequência = 2,8 KHz
10 V: frequência = 3,2 KHz
100 V: frequência = 6,0 KHz
200 V: frequência = 8,5 KHz

3) Medidas de tensão alternada (VAC)
Faixa de medida: 0 a 380 Vrms
0 V: frequência = 2,8 KHz
10 V: frequência = 3,0 KHz
100 V: frequência = 3,5 KHz
200 V: frequência = 4,0 KHz

380 V: frequência = 4,5 KHz
4) Potência de saída (sinal de 1 KHz): 200 mW

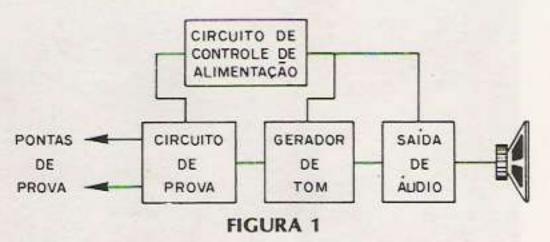
5) Consumo

Pontas de prova em aberto (ausência de sinal no falante) < V 50 nA
Pontas de prova unidas (tom de 2,8 KHz no falante) = 120 mA

A distinção entre a presença de tensão alternada ou tensão contínua em um circuito, dá-se pelo fato de em se tratando de tensão alternada, o tom emitido pelo altofalante ser modulado (60 Hz).

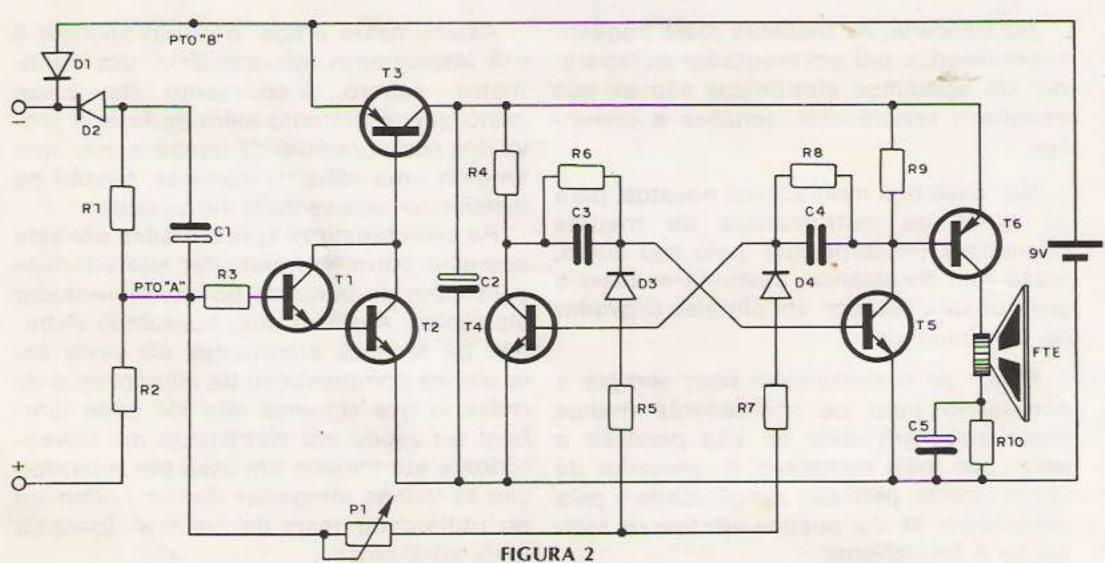
DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

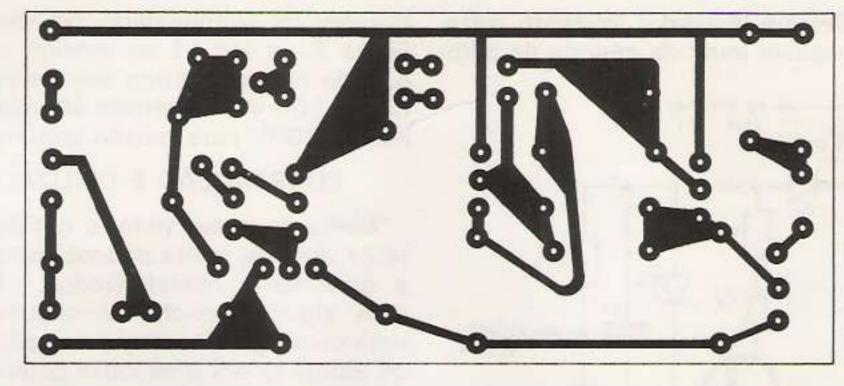
O circuito do medidor de continuidade é bastante simples, utiliza poucos componentes, todos discretos, seu funcionamento é fácil de ser entendido. Visando dar maior clareza a explanação, vamos dividilo em blocos. A figura 1 mostra seu diagrama de blocos.

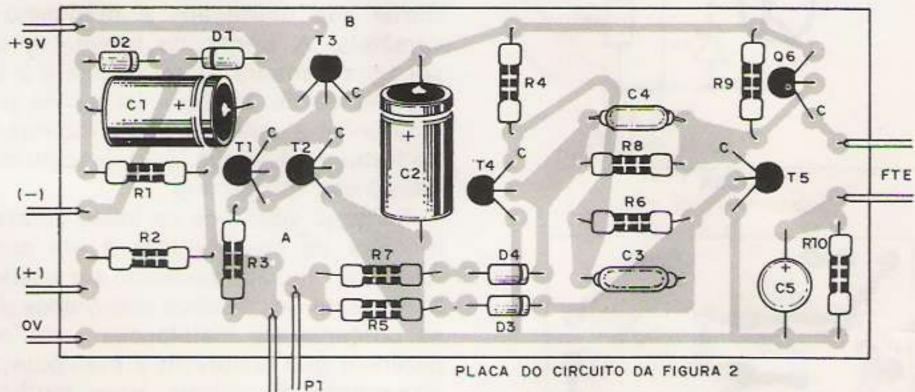


Nota-se que é formado por 4 blocos: circuito de prova, gerador de tom, saída de áudio e circuito de controle de alimentação. Vamos abordar cada um deles separadamente, explicando seu funcionamento e sua ação dentro do esquema geral da figura 2.

O circuito de ponta de prova tem por função reduzir a valores adequados a tensão aplicada nas pontas. Os resistores R1, e R2 formam o divisor resistivo numa relação de redução de 1/11 vezes. O diodo D2 faz a retificação em meia onda, quando a tensão a ser medida for AC e o capacitor C1 compõe o filtro contra zumbido. O diodo D1 é uma proteção contra tensões reversas que possivelmente possam aparecer na ponta de prova (-).







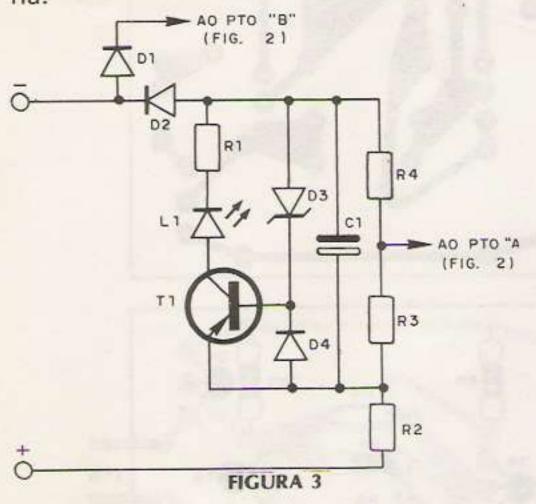
O circuito gerador de tom é formado por T4 e T5 na configuração de um multivibrador astável onde R5. C3 e R7. C4 formam as constantes de tempo que definem a frequência da forma de onda. Os diodos D3 e D4 fazem um bloqueio de CC para não haver uma realimentação indesejável.

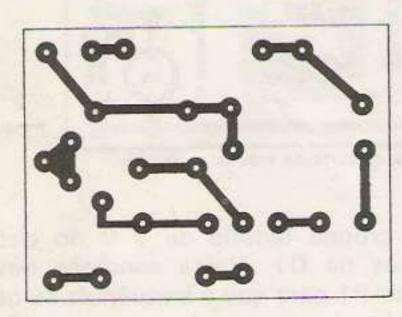
A variação e modulação da frequência do multivibrador se faz alterando-se a tensão de carga e descarga dos capacitores da constante de tempo. Esta alteração é feita através do trimpot P1 a partir do ponto "A" do circuito de ponta de prova. Assim, quanto maior a tensão de prova, maior a diferença de potencial em "A" e mais alta será a frequência de oscilação. Se a tensão presente nas pontas de prova for alternada então a onda gerada pelo multivibrador será modulada em frequência. A componente contínua da forma de onda de entrada, reforçada pelo capacitor de filtro C1 garante a oscilação da fundamental (portadora) e a variação de 60Hz faz a modulação da fundamental.

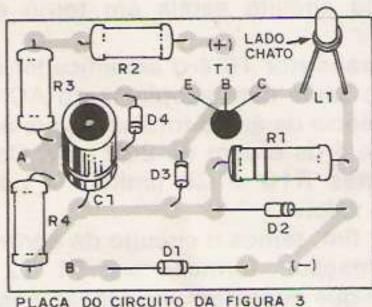
Colocando-se as pontas de prova em curto, a alimentação do circuito de constante de tempo do multivibrador é feita pela própria bateria de 9 V do circuito, através de D1. Nesta condição deve-se ajustar P1 para que a frequência de oscilação do circuito esteja em torno de 2,8 KHz.

O transistor T6 é o amplificador de áudio de saída com acoplamento AC direto. A potência de áudio total entregue ao altofalante é da ordem de 200 mW. Os componentes R10 e C5 limitam a potência neste valor.

Por fim, temos o circuito do controle de alimentação, formado por T1, T2 e T3. Assim que aparecer uma tensão positiva e superior a 1,2 V no ponto "A" em relação ao negativo da bateria de 9 V, os transistores em configuração Darlington T1 e T2, entram em condução, levando consequentemente T3 à saturação. Então toda tensão da bateria é jogada sobre os circuitos do gerador de tom e saída de áudio. Na verdade, este circuito faz uma interrupção da alimentação destes circuitos que consomem muito estando ligados diretamente à bateria. Com o circuito de controle de alimentação eles só são alimentados quando houver necessidade (quando as pontas de prova estiverem testando). Portanto, evitase um desgaste inútil da energia da bateria.







O circuito da figura 3 é o esquema de um circuito de prova um pouco mais elaborado do que aquele utilizado no esquema da figura 2. Aqui, existe um circuito que indica sobre-tensão, isto é tensão além do especificado, presente na ponta de prova. Quando se está testando altas tensões, geralmente acima de 220 V, não é aconselhável deixar as pontas de prova conectadas ao circuito sob teste, durante mais do que 10 segundos. Isto poderia danificar alguns componentes internos do

testador de continuidade. No circuito da figura 3, o led L1 se acende indicando quando está ocorrendo sobre-tensão (acima de 300 V para tensão alternada e acima de 200V para tensão contínua).

CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO

Como pode ser visto, o circuito é bastante simples, utiliza poucos componentes e geralmente miniaturizados. Portanto, com algum capricho consegue-se fazer uma montagem bastante compacta, a fim de abrigá-lo em uma caixa pequena, para tornar sua utilização e manuseio mais versáteis. A ponta de prova (+) deverá ser uma ponteira metálica fixa e a (-) um rabicho de fio com um jacaré na ponta.

O único ajuste que o circuito requer é o do trimpot P1, o que já foi descrito no ítem "descrição do circuito".

Como já dissemos no início do artigo, o medidor de continuidade é um aparelho bastante versátil, podendo ser usado tanto no teste de circuitos eletrônicos de baixa potência até instalações elétricas de potência que envolvem a manipulação de alta-tensão. É sempre bom lembrar da recomendação de não deixar as pontas de prova conectadas por mais de 10 segundos em circuitos de alta tensão.

Uma outra possibilidade do "medidor de continuidade" é o de deteção de fase em instalações elétricas de tensão alternada. Para isto, deve-se segurar o jacaré da ponta de prova (-) e com a ponta (+) pesquisar o fio fase. Ele será identificado quando surgir som no alto-falante.

Para medir resistências basta encostar as pontas de prova nos extremos do circuito, e de acordo com a frequência do som emitido ter-se uma idéia de seu valor. Se tiver dificuldades em perceber exatamente qual é a tonalidade do som emitido, podese fazer a prova por comparação, bastando então ter resistências de valores padronizados para ao mesmo tempo verificar o som emitido.

Componentes como transformadores, bobinas, podem também ter seus enrolamentos analisados com este multímetro sonoro. Lembramos aqui que a indicação de resistência que se tem na prova de continuidade do enrolamento de um transformador refere-se a sua resistência ôhmica e não à impedância.

Provas de junções de diodos e transisto- sentido, deve haver continuidade e inverdiodos, com a corrente circulando num

res também podem ser feitas na verifica- tendo-se as pontas de prova, a resistência ção do estado destes componentes. Nos deve ser muito elevada, para o componente em bom estado.

LISTA DE MATERIAL

1) Referente ao circuito apresentado na fig. 2

R1 - 1,2 Kohms - 1 W

R2 - 10 Kohms - 5 W

R3 - 220 Kohms - 1/4 W

R4 - 220 ohms - 1/2 W

R5 - 1 Kohms - 1/4 W

R6 - 10 Kohms - 1/4 W

R7 - 3.9 Kohms - 1/4 W

R8 - 10 Kohms - 1/4 W

R9 - 220 ohms - 1/2 W

R10 - 47 ohms - 1 W

C1 - 100µF / 25 V eletrolítico

C2 - 100µF / 9 V eletrolítico

C3, C4 - 0,047µF poliéster metalizado

C5 - 10µF / 9 V eletrolítico

D1.D2 - 1N4005

D3. D4 - 1N914

T1, T2, T4, T5 - PE 108 A ou BC 548 A

T3. T6 - PB 6013 ou BC 658

P1 - trimpot - 22 K ohms

FTE - falante - 8 ohms/400 mW

2) Referente ao circuito apresentado na fig. 3

R1 - 2,2 Kohms - 1 W

R2 - 4.7 Kohms - 10 W

R3 - 1.2 Kohms - 5 W

R4 - 470 ohms - 5 W

C1 - 25µF / 60 V eletrolítico

D1. D2 - 1N4005

D3 - Zener 40 V

D4 - 1N914

T1 - PB 6013 ou BC 658

L1 - Led - FLV 110





AUDIO: conheça e construa DIVISORES DE FREQUÊNCIAS



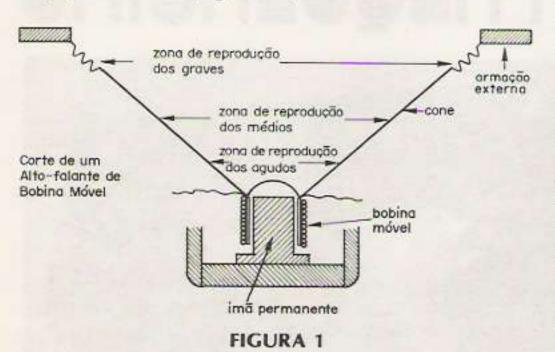
Newton C. Braga

1º PARTE

Cada alto-falante de um sistema de alta fidelidade só pode reproduzir apropriadamente uma faixa limitada de frequências do espectro audível. Para garantir então seu perfeito funcionamento é preciso separar o sinal do amplificador, que cobre toda a faixa, de modo que cada alto-falante receba apenas a energia das frequências em que ele possa converter perfeitamente em som. São então intercalados entre os amplificadores e as caixas acústicas circuitos denominados "divisores de frequências" que têm por finalidade fazer a separação dos sinais de acordo com as características dos alto-falantes e com isso obter-se máximo rendimento sonoro tanto no referente à potência como à qualidade. Neste artigo fazemos considerações sobre o funcionamento desses divisores, analisando sua importância, seu funcionamento e ensinando os leitores como projetar e construir seus próprios divisores como características que não só estejam de acordo com o exigido pelos seus equipamentos como também com seu ouvido exigente.

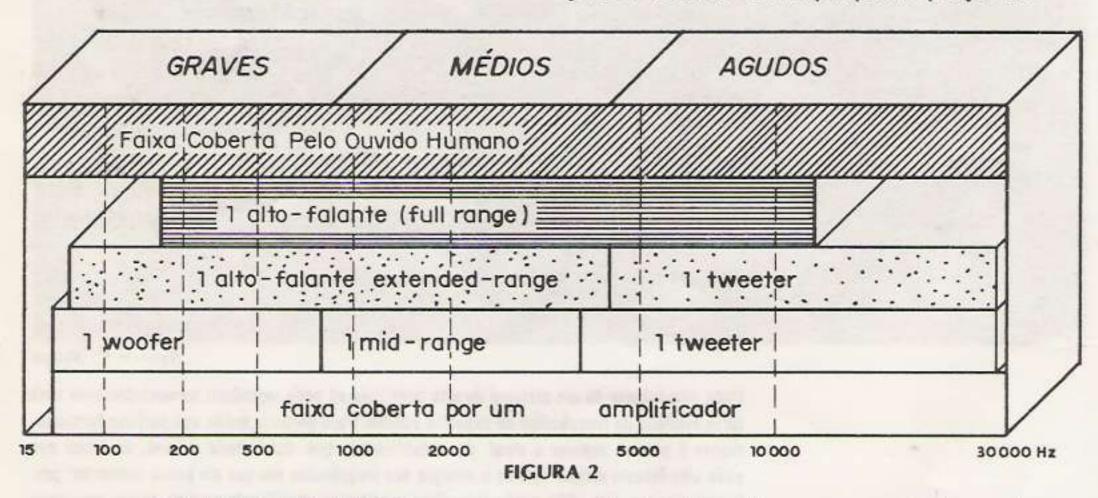
A faixa de frequências que um altofalante pode reproduzir é limitada pela sua própria construção mecânica. A inércia apresentada pelas suas partes móveis, a resistência do ar, a sua superfície de contacto com o mesmo determinam que cada alto-falante só pode converter em som sinais elétricos de determinada faixa de frequências. Infelizmente, por mais que os fabricantes se esforcem é muito difícil obter-se um alto-falante do tipo convencional de bobina móvel (figura 1) capaz de reproduzir todo o espectro audível. É claro que existem alto-falantes que, com razoável qualidade podem reproduzir uma boa parte desse espectro, e esses alto-falantes podem ser usados sozinhos quando se pretende satisfazer um ouvido não muito exigente.

Para ouvidos mais exigentes, um bom sistema de som não pode ser composto de um único alto-falante, mas sim de diversos alto-falantes capazes de cada um cobrir da melhor maneira possível apenas uma parcela do espectro audível e com isso garantir uma distribuição de tarefas que melhora a qualidade do som e permite um melhor aproveitamento da potência do equipamento (figura 2).



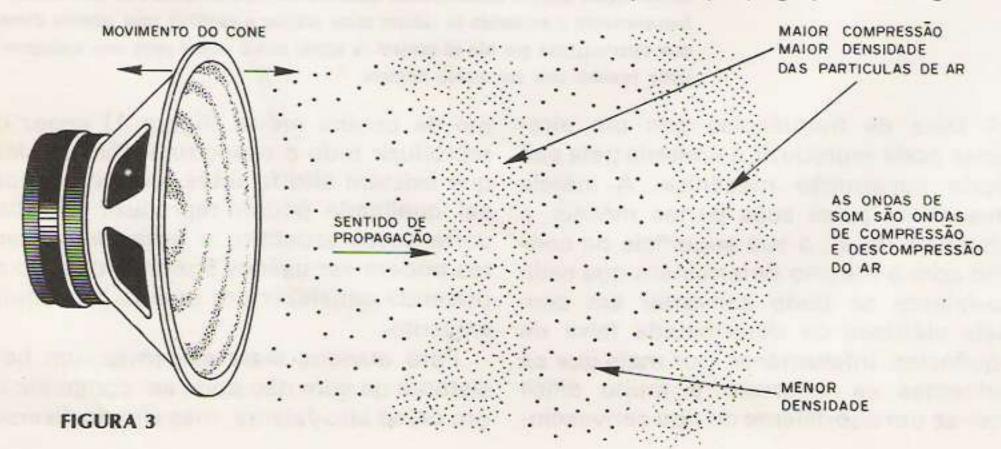
Neste artigo falaremos dos circuitos que garantem o perfeito funcionamento de cada alto-falante num sistema desse tipo. Falaremos dos circuitos que são responsáveis pela separação do sinal do amplificador em partes que combinem com as características de cada alto-falante usado, ou seja, os FILTROS DIVISORES DE FREQUÊNCIAS.

Como para falar dos divisores de frequências temos obrigatoriamente que citar os alto-falantes e suas características; é muito importante iniciarmos nossas explicações pelos alto-falantes. Com isso não só facilitaremos o entendimento de nossos leitores como também ajudaremos os mesmos a fazerem uma correta escolha desses transdutores no momento que desejarem realizar seus próprios projetos.



OS ALTO-FALANTES

Podemos definir um alto-falante como um transdutor elétro-acústico. De maneira mais simples, dizemos que trata-se de um dispositivo que converte energia elétrica (vinda do amplificador) em energia acústica (som) que se propaga pelo ar. (figura 3)



Nos sons que podemos ouvir é importante observar duas características que serão com bastante frequência citadas nas nossas explicações e que de modo algum

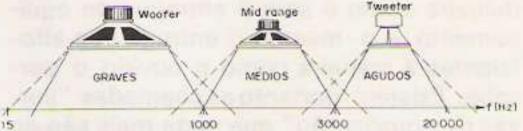
não devem ser confundidas.

A primeira é a ALTURA do som, que é a característica que nos permite diferenciar os sons graves dos agudos. Essa característica deve-se ao número de vibrações que o som contém, ou seja, o número de vibrações que se produz em cada segundo.

O número de vibrações em cada segundo que um corpo produz quando emite um som (o cone de um alto-falante, por exemplo) é medido em Hertz ou abreviadamente Hz.

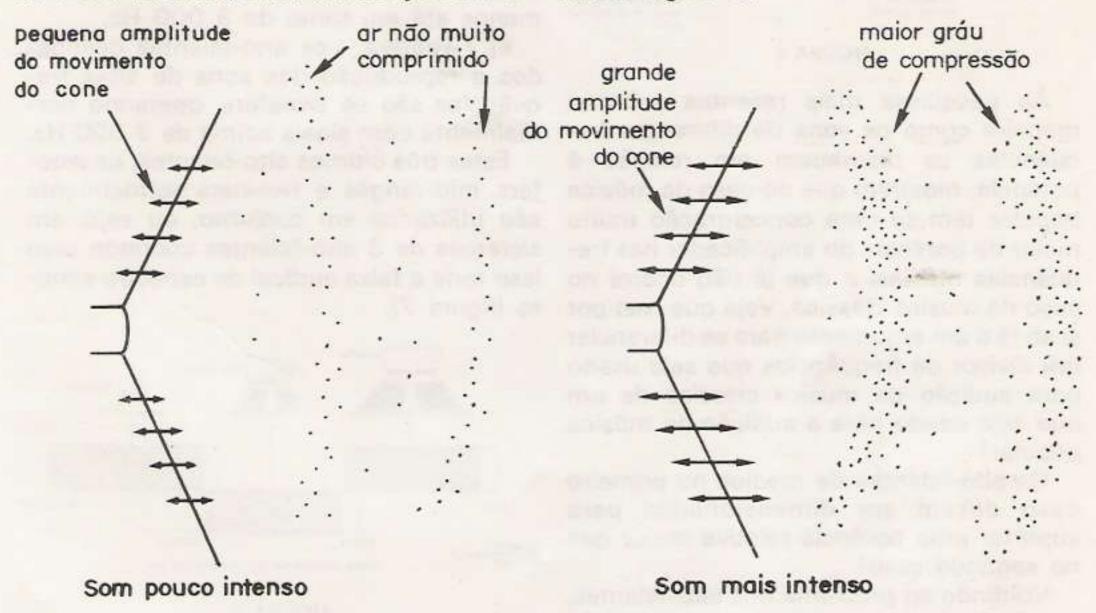
O nosso ouvido pode ouvir sons na faixa de frequências que vai aproximadamente dos 15Hz aos 15 000 Hz, e nesta faixa, fazemos divisões que correspondem justamente à altura dos sons, obtendo-se então 3 denominações especiais: os sons graves cujas frequências são compreendidas entre 15 e 600Hz; os sons médios, cujas frequências estão entre 600 e 3 000 Hz e os sons agudos cujas frequências estão acima de 3 000 Hz.

Se bem que normalmente nos sistemas de 3 alto-falantes, cada um esteja destinado a reprodução de uma dessas faixas, os pontos exatos em que deixa de operar para começar o outro pode variar bastante, devendo-se para esta finalidade sempre realizar-se uma consulta ao manual de características fornecido pelo fabricante do alto-falante. (figura 4)



Faixas de operação de diversos alto-falontes

A segunda característica importante de um som é a sua INTENSIDADE, ou seja, a força com que o som é reproduzido, a qual é devida à potência do amplificador o qual fornecendo mais energia ao alto-falante pode provocar deslocamento maiores de seu cone. Consequentemente, as ondas de comprensão e descompressão do ar têm maior amplitude. Em suma, a potência de um amplificador determina a amplitude da onda sonora, o que está relacionado com a intensidade do som. Um som alto pode ter pequena intensidade, do mesmo modo que um som baixo pode ter grande intensidade! Uma coisa nada tem a ver com outra. (figura 5)



A diferença de intensidade está no gráu de compressão dado pelo alto-falante ao ar. FIGURA 5

total de um amplificador entregue a um sons audíveis. Existe sons de determinadas sistema de alto-falantes não se distribui frequências que são reproduzidos com

É importante observar que a potência de maneira uniforme por toda a faixa de

maior intensidade, enquanto que outros são reproduzidos com menor intensidade. Como a sensibilidade de nosso ouvido para todas as frequências não é a mesma, normalmente procura-se na realização de uma gravação, no projeto das características de um amplificador, "adaptar" a maneira como o som é entregue ao equipamento e o mesmo o entrega aos altofalantes à maneira como o ouvido o percebe. Existem portanto as chamadas "curvas de equalização" que nada mais são do que uma representação gráfica de "como" a intensidade sonora de uma gravação, de um equipamento ou de um programa se adaptam às características de nosso ouvido, em cada frequência. (figura 6)

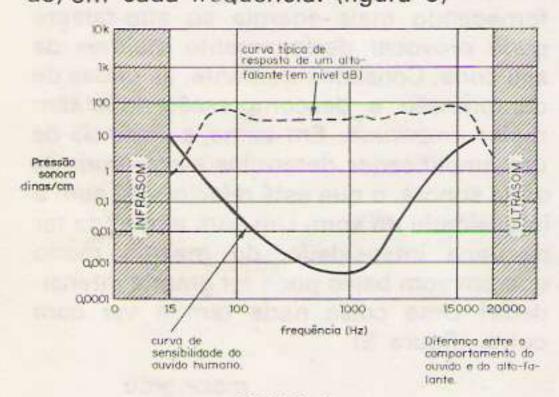


FIGURA 6

As pesquisas mais recentes sobre a maneira como os sons de diferentes frequências se distribuem em relação à potência, mostram que no caso da música popular tem-se uma concentração muito maior da potência do amplificador nas frequências médias, o que já não ocorre no caso da música clássica. Veja que isso por si só já é um argumento para se diferenciar um divisor de frequências que seja usado para audição de música clássica de um que seja usado para a audição de música popular!

Os alto-falantes de médios no primeiro caso devem ser dimensionados para suportar uma potência relativa maior que no segundo caso!

Voltando ao problema dos alto-falantes, vemos então que podemos fazer uma distinção dos mesmos em relação à faixa de frequências que eles podem reproduzir. Analisemos então os alto-falantes existentes: a) Full-range - O full-range é um altofalante que, da melhor maneira possível, procura reproduzir a maior parcela da faixa de sons audíveis de modo a poder ser sozinho usado num sistema de alta-fidelidade.

É claro que, este tipo de alto-falante é utilizado nos sistemas de som mais econômicos.

- b) Extended range Este alto-falante destina-se à reprodução dos sons graves e médios, devendo portanto ser utilizado em conjunto com um alto-falante de agudos para dar cobertura a toda faixa. Nos casos de sistemas econômicos, este alto-falante pode ser satisfatório também no caso da reprodução de agudos, sendo então eliminado o alto-falante adicional.
- c) Woofers Estes são os alto-falantes destinados à reprodução das frequências baixas, ou seja, os graves, normalmente operando entre os limite inferior da faixa audível e em torno de 1 000 Hz.
- d) Mid-ranges os mid-ranges são os alto-falantes de médios, sendo também chamado de squawkers. Destinam-se portanto à reprodução da faixa intermediária de frequências do espectro audível, ou seja, os sons entre 1 000 Hz ou pouco menos até em torno de 3 000 Hz.
- e) Tweeters os alto-falantes destinados a reprodução dos sons de altas frequências são os tweeters, operando normalmente com sinais acima de 3 000 Hz.

Estes três últimos alto-falantes, os woofers, mid-ranges e tweeters normalmente são utilizados em conjunto, ou seja, em sistemas de 3 alto-falantes cobrindo com isso toda a faixa audível do espectro sonoro (figura 7).

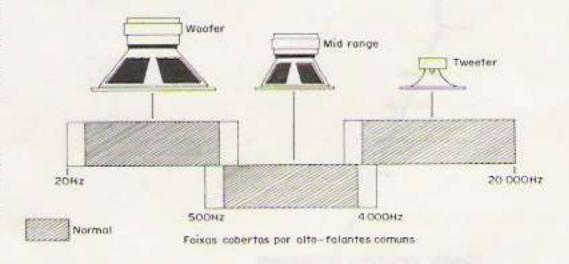
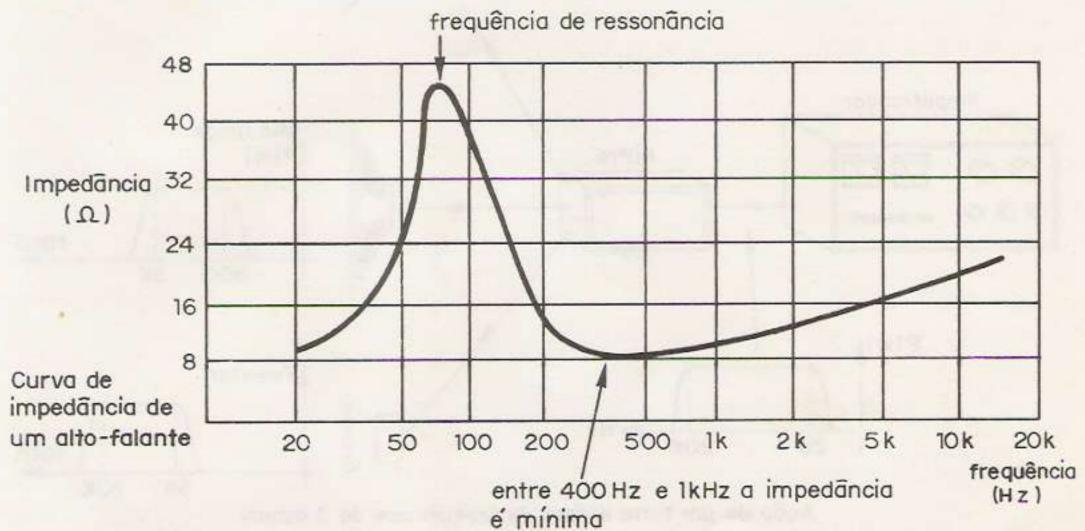


FIGURA 7

Nos alto-falantes além da faixa de frequências que pode ser reproduzida duas outras características adicionais devem ser observadas na sua utilização. A primeira refere-se à sua impedância, ou seja, à maneira segundo a qual o sinal do amplificador deve ser entregue ao mesmo para haver uma perfeita conversão de energia elétrica em energia acústica. Mesmo que a impedância de um alto-falante

não possa ser considerada constante em toda faixa audível, o valor expresso normalmente para uma frequência de 1 000 Hz é suficiente para se poder prever se ele poderá ou não ser usado em conjunto com determinado amplificador. (figura 8)

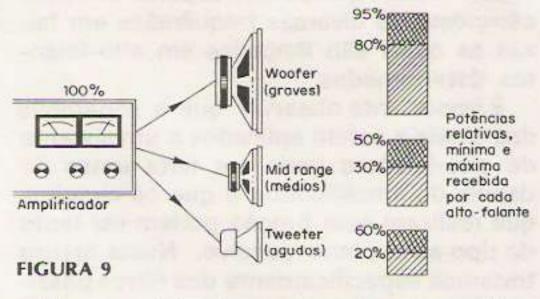


As impedâncias dos alto-falantes são mínimas entre 400Hz e 1000Hz, sendo dados esses valôres

FIGURA 8

A impedância de um alto-falante é expressa em ohms.

A segunda refere-se à potência do altofalante que deve ser sempre igual ou superior a fornecida pelo amplificador.



Um amplificador entrega a um altofalante um sinal elétrico o qual deve ser
convertido em energia acústica. Esse sinal
possui determinada intensidade a qual
deve ser suportada pelo alto-falante. Se o
alto-falante receber um sinal de intensidade maior do que a que puder suportar
ocorrem danos à sua estrutura. Lembramos é claro que, quando num sistema de
som são usados diversos alto-falantes
reproduzindo diferentes parcelas do
espectro audível, a potência fica dividida,

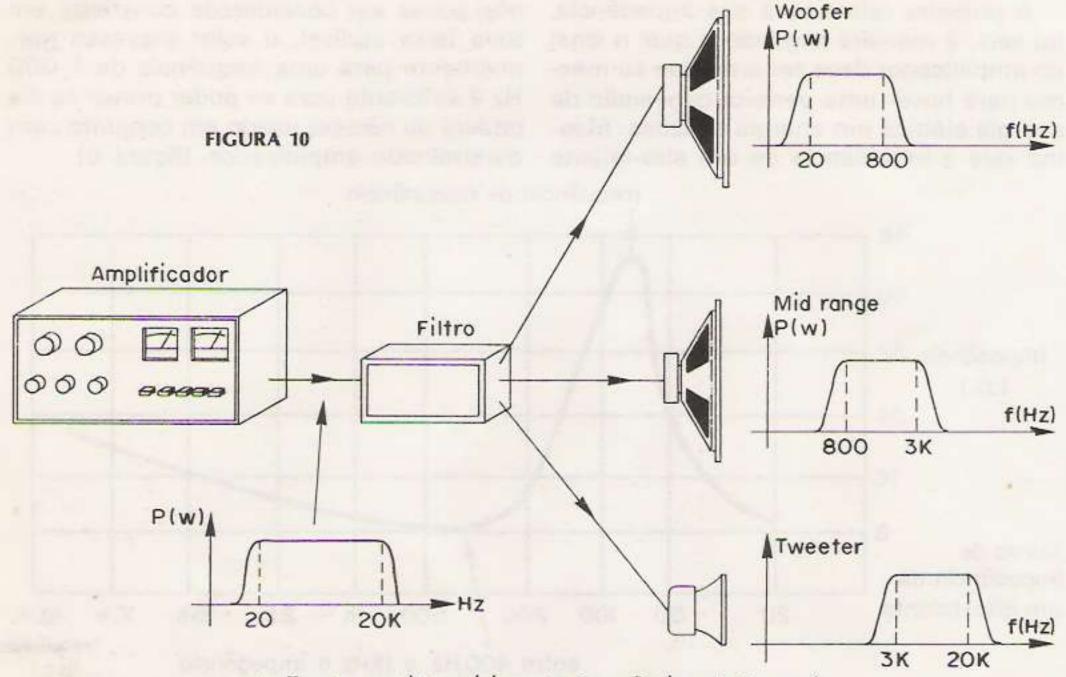
de modo que os alto-falantes usados não precisam necessariamente ser capazes de suportar a potência nominal do amplificador (figura 9).

OS FILTROS DIVISORES

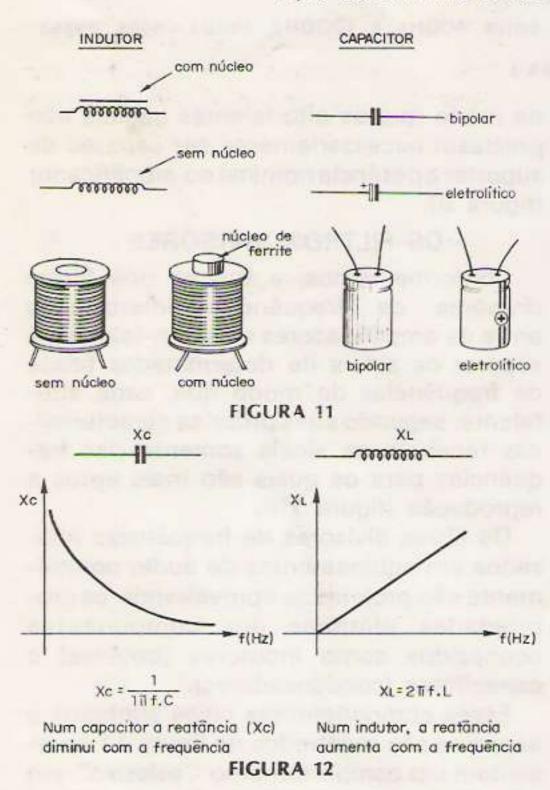
Conforme vimos, a função dos filtros divisores de frequências intercalados entre os amplificadores e os alto-falantes é separar os sinais de determinadas faixas de frequências de modo que, cada alto-falante, segundo suas próprias características recebam os sinais somente das frequências para os quais são mais aptos a reprodução (figura 10).

Os filtros divisores de frequências utilizados em equipamentos de áudio normalmente são projetados aproveitando as propriedades elétricas dos componentes conhecidos como indutores (bobinas) e capacitores (condensadores).

Esses componentntes cujos símbolos e aspectos são mostrados na figura 11 apresentam um comportamento "seletivo" em relação à corrente alternada que lhes é aplicada, ou seja, a corrente que normalmente deve converter-se em som quando aplicada a um alto-falante.



Ação de um filtro divisor de frequências de 3 canais



Enquanto os capacitores caracterizamse por facilitarem a passagem dos sinais de altas frequências (agudos) e dificultar a passagem dos sinais de baixas frequências (graves) os indutores facilitamn a passagem dos sinais de baixas frequências e dificultam a passagem dos sinais de altas frequências. (figura 12)

Combinando esses dois componentes podem ser construídos filtros seletivos, ou seja, circuitos que podem separar um sinal composto de diversas frequências em faixas as quais são lançadas em alto-falantes determinados.

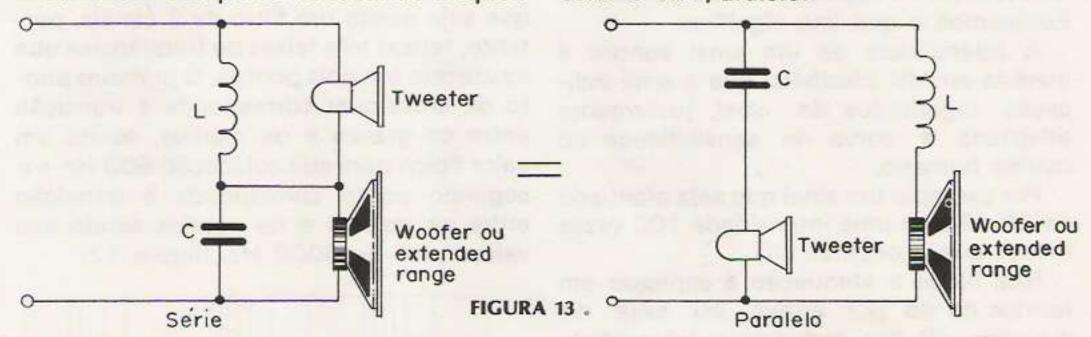
É importante observar que a separação dos sinais a serem aplicados a um sistema de alto-falantes pode ser feita antes ou depois do amplificador, e que os circuitos que realizam esta função podem ser tanto do tipo ativo como passivo. Neste artigo tratamos especificamente dos filtros passivos (que utilizam indutores, capacitores e eventualmente resistores) e que são ligados entre os amplificadores e os altofalantes.

Na prática o filtro mais utilizado é do tipo de rede de resistência constante o qual apresenta a propriedade de manter constante a impedância do conjunto em toda a faixa de frequências de operação. Veja que esta característica é em especial muito importante se considerarmos que os capacitores e os indutores que normal-

mente seriam utilizados num filtro convencional do tipo passa-baixas ou passa-altas têm uma impedância que depende da frequência do sinal, segundo os gráficos que já vimos na figura 12.

A utilização conjunta desses dois componentes num filtro de resistência constante permite que a impedância seja a mesma em boa parte da faixa de frequências em que ele é utilizado, não oferecendo problemas de sobre-carga ao amplificador e permitindo uma distribuição uniforme de potência pela faixa, a qual dependerá somente das características para o qual o circuito foi projetado.

Na figura 13 temos duas configurações possíveis para um filtro deste tipo: em série e em paralelo.

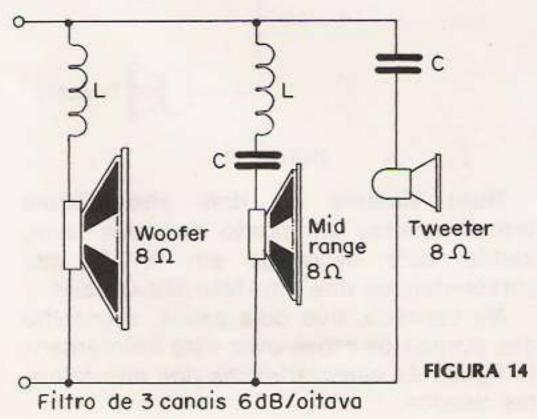


Observe que os capacitores no filtro em paralelo são ligados em paralelo com o alto-falante de graves e no filtro em série são ligados em série com o alto-falante de agudos.

O indutor no filtro em paralelo é ligado em paralelo com o tweeter e no filtro em série, em série com o woofer.

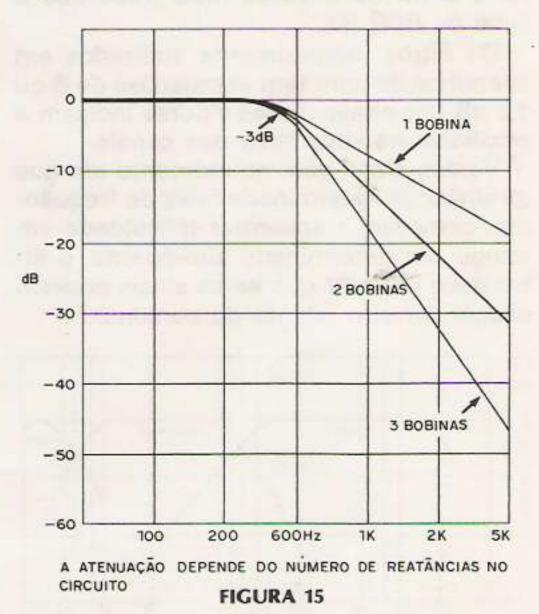
No projeto de um filtro deve-se considerar a atenuação que o mesmo oferece para sinais que não correspondam ao altofalante ligado e o número de canais em que deve ser feita a divisão de frequências.

Normalmente são utilizados filtros de dois e de três canais, sendo os primeiros usados no caso de dois alto-falantes, um extended range ou squawker e um tweeter, e os segundos usados no caso de três alto-falantes: um woofer, um mid-range e um tweeter (figura 14).



A atenuação dos filtros expressa a maneira como cada secção do mesmo rejeita os sinais que não correspondam ao alto-falante ligado.

Num filtro em que um woofer deva receber sinais abaixo de 600 Hz, por exemplo, o corte das frequências acima de 600 Hz nem é total e nem constante.



O que ocorre é que a partir dos 600 Hz as frequências que aparecem no woofer tem sua intensidade reduzida gradativamente até o ponto de não poderem ser percebidas. Traçando então um gráfico que nos mostre a maneira como o sinal é entregue ao alto-falante com um filtro desse tipo, vemos que a partir dos 600 Hz há uma redução gradativa do mesmo indicada por uma curva suave para baixo da resposta do mesmo (figura 15).

A inclinação desta curva para baixo indica a atenuação do filtro, e esta grandeza normalmente é expressa em dB por oitava. Explicamos o que isto significa:

A intensidade de um sinal sonoro é medida em dB (decibéis) que é uma indicação logarítmica de nível, justamente adaptada à curva de sensibilidade do ouvido humano.

Por exemplo um sinal que seja atenuado de 20 dB tem uma intensidade 100 vezes menor que a original.

Nos filtros a atenuação é expressa em termos de dB por oitava, ou seja de quantos dB fica reduzida a intensidade do silnal a partir do momento em que o filtro entra em ação até 1/8 do dobro da frequência do mesmo. Por exemplo, um filtro de 3 dB por oitava que opere a partir de 800 Hz, permite que seja obtida uma redução de 3 dB na intensidade do sinal entre 800 Hz e 880 Hz, ou seja, o sinal de 880 Hz é 3 dB ou 2 vezes mais fraco que o sinal de 800 Hz.

Os filtros normalmente utilizados em aparelhos de som tem atenuações de 6 ou 12 dB por oitava. Esses valores indicam a eficiência na separação dos canais.

Vemos ainda que, no momento em que os sinais de determinada faixa de frequências começam a encontrar dificuldade em atingir um determinado alto-falante, o filtro deve permitir que estes sinais possam chegar a outro falante do conjunto.

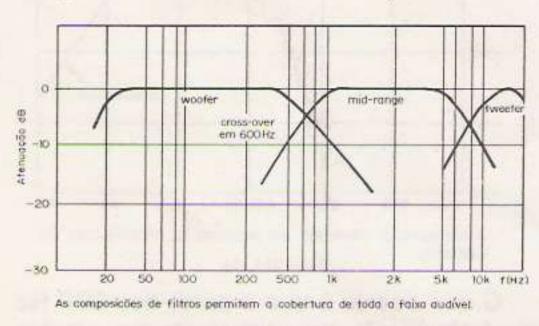


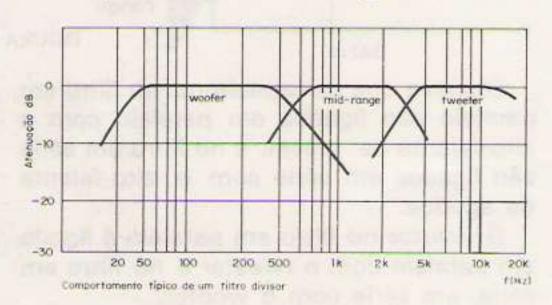
FIGURA 16

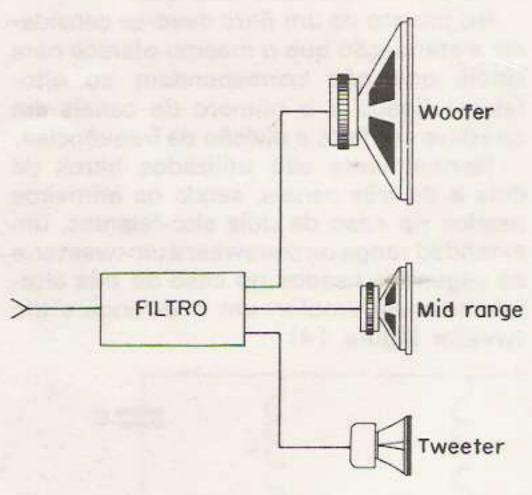
Este outro ramo do filtro deve então apresentar uma curva ascendente que cru-

ze com a curva descendente do primeiro alto-falante de modo que toda a faixa de frequências seja coberta. (figura 16)

O ponto de cruzamento (cross-over) é de grande importância no projeto de um divisor de frequências já que é em sua função que são determinados os valores dos componentes usados.

Num sistema de três alto-falantes em que seja usado um filtro de 3 canais, portanto, temos três faixas de frequências que se cruzam em dois pontos. O primeiro ponto de cross-over corresponde à transição entre os graves e os médios, sendo um valor típico para sua colocação 600 Hz, e o segundo ponto corresponde a transição entre os médios e os agudos sendo seu valor típico de 3000 Hz. (figura 17)





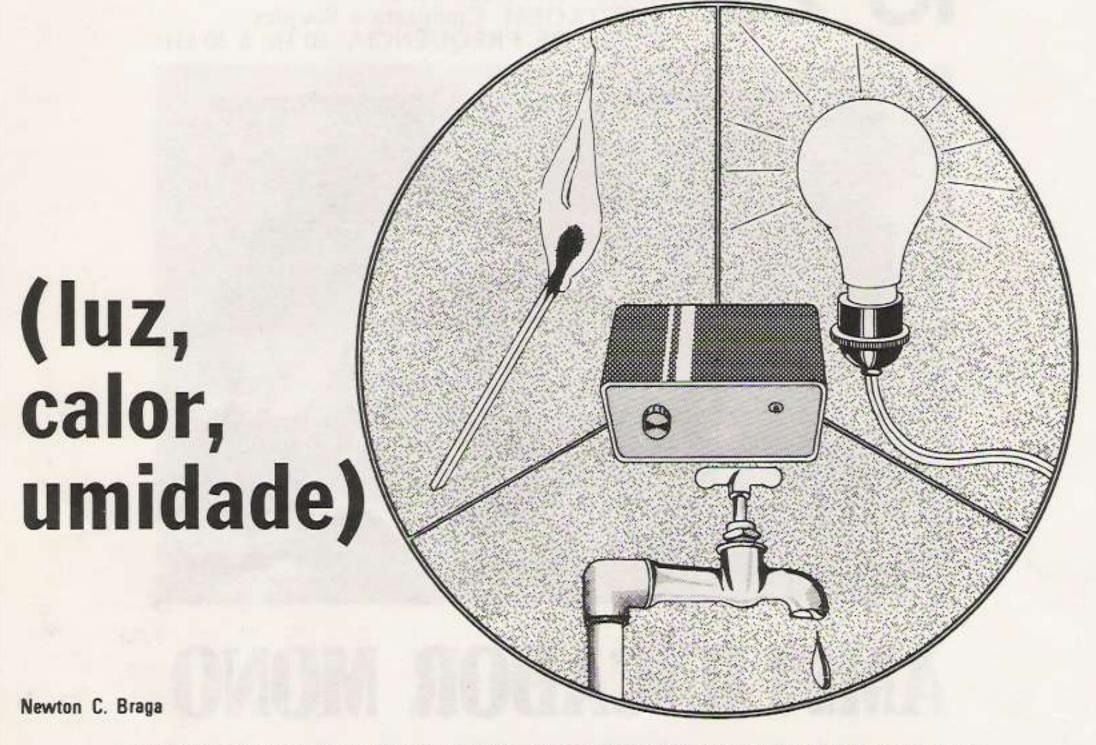
Num sistema de dois alto-falantes temos apenas um ponto de cross-over, sendo este escolhido em função das

FIGURA 17

Na verdade, nos dois casos, a escolha dos pontos de cross-over está intimamente ligada às características dos alto-falantes usados.

características dos alto-falantes usados.

RELÊ ELETRÔNICO MULTI-ACIONÁVEL



Partindo deste circuito simples porém de grande sensibilidade você pode montar sistemas sensíveis à luz, calor ou umidade. As aplicações práticas que podem ser dadas a tal sistema são infindáveis bastando citar os casos de alarmes anti-roubo, antiincêndios e até mesmo de aviso de chuva ou vazamentos.

O que descrevemos neste artigo é um circuito muito sensível que pode disparar um relê e consequentemente qualquer circuito de carga a partir do sinal fornecido por um transdutor de luz, calor ou umidade.

Conforme o transdutor usado teremos então a possibilidade de acionamento por um dos elementos citados sendo ainda fornecida a opção do acionamento ser positivo ou negativo, ou seja, do alarme ser disparado na presença ou na ausência do elemento que atua sobre o transdutor.

Em outras palavras, isso significa que no caso do alarme de luz podemos fazer o relê ser acionado quando um feixe de luz incidir no elemento sensível na primeira opção, ou ser acionado quando o feixe de luz incidente ser cortado (figura 1).

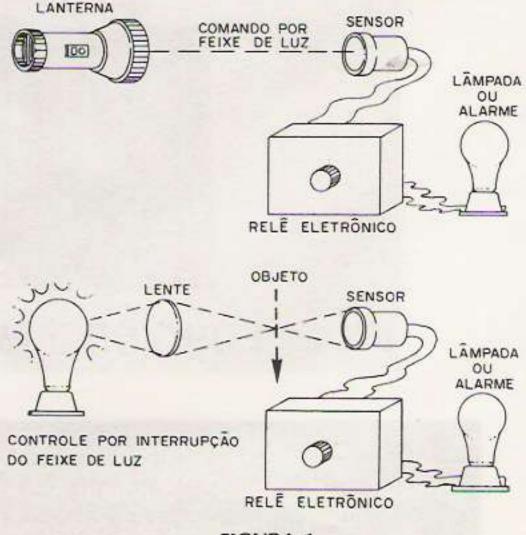


FIGURA 1

Para o caso da umidade podemos fazer um alarme soar quando a umidade aumentar, na primeira opção, ou então quando a umidade diminuir, na segunda opção.

Veja o leitor que pela simplicidade, versatilidade e economia, um único circuito pode facilmente ser feito para funcionar com transdutores sensíveis a qualquer dos três elementos, constituindo-se assim num ótimo detector para uso geral numa oficina ou mesmo para demonstrações em cursos técnicos.

A montagem deste sensor, como sempre é simples e acessível não oferecendo dificuldades aos que possuam um mínimo conhecimento de manejo de ferramentas e bom senso para saber seguir as instruções que damos.

COMO FUNCIONA

Se queremos acionar um relê comum a partir do sinal gerado por algum dispositivo sensível à luz, temperatura ou umidade precisamos de três elementos importantes: o transdutor capaz de converter luz calor ou umidade em eletricidade; um circuito sensível capaz de amplificar a eletricidade deste transdutor que normalmente é extremamente fraca e finalmente um relê comum que possa ser usado no acionamento de qualquer dispositivo externo como um alarme, um motor ou uma lâmpada.

A figura 2 mostra o que dizemos através de um diagrama de blocos por onde começamos a análise do nosso circuito.



FIGURA 2

O primeiro bloco representa o transdutor, ou seja, o dispositivo capaz de transformar luz, calor ou umidade em eletricidade ou variações elétricas que possam ser usadas por circuitos eletrônicos.

É claro que, para cada um dos elementos que nos propomos usar neste circuito existe um transdutor próprio.

Para a luz, por exemplo é utilizado um uma resistência con LDR (Light Dependent Resistor) ou seja de temperatura cujo "um resistor cuja resistência depende da trado na figura 4. luz".



FIGURA 3

Na figura 3 temos o aspecto típico de um LDR. Este dispositivo se caracteriza por apresentar uma resistência muito alta quando no escuro de modo que a corrente que nele circula seja muito fraca, e uma resistência muito baixa quando submetido à luz. Para os tipos normais existentes no comércio, a resistência no escuro pode chegar a mais de 1000 000 ohms enquanto que no claro seu valor cai a menos de 1000 ohms, ou seja, permitem uma variação de 1: 1000 na sua resistência.

Para o calor é utilizado um NTC, ou seja, uma resistência com coeficiente negativo de temperatura cujo aspecto típico é mostrado na figura 4.

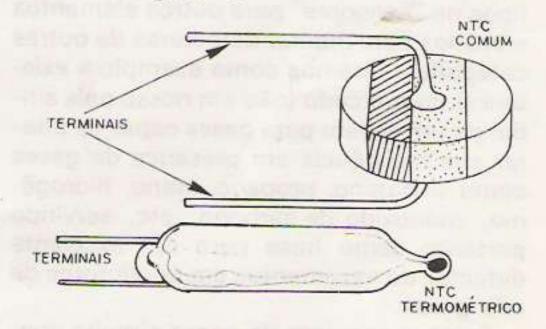


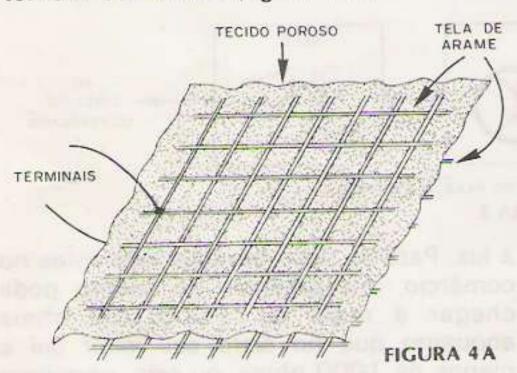
FIGURA 4

Este componente caracteriza-se por ter sua resistência diminuída quando a temperatura aumenta.

Os NTC são encontrados com diversos valores de resistências os quais são sem-

pre especificados para 20°C. Isso significa que um NTC cujas cores sejam laranja, verde e amarelo (como no código de cores para resistores) a sua resistência será de 350k ohms para uma temperatura de 20°C.

Como sensor para umidade pode ser usado um transdutor caseiro que consiste simplesmente em dois eletrodos os quais são conectados por exemplo as duas telas de arame separadas por um pedaço de tecido. A resistência encontrada entre os eletrodos depende do gráu de umidade do tecido com o qual as telas estão em contacto. Essa resistência diminui à medida que a umidade aumenta em vista da existência de sais minerais na mesma que a tornam condutora (figura 4A).



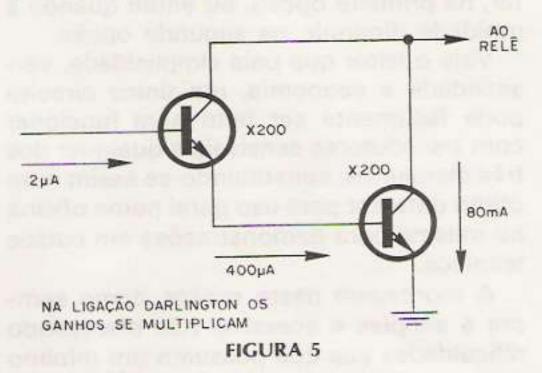
Usando o sensor num vaso de planta para "sentir" a umidade do solo, a resistência encontrada entre os eletrodos depende da sua umidade, aumentando a medida que o mesmo se tornar mais seco.

É claro que o leitor pode imaginar outros tipos de "sensores" para outros elementos e usá-los para montar detectores de outras categorias. Citamos como exemplo a existência no mercado (não em nosso país ainda) de um sensor para gases capaz de alterar sua resistência em presença de gases como o butano, propano, etano, hidrogênio, monóxido de carbono, etc, servindo portanto como base para um excelente detector de vazamentos em condutores de tais gases.

A etapa seguinte de nosso circuito consiste num amplificador com dois transistores capaz de a partir da pequena corrente que os transdutores fornecem, poder disparar um relê comum.

São usados dois transistores num acoplamento direto, conforme mostra a figura

5, com a finalidade de multiplicar os ganhos dos mesmos.



Isso significa que se usarmos dois transistores com ganho 200, teremos para um circuito um ganho total de 40 000 vezes!

Veja que a corrente do transdutor aplicada à primeira base do transistor é amplificada um número de vezes igual ao correspondente ao ganho deste transistor. A corrente amplificada que aparece no emissor do primeiro transistor é então enviada à base do segundo transistor onde é também amplificada da mesma maneira. Agora, a corrente será retirada do coletor deste transistor para o relê.

O relê que consiste na última etapa deste aparelho deve ser de um tipo que possa ser acionado pela corrente do segundo transistor.

Podem ser usados normalmente relês que operem com correntes de 10mA até 50 mA, sendo a sua tensão, função da tensão de alimentação que será usada para o aparelho.

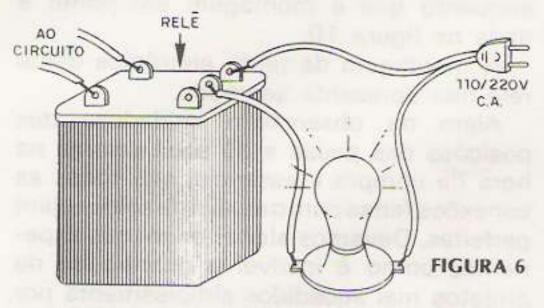
É claro que o leitor deve ter em conta que, quando um relê é especificado para operar com 9V isso não significa que esta deve ser obrigatoriamente a tensão de alimentação do aparelho.

O importante para um relê é apenas que circule por sua bobina a corrente necessária ao fechamento dos seus contactos e isso só acontece com uma tensão mínima a qual é justamente a especificada pelo fabricante.

Deve portanto o leitor ao alimentar o aparelho com 6V usar um relê de 6V ou menos, e quando usar 9V de alimentação usar um relê de 9V ou menos.

Na figura 6 mostramos o aspecto de um relê comum com a maneira de se fazer sua

conexão a um circuito de controle, uma lâmpada, um motor ou um alarme.



Deve-se sempre tomar cuidado para que a corrente usada pelo circuito controlado ser menor que a máxima corrente que possa ser suportada pelos contactos do relê. Na rêde de 110V cada 100W corresponde a aproximadamente 1A, enquanto que na rêde de 220V cada 200 W corresponde a aproximadamente 1A.

Não confunda a corrente de disparo do relê que é uma, com a corrente máxima nos contactos que é outra.

MONTAGEM

Nossa sugestão para a montagem deste relê eletrônico é mostrada na figura 7. Uma única caixa para qualquer um dos três casos: luz, calor, ou umidade, sendo o cabo de conexão ao transdutor conectado em dois bornes escolhidos conforme seja desejado o acionamento positivo ou nega-

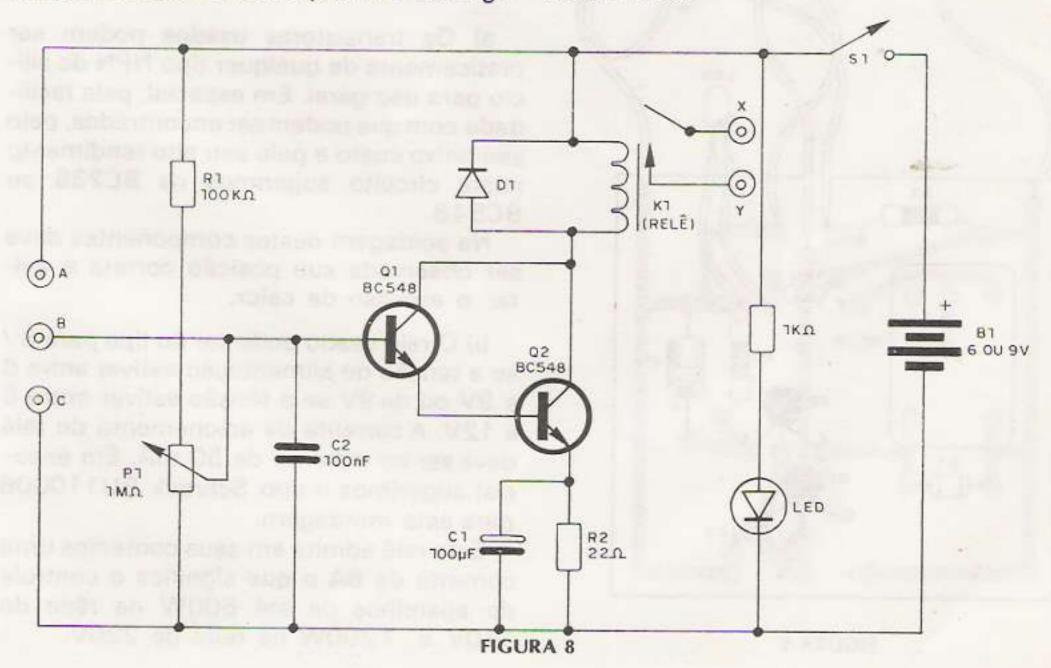
tivo. Na parte frontal existe um controle de sensibilidade e um indicador de que o relê se encontra ligado, e na parte traseira a saída para os circuitos controlados.



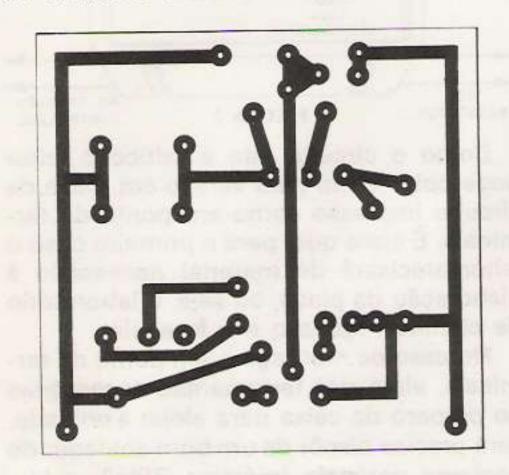
Como o circuito não é crítico o leitor pode optar tanto pela versão em placa de circuito impresso como em ponte de terminais. É claro que, para o primeiro caso o leitor precisará do material necessário à elaboração da placa, ou seja, o laboratório de circuito impresso e a furadeira.

No caso da montagem em ponte de terminais, além das ferramentas necessárias ao preparo da caixa para alojar a unidade, será preciso dispôr de um bom soldador de pequena potência (máximo 30W), solda, alicate de corte lateral, alicate de ponta e chaves de fenda.

O circuito completo da unidade é mostrado na figura 8. Este mesmo circuito pode ser utilizado para ser disparado por qualquer um dos três sensores que daremos, funcionando portanto com luz, calor ou umidade.



O leitor verá que nos casos em que as variações dos elementos são maiores, como luz e umidade o ajuste do ponto ideal de funcionamento é muito menos crítico do que no caso do calor em que as variações que ocorrem em geral são muito pequenas, dentro da faixa possível de operação do elemento sensível.



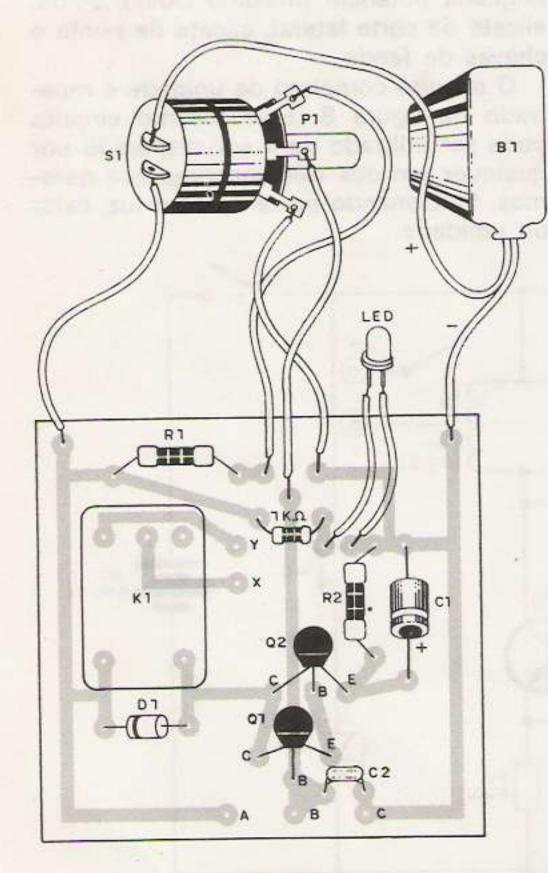


FIGURA 9

A placa de circuito impresso para esta montagem é mostrada na figura 9, enquanto que a montagem em ponte é dada na figura 10.

A montagem da parte eletrônica deste

relê não apresenta segredos.

Além da observação cuidadosa das posições das peças e de seus valores na hora da compra, é essencial que todas as conexões feitas com o auxílio de solda sejam perfeitas. Devemos alertar os menos experientes como é incrível a quantidade de projetos mal sucedidos simplesmente por deficiência de soldagem. Uma simples ligação mal feita ou em que a solda "peque mal" pode ser responsável não só pela total inoperância de um aparelho como até mesmo pela queima de componentes.

A soldagem bem feita não contém excesso de solda e envolve totalmente os terminais dos componentes que estão soldados. Para sua realização utiliza-se um ferro bem aquecido e bem estanhado não demorando-se mais do que 5 segundos

para isso.

Um aquecimento prolongado faz com que o calor se propague pelo terminal do componente chegando ao seu corpo e com isso causando-lhe dano.

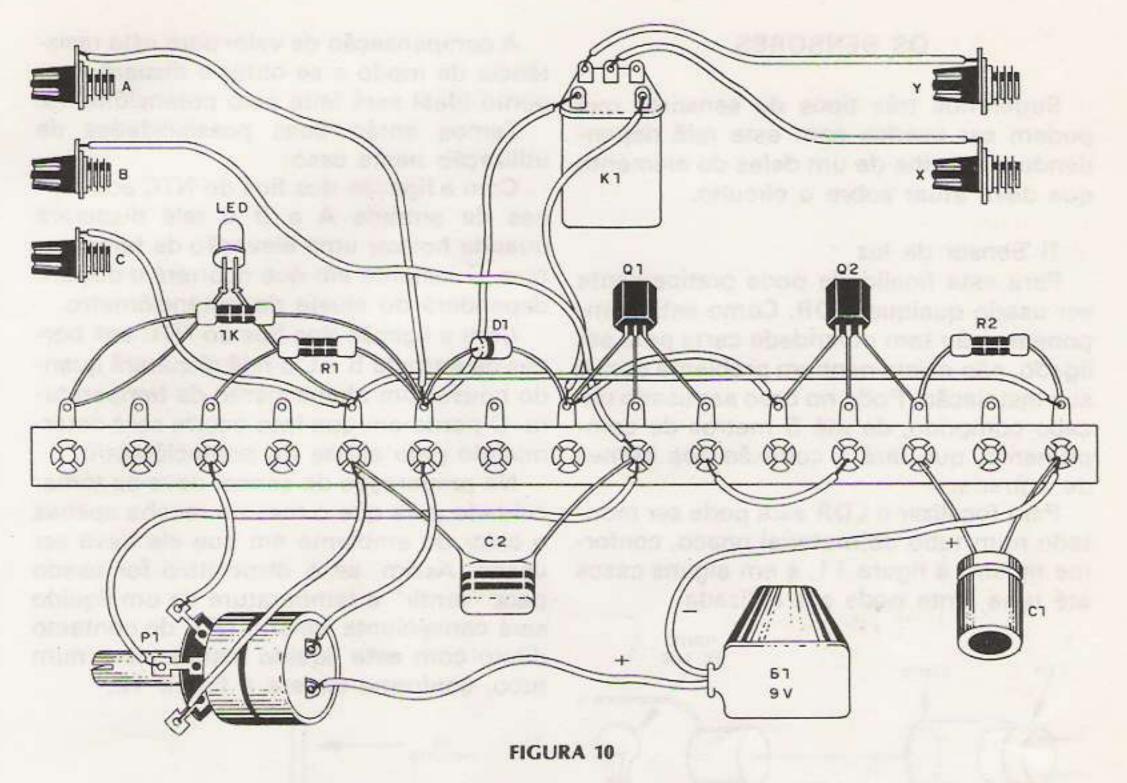
Tanto para a compra dos componentes como para sua utilização são os seguintes os principais cuidados que devem ser tomados:

a) Os transistores usados podem ser praticamente de qualquer tipo NPN de silício para uso geral. Em especial, pela facilidade com que podem ser encontrados, pelo seu baixo custo e pelo seu alto rendimento neste circuito sugerimos os BC238 ou BC548.

Na soldagem destes componentes deve ser observada sua posição correta e evitar o excesso de calor.

b) O relê usado pode ser do tipo para 6V se a tensão de alimentação estiver entre 6 e 9V ou de 9V se a tensão estiver entre 9 e 12V. A corrente de acionamento do relê deve ser no máximo de 50 mA. Em especial sugerimos o tipo Schrack RU110006 para esta montagem.

Este relê admite em seus contactos uma corrente de 6A o que significa o controle de aparelhos de até 600W na rêde de 110V e 1200W na rede de 220V.



Na compra de qualquer outro tipo de relê o leitor deve fazer a identificação dos terminais correspondentes à bobina e aos contactos pedindo se necessário esta informação ao vendedor.

- c) O diodo usado em paralelo com o enrolamento do relê tem por finalidade apenas proteger o transistor contra os surtos de tensão que ocorrem quando o mesmo é acionado e depois desligado. Pode ser usado qualquer diodo de silício retificador, como por exemplo o 1N4001. Na ligação deste componente deve ser observada sua posição já que o catodo é identificado pelo anel branco pintado no corpo do componente.
- d) Os resistores usados nesta montagem são os componentes menos críticos. Podem ser usados resistores de 1/8, 1/4 ou 1/2 W com tolerância de 10% ou 20%. Os resistores de 1/8W são os preferidos para o caso de se desejar o mínimo de tamanho para o aparelho. Estes componentes não são polarizados, isto é, não tem lado certo para serem ligados, mas devese tomar cuidado com a identificação de seus valores dada pelos anéis coloridos.
- e) O capacitor C1 pode ser qualquer eletrolítico entre 47 μF e 220μF com tensão

de trabalho de no mínimo 12V. O leitor deve tomar cuidado na ligação deste componente o qual é polarizado, ou seja, possui um terminal positivo e um negativo. O terminal positivo é o que vai ligado ao emissor do transistor.

- f) O potenciômetro serve como um controle de sensibilidade sendo ajustado em função do transdutor usado. Pode ser usado um potenciômetro linear ou log de 1M à 2,2 M com chave. A chave servirá ao mesmo tempo para ligar e desligar a fonte de alimentação.
- g) O led do tipo econômico de cor vermelha serve para indicar que o aparelho está ligado. Observe o lado achatado do seu invólucro que determina seu catodo.
- h) Os bornes de entrada podem ser de qualquer tipo sendo apenas recomendado que sejam de cores diferentes de modo a facilitar a identificação de suas funções.
- i) Na saída podem ser usados bornes comuns, ou se a alimentação do aparelho for feita a partir da rêde local, utilizada uma tomada. O máximo de cuidado deve entretanto ser tomado como total isolamento da parte de alta tensão da parte de baixa tensão.

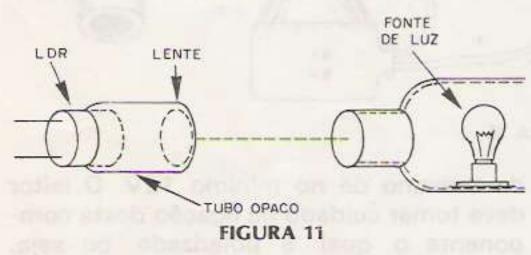
OS SENSORES

Sugerimos três tipos de sensores que podem ser usados com este relê dependendo a escolha de um deles do elemento que deva atuar sobre o circuito.

1) Sensor de luz

Para esta finalidade pode praticamente ser usado qualquer LDR. Como este componente não tem polaridade certa para ser ligado, não existe nenhum problema com a sua instalação. Pode no caso ser usado um cabo comprido, de até 5 metros de comprimento, que fará a conexão aos bornes de entrada.

Para focalizar o LDR este pode ser montado num tubo de material opaco, conforme mostra a figura 11, e em alguns casos até uma lente pode ser utilizada.



Com a ligação dos fios do LDR aos terminais A e B de entrada do circuito do relê teremos seu disparo quando houver incidência de luz no mesmo, podendo então o aparelho ser usado para:

- a) ligar um alarme quando houver luz
- b) acionar um mecanismo ao comando de uma lanterna

Com a ligação dos fios do LDR nos terminais B e C de entrada, o relê disparará quando houver interrupção no feixe de luz incidente no sensor. Ele poderá então ser usado para:

- a) alarmes de interrupção de luz (figura 12)
- b) acionamento automático de luzes ao escurecer

Para as duas possibilidades a sensibilidade será controlada pelo potenciômetro que visa compensar a própria luminosidade ambiente.

2) Sensor de calor

Para esta finalidade pode ser usado um NTC (termistor) cuja resistência a 20°C esteja compreendida entre 22k e 100k.

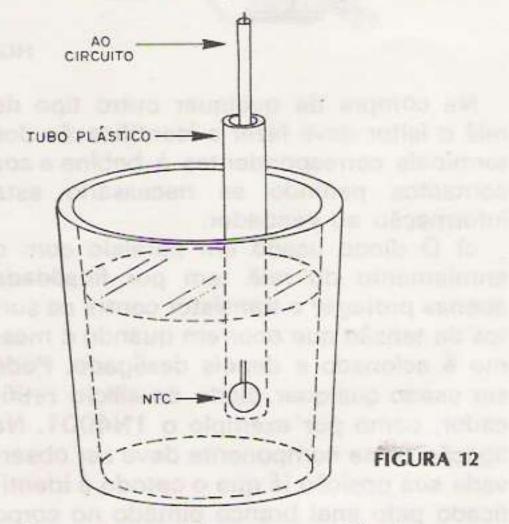
A compensação de valor para esta resistência de modo a se obter o disparo num ponto ideal será feita pelo potenciômetro.

Temos então duas possibilidades de utilização neste caso:

Com a ligação dos fios do NTC aos bornes de entrada A e B o relê disparará quando houver uma elevação de temperatura. O instante em que ocorrerá o disparo dependerá do ajuste do potenciômetro.

Com a ligação dos fios do NTC aos bornes de entrada B e C o relê disparará quando houver um abaixamento da temperatura. O ponto em que isso ocorre será determinado pelo ajuste do ponteciômetro.

Na preparação do sensor deve-se tomar cuidado para que o mesmo receba apenas o calor do ambiente em que ele deva ser usado. Assim, se o dispositivo for usado para "sentir" a temperatura de um líquido será conveniente isolar o NTC do contacto direto com este líquido instalando-o num tubo, conforme sugere a figura 12.



Deve-se também tomar cuidado com os limites de operação do sensor evitando-se que seja superada a temperatura máxima e mínima para a qual existe um funcionamento seguro. Para os NTC comuns não se deve superar uma temperatura de 125º nem fazê-lo entrar em contacto com temperaturas menores que -20°C.

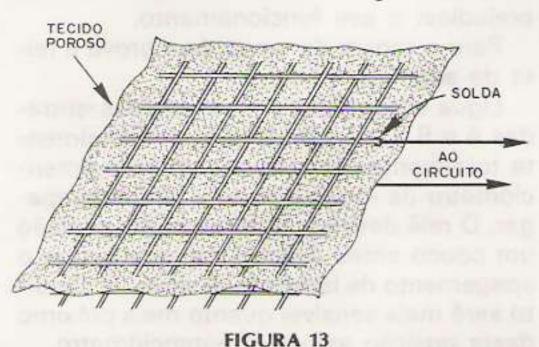
Dentre as aplicações possíveis para este dispositivo citamos as seguintes:

- a) alarme de temperatura para aquários
- b) alarme de temperatura para ambientes
 - c) alarme contra incêndios

3) Sensor de calor

Para esta aplicação são diversas as possibilidades de construção de um sensor.

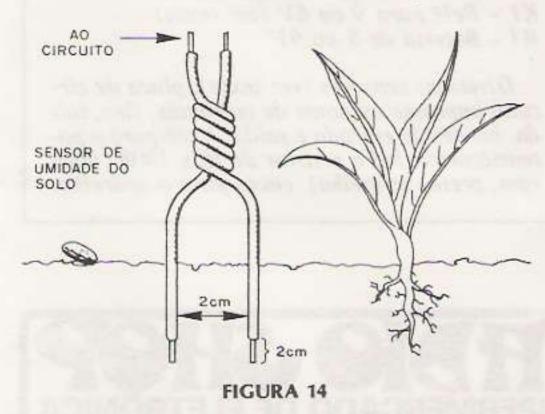
Para usar o relê como alarme de umidade, o sensor consiste num pedaço retangular de 10 x 15 cm aproximadamente de tecido poroso colocado entre duas telas de arame, conforme mostra a figura 13.



Os fios que são soldados na tela de arame podem ser conectados aos terminais A e B do relê quando então ocorrerá o disparo ao haver incidência de água no elemento sensível. O alarme poderá ser usado para indicar vazamentos, ou então servir para indicar o início de chuva.

Se o sensor for ligado entre os terminais B e C do relê o disparo ocorrerá quando a umidade existente no elemento sensível cair abaixo de certo valor.

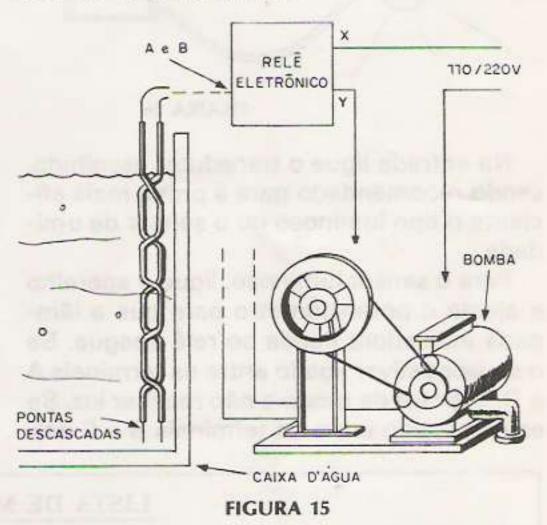
Para usar o alarme como indicador de umidade para o solo, basta enterrar num vaso dois eletrodos que consistem simplesmente em dois pedaços de fios descascados, conforme mostra a figura 14.



Quando a umidade do vaso ultrapassar certo limite determinado pelo ajuste do potenciômetro o relê fechará seus contactos fazendo soar um alarme ou outro tipo de dispositivo qualquer.

Veja o leitor que ligando o sensor entre os terminais A e B teremos o disparo quando a umidade ultrapassar certo valor, enquanto que ligando o sensor entre os terminais B e C teremos o disparo quando a umidade cair abaixo de certo valor.

Uma aplicação interessante para este relê é esquematizada na figura 15. Nesta, um sensor que consiste em dois fios descascados em suas pontas faz o disparo do relê quando o nível numa caixa de água cai abaixo de certo valor, quando então a bomba que enche a caixa é acionada automaticamente. Um segundo sensor, colocado num nível mais alto, desliga a bomba quando a caixa encher.



Outros sensores

Sensores para outros elementos podem ser usados em conjunto com este relê sensível bastando para isso que sejam do tipo resistivo, ou seja, que tenham uma variação de sua resistência em função da variação do elemento a ser detectado.

A variação da resistência exigida para o disparo do circuito depende da sensibilidade de desejada. A faixa ideal para a operação do relê com grande sensibilidade está entre 22k e 1M.

PROVA E USO

Uma vez montado o aparelho e dispondo de um transdutor, o leitor pode com facilidade realizar uma prova de funcionamento. Assim, depois de conferir cuidadosamente todas as ligações, ligue na saída do relê, conforme indicado na figura 16 uma lâmpada de 3 V e duas pilhas.

(SEGURANDO OS FIOS DO SENSOR COM OS DEDOS PODE-SE FAZER O DISPARO DO RELĒ)

AO SENSOR

LĀMPADA
DE 3V

Na entrada ligue o transdutor escolhido, sendo recomendado para a prova mais eficiente o tipo luminoso ou o sensor de umidade.

FIGURA 16

Para o sensor luminoso, ligue o aparelho e ajuste o potenciômetro para que a lâmpada indicadora ligada ao relê apague. Se o sensor estiver ligado entre os terminais A e B, cubra-o de modo a não receber luz. Se estiver ligado entre os terminais B e C deixe-o receber luz direta. Uma vez ajustado o relê, no primeiro caso, descubra o sensor, e no segundo caso cubra o sensor. Em ambos os casos deve-se obter o disparo imediato do relê.

Para usar o sensor luminoso o leitor deve fazer experiências em função da aplicação que será dada ao circuito de modo a evitar a influência da luz ambiente se esta prejudicar o seu funcionamento.

Para o sensor de umidade a prova é feita da seguinte maneira.

Ligue o aparelho e o sensor nas entradas A e B. O sensor deve estar inicialmente totalmente seco. Ajuste então o potenciômetro de modo a fazer a lâmpada apagar. O relê deve ser deixado numa posição um pouco antes daquela em que ocorre o apagamento da lâmpada. A ação do circuito será mais sensível quanto mais próximo desta posição estiver o potenciômetro.

Em seguida, jogue um pouco de água no elemento sensível. O disparo do relê deve ser imediato.

Para usar o aparelho recomenda-se que o cabo de ligação ao transdutor não seja muito longo.

Para os casos em que o sensor deva ser ligado permanentemente pode-se em lugar das pilhas usar um conversor ou fonte ligada a rêde local. Este conversor deve fornecer pelo menos 50 mA sob uma tensão de 9 ou 12V.

LISTA DE MATERIAL

Q1-Q2-BC 548 ou BC238 - transistores para uso geral

R1 - 100 k ohms x 1/8W - resistor (marrom, preto, amarelo)

R2 - 22 ohms x 1/4 W-resistor (vermelho, vermelho, preto)

P1 - potenciômetro de 1 M - com chave. C1 - 100 μF x 16V - capacitor eletrolítico

C2 - 100 nF - capacitor de poliéster

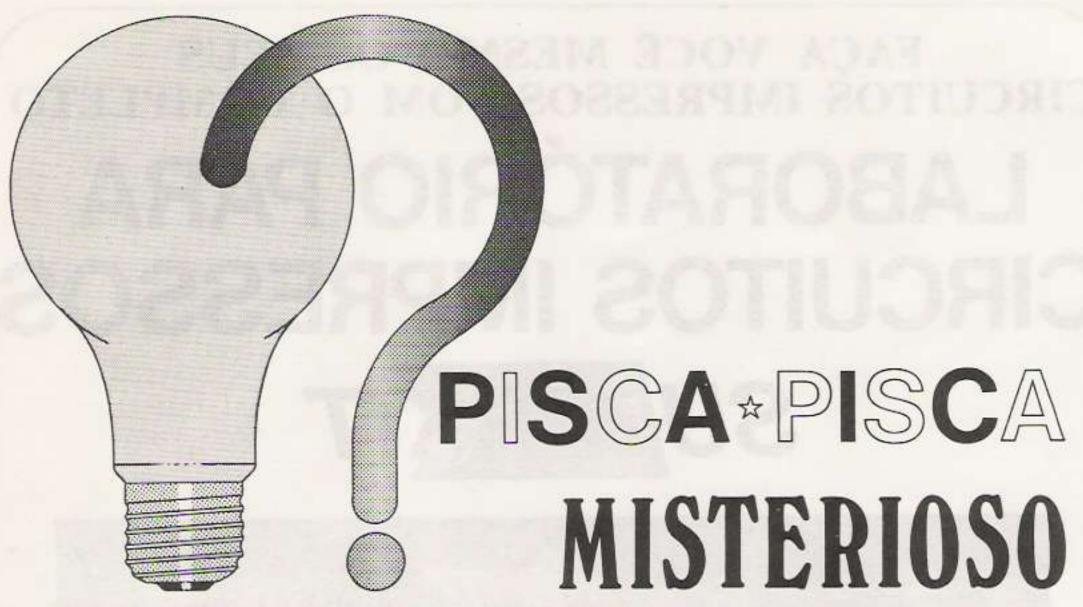
D1 - Diodo 1N4001 ou equivalente

K1 - Relê para 9 ou 6V (ver texto)

B1 - Bateria de 6 ou 9V

Diversos: sensores (ver texto), placa de circuito impresso ou ponte de terminais, fios, solda, bornes de entrada e saída, knob para o potenciômetro, led e resistor de 1k x 1/4W (marrom, preto, vermelho), caixa para o aparelho.

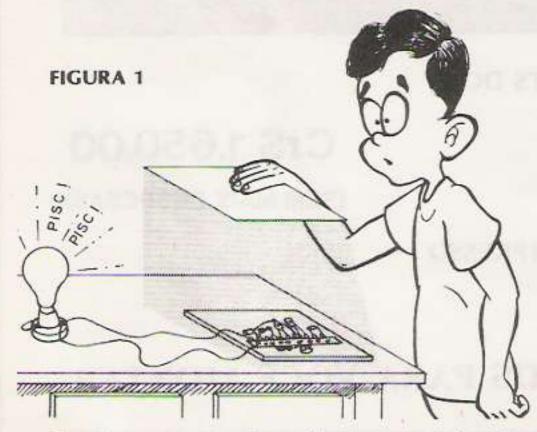




Existem muitos circuitos de pisca-pisca para o leitor montar. O que oferecemos neste artigo entretanto é algo interessante: um circuito experimental de potência que pode alimentar lâmpadas de até 100W que apresenta uma característica incomum para o leitor estudar. Mesmo sem usar foto-células ou transdutores semelhantes este circuito é sensível à luz!

Um pisca-pisca comum de potência pode servir para muitas aplicações interessantes: alarmes, decorações de vitrines e árvores de natal, alertas de saídas de garagens, etc. Entretanto, um pisca-pisca com características incomuns como este, que é sensível à luz, vai muito mais além.

Partindo das aplicações acima citadas podemos ainda sugerir aos leitores que os usem em trabalhos escolares, feiras de ciências, demonstrações, como sensores de luz, como simples curiosidade, etc.



De fato, o que é curioso neste circuito é que ele não usa qualquer sensor específico para luz como por exemplo foto-transistores, foto-células, LDRs, e no entanto muda de frequência em função da iluminação ambiente. (figura 1)

O leitor pode estar muito curioso para saber como isso é possível, mas não adianta nada ler apenas esta introdução. Vá até o fim, monte este aparelho e veja você mesmo, pois somente no final do artigo é que daremos as explicações para este comportamento inusitado.

É justamente por este comportamento diferente que podemos dar uma indicação básica para ouso deste aparelho: montagem experimental. Se o leitor se sente atraído por comportamentos diferentes dos aparelhos que monta e gosta de fazer suas próprias "investigações" que tal esta sugestão.

Podemos dar então as seguintes características para este pisca-pisca:

- Pode ser alimentado tanto com tensões de 110V como 220V.
- Sua frequência pode variar entre algumas piscadas por segundo (no escuro) até uma piscada em cada 2 ou 3 segundos (no claro).
- Pode controlar cargas de até 100W
 (lâmpadas ou outros aparelhos).

Possuidois ajustes de funcionamento.

 Usa poucos componentes de baixo custo.

Passemos ao seu funcionamento:

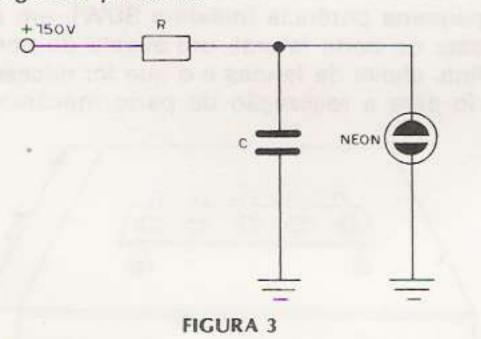
É claro que nossa descrição de funcionamento não abrangerá a parte referente ao estranho comportamento em relação à luz, que ficará para depois.

A base deste circuito é um oscilador bastante antigo, talvez desconhecido dos novos praticantes da eletrônica, mas familiar aos veteranos do tempo das válvulas. Trata-se do oscilador de relaxação com lâmpada neon.

Na figura 2 mostramos o aspecto e o símbolo do componente básico usado neste circuito que é a lâmpada neon. Trata-se de um pequeno bulbo de vidro cheio de gás neon com dois eletrodos metálicos. Quando a tensão entre os dois eletrodos atinge um certo valor, normalmente em torno de 80V o gás se ioniza, acendendo com luz alaranjada, e a resistência da lâmpada que até então era muito elevada cai abruptamente.



Se a tensão entre os eletrodos cair abaixo da tensão de manutenção da ionização, um pouco abaixo da tensão de ionização portanto, o gás volta a sua situação inicial e a lâmpada deixa de conduzir a corrente, apagando portanto.



Este comportamento elétrico pode ser usado para formar um interessante e simples oscilador cujo diagrama é mostrado na figura 3.

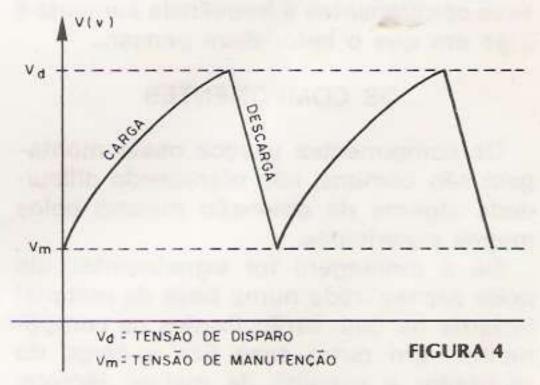
Neste circuito, o capacitor carrega-se pelo resistor de modo que a tensão entre suas armaduras cresce gradativamente. A lâmpada neste intervalo inicial de funcionamento não influi na carga do capacitor por se encontrar apagada.

Uma vez, entretanto, que a tensão de disparo da lâmpada é atingida no capacitor, esta muda bruscamente de resistência curto-circuitando este componennte que se descarrega. A lâmpada neon acende, e o capacitor se descarrega até que entre suas armaduras a tensão caia abaixo do valor de manutenção.

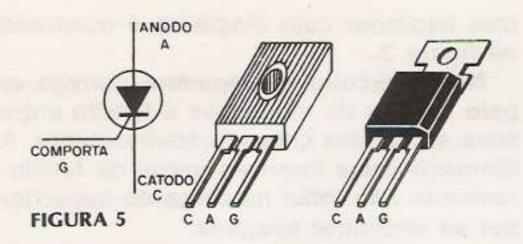
Com a descarga do capacitor, um novo ciclo se inícia até ser atingida novamente a tensão de disparo da lâmpada. Veja na figura 4 que este circuito produz uma forma de onda "dente de serra" com um funcionamento bastante semelhante ao oscilador de relaxação com transistor unijunção já conhecido dos leitores.

A duração de cada ciclo depende do valor do resistor R e do capacitor C do circuito. Veja que, para que o funcionamento deste oscilador ocorra normalmente sua alimentação deve ser feita com uma tensão maior que 80V.

É claro que, a descarga do capacitor através da lâmpada neon só permite obter uma corrente muito pequena, muito fraca para acender uma lâmpada ou comandar qualquer outro aparelho. No entanto, podemos usar esta corrente para fazer o disparo de um SCR.

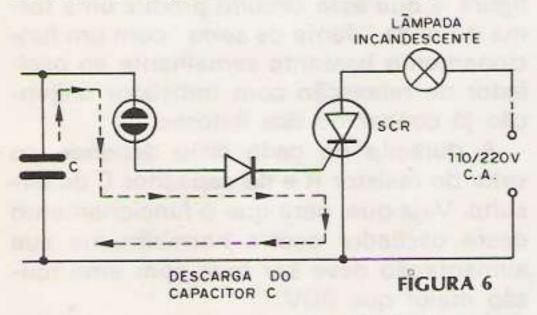


O SCR ou diodo controlado de silício é um componente que funciona como uma "chave" controlada eletronicamente cujo símbolo e aspecto aparecem na figura 5.



Se a lâmpada neon for ligada no oscilador de relaxação na comporta do SCR, podemos fazer com que ela controle através deste componente uma lâmpada muito maior, de 110V ou 220V com potência de até mais de 100W sem problema.

Assim, cada vez que o capacitor se descarrega através da lâmpada neon, esta ligará o SCR fazendo com que a lâmpada incandescente a ele ligada também pisque, conforme sugere o circuito da figura 6.



Temos então a versão final do nosso aparelho, acrescentando-se a parte que fornece a alta tensão contínua que a lâmpada neon precisa para funcionar.

Porque ao iluminarmos os componentes deste circuito a frequência das piscadas diminui e ao fazermos sombra sobre os seus componentes a frequência aumenta é algo em que o leitor deve pensar...

OS COMPONENTES

Os componentes usados nesta montagem são comuns, não oferecendo dificuldade alguma de obtenção mesmo pelos menos experientes.

Se a montagem for experimental, ela pode ser realizada numa base de material isolante na qual serão fixados os componentes. Em outro caso fica a cargo do montador a escolha de melhor técnica, assim como a obtenção do material não eletrônico para isso.

O primeiro componente a ser analisado é a lâmpada neon. Sugerimos o tipo NE-

2H de fácil obtenção que não possui resistência interna incorporada e que tem terminais paralelos. Na verdade, qualquer tipo de lâmpada neon equivalente a esta poderá ser usado. Esta lâmpada pode ser encontrada em boas casas de material eletrônico.

O SCR utilizado deve ser do tipo MCR106 ou então C106, ou ainda IR 106. Não recomendamos a utilização de outros que neste circuito podem não funcionar como o esperado.

São usados dois diodos que podem ser do tipo 1N4004 ou seus equivalentes de maior tensão como o 1N4005, 1N4007, BY127, etc.

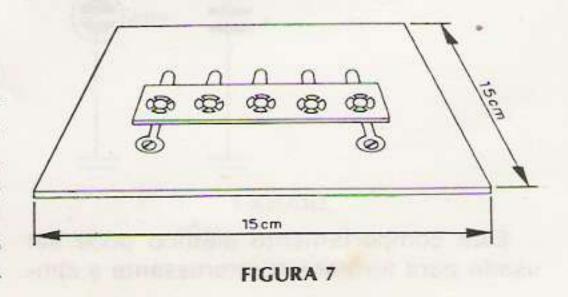
Os resistores são todos de 1/8W com tolerância de 10% ou 20% e o capacitor deve ser de 1 ou 1,5 µF de poliéster metalizado com tensão de trabalho de pelo menos 250V.

Os potenciômetros têm valores diferentes: um pode ter valores entre 10k e 22k de qualquer tipo, e o outro pode ter valores entre 1M e 4,7M. Este último é que determinará a faixa de frequências das piscadas. Em especial recomendamos o maior valor por permitir que maiores tempos entre as piscadas possam ser conseguidos.

A carga sugerida para a montagem experimental é uma lâmpada de 40W devendo então o leitor também adquirir seu suporte. Como componentes adicionais o leitor precisará de uma ponte de terminais, cabo de alimentação e fios.

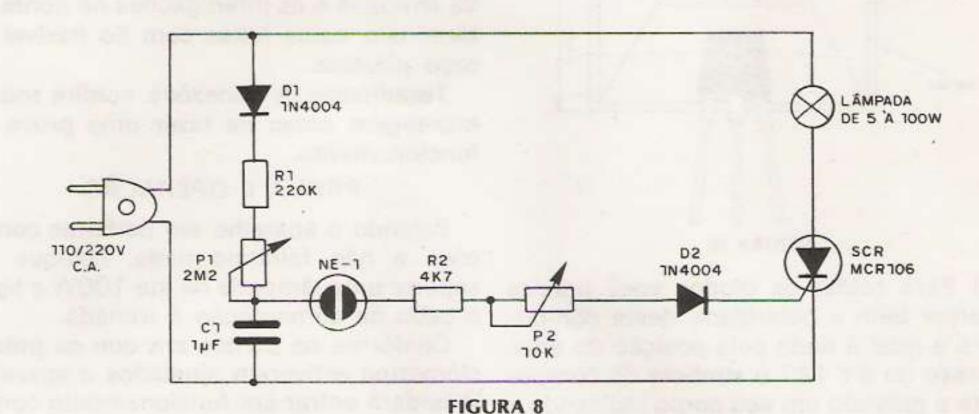
MONTAGEM

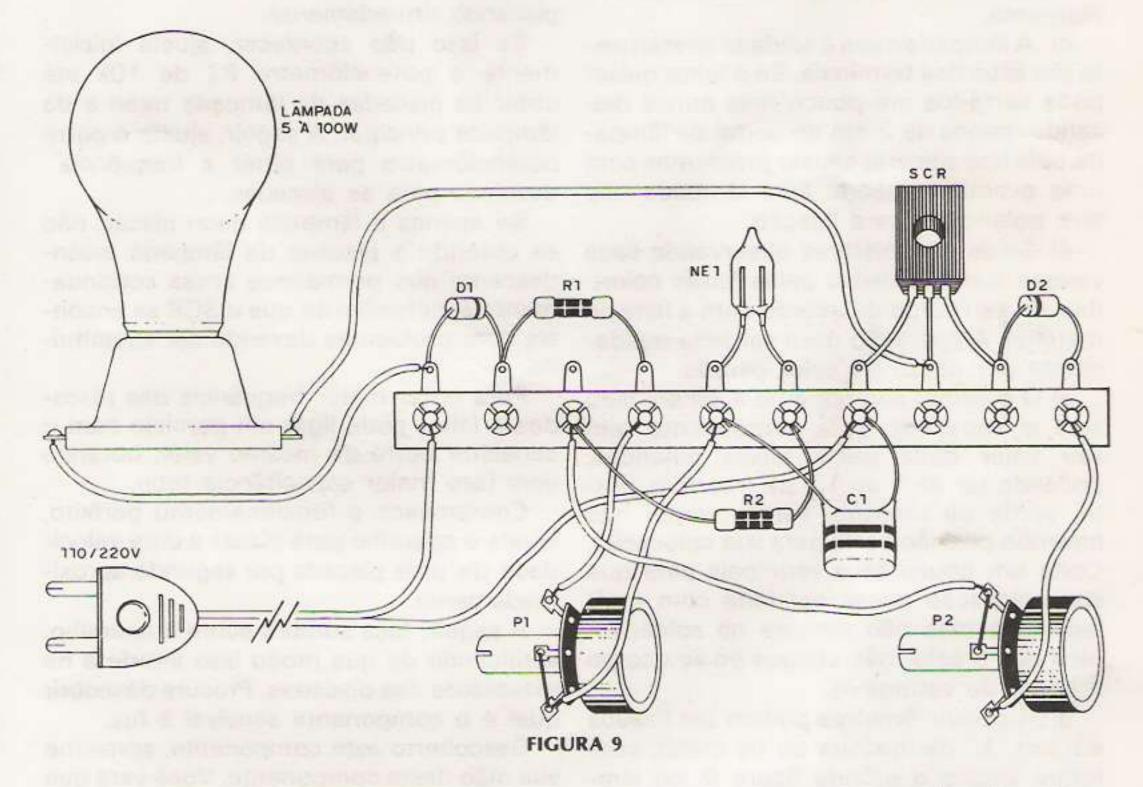
Para a montagem o leitor não precisará de nenhum equipamento especial. As ferramentas são comuns: um soldador de pequena potência (máximo 30W), um alicate de corte lateral, um alicate de ponta fina, chave de fendas e o que for necessário para a realização da parte mecânica.



Sugerimos a utilização de uma base de madeira ou acrílico com as dimensões ra indicadas na figura 7, na qual será fixada a monte de terminais e o suporte da lâmpada.

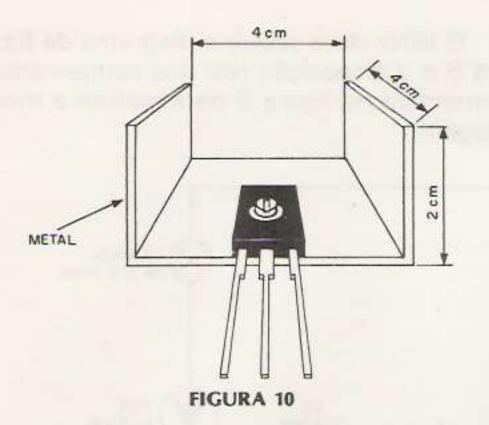
O leitor deve seguir o diagrama da figura 8 e a disposição real dos componentes mostrada na figura 9 para realizar a montagem.





Alguns cuidados devem ser tomados na montagem pelo que recomendamos a sequência de operações conforme se segue:

 a) Solde em primeiro lugar o SCR observando bem a sua posição. A soldagem deste componente deve ser feita rapidamente para que o excesso de calor não o danifique. Se o leitor for controlar lâmpadas de potências superiores a 100W (máximo de 400W na rêde de 110V), o SCR precisará ser montado num dissipador de calor conforme sugere a figura 10. Para potências até 100W não será preciso este acessório.



b) Para soldar os diodos você precisa observar bem a polaridade deste componente a qual é dada pela posição do anel. No caso do BY 127 o símbolo do componente é gravado em seu corpo indicando a posição de sua ligação, de acordo com o diagrama.

c) A lâmpada neon é soldada diretamente por seus fios terminais. Se o leitor quiser pode cortá-los um pouco mas nunca deixando menos de 2 cm do corpo da lâmpada pois isso poderia causar problemas com uma eventual quebra. Esta lâmpada não tem polaridade para ligação.

d) Solde os resistores observando seus valores que são dados pelas faixas coloridas em seu corpo de acordo com a lista de material. A operação deve ser feita rapida-

mente por causa do calor gerado.

e) O próximo componente a ser soldado será o capacitor. Este componente tem seu valor dado pelas faixas coloridas, podendo ser de 1 ou 1,5 µF (marrom, preto, verde ou marrom, verde, verde) não havendo posição certa para sua colocação. Corte um pouco seus terminais para que sua colocação possa ser feita com mais facilidade mas não demore na soldagem para que o calor não chegue ao seu corpo a ponto de estragá-lo.

f) Os potenciômetros podem ser fixados em um "L" de madeira ou de metal, conforme sugere a própria figura 9, ou simplesmente ficarem soltos na base de madeira, o que não é recomendado se o leitor não tiver muito cuidado no manuseio do aparelho. Observe os valores dos componentes e os terminais que são usadas nas ligações. Se o leitor usar potenciômetros com chaves, pode ser esta aproveitada para ligar e desligar o pisca-pisca.

g) Complete a montagem fazendo a conexão do cabo de alimentação tendo cuidado para deixar bem afastados seus extremos, a colocação e ligação do suporte da lâmpada e as interligações na ponte de terminais, estas feitas com fio flexível de capa plástica.

Terminadas as conexões, confira toda a montagem antes de fazer uma prova de funcionamento.

PROVA E OPERAÇÃO

Estando o aparelho em perfeitas condições e não faltando nada, coloque no suporte uma lâmpada de até 100W e ligue o cabo de alimentação à tomada.

Conforme os pontos em que os potenciômetros estiverem ajustados o aparelho já poderá entrar em funcionamento com a lâmpada neon e a lâmpada incandescente piscando ritmadamente.

Se isso não acontecer, ajuste inicialmente o potenciômetro P2 de 10k até obter as piscadas da lâmpada neon e da lâmpada principal. A seguir, ajuste o outro potenciômetro para obter a frequência desejada para as piscadas.

Se apenas a lâmpada neon piscar, não se obtendo a piscada da lâmpada incandescente que permanece acesa continuamente é indicativo de que o SCR se encontra com problemas devendo ser substituído.

Para obter maior frequência das piscadas o leitor pode ligar em paralelo com o capacitor outro de mesmo valor, obtendo com isso maior capacitância total.

Comprovado o funcionamento perfeito, ajuste o aparelho para piscar a uma velocidade de uma piscada por segundo aproximadamente.

A seguir, faça sombra sobre o aparelho, verificando de que modo isso interfere na velocidade das piscadas. Procure descobrir qual é o componente sensível à luz.

Descoberto este componente, aproxime sua mão deste componente. Você verá que ao tocar nele ou mesmo chegar perto, isso também influi na frequência das piscadas. Inverta a posição da tomada se não notar sensibilidade deste componente.

A ORIGEM DO MISTÉRIO

Já descobriu qual é o componente sensível à luz neste pisca-pisca? Poderia o prezado leitor me dizer por que isso acontece? Não? Então, neste caso aqui vão as explicações:

Sim, realmente, é a lâmpada neon que manifesta sensibilidade à luz modificando o comportamento do circuito. A razão disto está no seu próprio princípio de funcionamento, não se constituindo mistério a não ser para os que não estejam familiarizados com este componente.

A lâmpada neon ioniza e portanto acende porque a tensão entre os eletrodos em seu interior atinge o valor necessário a liberação dos elétrons do gás inerte (neon) existente em seu interior.

Ora, a tensão que o gás precisa para ionizar depende fundamentalmente da energia de ligação dos elétrons aos átomos.

Esta energia entretanto pode não só ser suprida pela tensão que é aplicada à lâmpada como também pela luz. Assim, quando o gás se encontra iluminado, a tensão para ionizá-lo de origem elétrica pode ser menor o que significa uma mudança nas características elétricas do circuito, ou seja, em sua frequência.

LISTA DE MATERIAL

SCR - MCR106, IR106 ou C106 - para 200 V se a rêde for de 110V ou para 400V se a rêde for de 220V.

NE-1 - lâmpada neon NE-2H ou equivalente D1, D2 - 1N4004 ou BY127. diodos de silício C1 - capacitor de poliéster metalizado 1 ou 1,5 µF x 250V

R1 - 220k x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, amarelo)

R2 - 4k7 x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)

P1 - potenciômetro de 1M à 4M7 P2 - potenciômetro de 10k à 22k

Diversos: cabo de alimentação, base de montagem, ponte de terminais, lâmpada de 5 à 100W de acordo com a rêde local, suporte para a lâmpada, fios, parafusos e porcas, "L" para a montagem dos potenciômetros, knobs plásticos para os potenciômetros, etc.

TORNE-SE TÉCNICO ESTUDANDO NO IPDTEL

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ELETRÔNICA: TV A CORES

Atualize-se, participe do melhor curso de especialização em TV a cores da América Latina. Parte prática baseada nas principais marcas, com esquemas e ilustração de ajuste e calibração. Com o curso de especialização de TV a Cores, a situação nunca fica preta. Certificado de Conclusão no final do curso. Grátis, carteira de estudante e tabela de equivalência. Não perca esta oportunidade, escreva-nos ainda hoje. Curso Nº 022

TÉCNICO DE ELETRODOMÉSTICO E ELETRICIDADE BÁSICA

Curso atualizado, baseado nas melhores marcas de aparelhos elétricos. Basta saber ler e em pouco tempo você será um Técnico em Eletrodomésticos. Receba o curso completo sem sair de casa. Todas as explicações detalhadas e bem ilustradas. No final do curso você recebe um belíssimo Certificado de Conclusão. Grátis: carteira de estudante, vistas explodidas de aparelhos de mercado. Não espere mais, peça o folheto informativo ainda hoje.

Curso Nº 021

MONTE SEU PRÓPRIO NEGÓCIO E GANHE MUITO DINHEIRO

TECNOLOGIA DE ENSINO

ipdtel — instituto de pesquisa e divulgação de técnicas eletrônicas s/c Itda.

Rua Dr. Augusto de Miranda, 747 Vila Pompéia — São Paulo — SP Caixa Postal 11916 — CEP 01000

Credenciado pelo Conselho Federal de Mão de Obra sob nº 192

100 C 100 C		1	77	
Name and Party of the Party of		2	5	
B	l p		el	

NOME		-/
END.		=)
CIDADE_		= $/$
ESTADO	CEP	_/

Indique o nº do Curso Preferido :-

APLICAÇÃO DE



COS-MOS

Aécio Flávio Baraldi Siqueira

1) IMPLEMENTO DE FUNÇÕES LÓGICAS COM CD4007

O CD4007 é um dispositivo composto por três transistores MOS-FET canal P e três de canal N, contendo rede de proteção para "gate". Estes transistores são acessíveis externamente ao encapsulamento pelos terminais, sendo portanto, úteis para implementar funções lógicas.

A figura 1a mostra o diagrama funcional do CD4007. A figura 1b ilustra o implemento de três inversores usando os MOS-FETs complementares internos do CD4007. A figura 1c mostra uma porta NOR de 3 entradas. A figura 1d ilustra uma porta NAND de 3 entradas. A figura 1e mostra um driver de corrente (gerador de corrente) de alta capacidade. A figura 1f é um sorvedouro de corrente de alta capacidade. Já na figura 1g, o CD4007 pode funcionar tanto como gerador ou sorvedouro de altas correntes. Na figura 1h o CD4007 funciona como um "gating" de transmissão bidirecional.

2) SELEÇÃO DE FUNÇÕES COM CD4019

O CD4019 é um "Quad COS/MOS AND/OR select GATE". A figura 2a mostra seu diagrama funcional e a figura 2b a tabela verdade.

O circuito de aplicação mostrado na figura 2c é um seletor de função and/OR. As informações presentes nas entradas D dos Flip-Flops CD4013 integrantes dos registradores "A" ou "B" são transferidas para as saídas, através da aplicação de pulsos em "Ka" e "Kb". As figuras 2d e 2e são também seletoras de função. Na 2d, temos um circuito para seleção and/OR e or exclusiva. Em 2e temos um circuito seletor para "true complement".

3) APLICAÇÃO DO CD4028

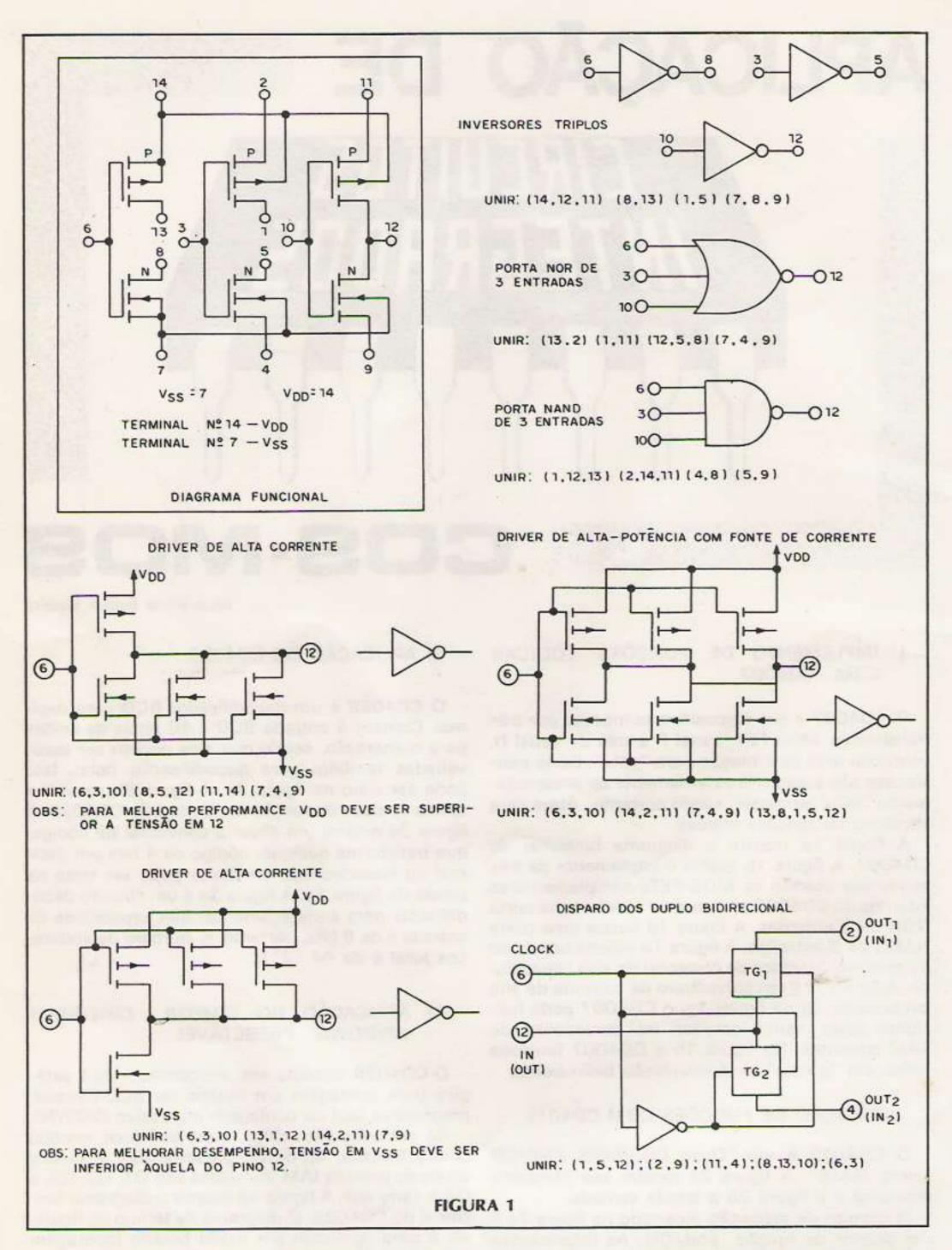
O CD4028 é um decodificador BCD para decimal. Contém 4 entrada BCD e 10 pinos de saídas
para numeração, sendo que elas podem ser aproveitadas também para decodificação octal. Isto
pode ser visto na figura 3a. A figura 3b mostra a
tabela verdade da função realizada pelo CD4028. A
figura 3c mostra um circuito conversor de código,
que transforma qualquer código de 4 bits em decimal ou Hexadecimal, conforme pode ser visto na
tabela da figura 3d. A figura 3e é um circuito decodificador para endereçamento. Sua capacidade de
entrada é de 6 bits, portanto, o número de endereços total é de 64 (2⁶).

4) APLICAÇÃO DO CD4029 - CONTADOR UP/DOWN PRESETÁVEL

O CD4029 consiste em um contador de 4 estágios para contagem em binário ou BCD-Década, progressiva (up) ou contagem regressiva (DOWN).

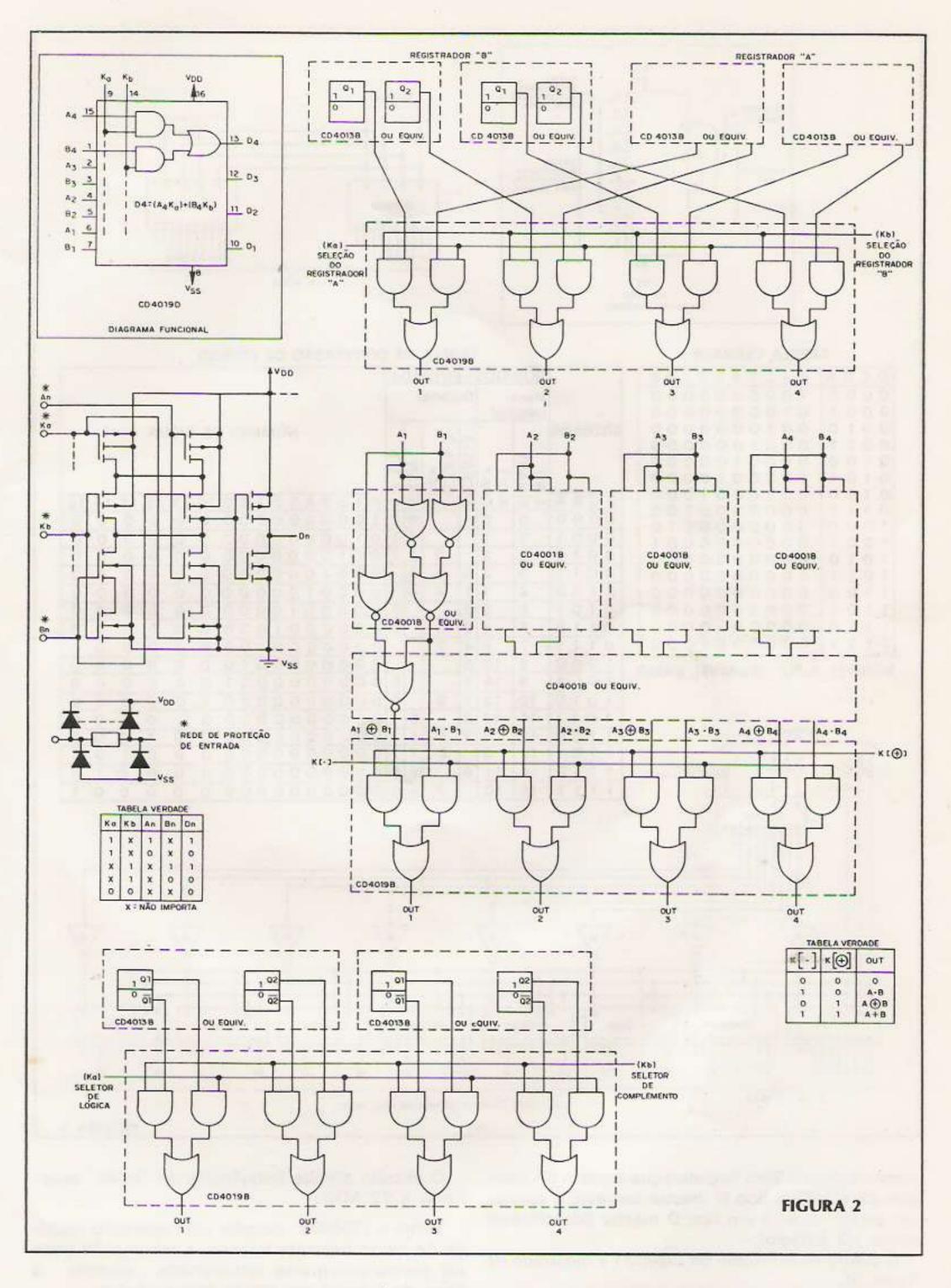
As entradas são: clock, carry-in (clock enable) Binary/Decade, up/down, preset/enable e quatro sinais de entrada IAM. As saídas são Q1, Q2, Q3, e Q4 e carry out. A figura 4a mostra o diagrama funcional do CD4029. O diagrama de tempo da figura 4b é para operação em modo binário (contagem binária). A figura 4c mostra o diagrama de tempo para contagem decimal.

Na figura 4d temos um arranjo de 5 CD4029 operando como contador síncrono (parallel clocking). A figura 4e mostra um arranjo dos contadores CD4029 e CD4017 operando como contador assíncrono (ripple clocking). Algumas observações

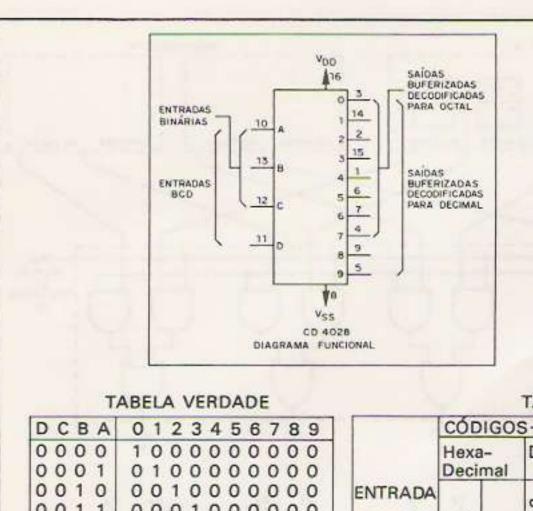


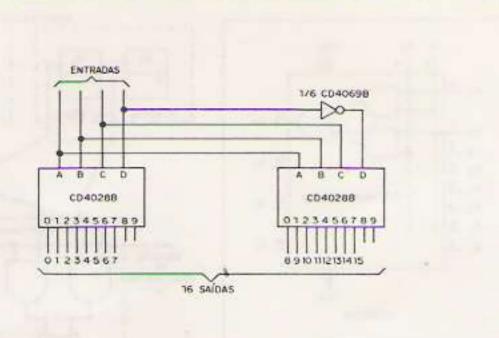
devem ser feitas quanto ao funcionamento destes circuitos:

 a) para o circuito da figura 4d, as linhas de carryout do segundo, terceiro, enésimo estágio podem ter um sinal espúrio de transi ção negativa, resultante de atrasos diferentes nos tempos de transição dos circuitos integrados. Estes pulsos propriamente não afetam a operação dos CD4029 quando ligados em cascata. Entretanto, se o sinal de carryout for usado para "gatilhar" outros dispositivos lógicos sensíveis, deve-se fazer um interfaceamento com um "buffer", formado, por exemplo, por uma porta OR (CD4071).



- b) Na figura 4e o controle up/Down pode ser mudado em qualquer modo de contagem. A única restrição que se faz é que nesta mudança a entrada clock do primeiro estágio deve estar em nível alto.
- 5) USO DE REGISTRADOR ESTÁTICO POR DESLOCAMENTO
- O CD4031 é um registrador estático por deslo-





DCBAO	1 2 3 4	56789		CÓF	-	1000	BELA	-	-	-			-		deres la Co	-	100		_	_	_	_
0000 1	0000	00000		Hexa- Decimal		Decimal Decimal																
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		00000	ENTRADA	4-BIT BINARY	4-BIT GRAY	CESS-3	SESS-	AIKEN 4-2-2-1	2-2-1	NÚMERO DE SAÍDA												
0 1 1 0 0		01000	DCBA	4 8	4- GF	X	GR.	A	4	0	1 2	3	4	5 6	3 7	8 9	10	11	12	13	14	15
1000 0		00100	0000	0	0			0	0	1	0 0	0	0	0 (0 0	0 (0 (0	0	0	0	0
0010		00001	0001	1	1			1	1	0	1 0	0	0	0 (0 0	0 (0 (0	0	0	0	0
1010 0		00000	0010	2	3		0	2	2	0	0 1	0	0	0 (0 0	0 (0 (0	0	0	0	0
1011 0	0000	00000	0011	3		0	3	3		0	0 0	1	0	0 (0 0	0 (0 0	0	0	0	0	0
1100 0	0000	00000	0100	4	7	1	4	4		0	0 0	0	1	0 0	0 0	0 (0 0	0	0	0	0	0
1 1 0 1 0	00000	00000	0101	5	5	2	-		3	0	0 0	0	0	1 (0 0	0 (0 0	0	0	0	0	0
	0000		0110	6	4	3	1		4	0	0 0	0	0	0 1	0	0 0	0	0	0	0	0	0
11110	00000	00000	0111	7	5	4	2			0	-	0.	0	0 0	1	0 0	0	0	0	0	0	C
= NIVEL ALLO () = NIVEL BAIX() ====		The second live and the se	8	15	5				0	0 0	0		0 0		1 (0	0	0	0	0	C	
			1001	9	14	6			5	-	0 0	0	0	0 0	0 (0 1	0	0	0	0	0	0
			1010	10	12	7	9		6	-	0.0	0	0	0 0	0 (0 0) 1	0	0	0	0	0
			11	13	8		5		0 (0 0	0	0	0 0	0 (0 0		1	0	0	0	0	
			1100	12	8	9	5	6	-	0	0 0	0	0	0 0	0 0	0 0	-	0	1	0	0	0
000	000	O INIBIÇÃO	1101	13	9	0	6	7	/	0	0 0	0	0	0 0	0 0	0 0	_	0	0	1	0	0
777	111	PINAD SELECÃO	11110	14	11	8	7	8	8	-	0 0	0	0	0 0		0 0	_	0	0	0	0	0
	A 8 C CD40288 012345678	39																7				1
7	*/	7	*		Y	7		,	**	7			7	*	7		7	*/			7	*
A B C CD40288 012345678		D A B C	40288 D A I	CD4026	D D	Į.	B C CD40	286	D	1	A B	C D 40	88	D	Į^^	B C	0268		CONTRACT	CD402		D

64 SAÍDAS (SAÍDA SELECIONADA EM NÍVEL ALTO)

camento (Static Shift Register) que contém 64 estágios de Flip-Flop tipo D mestre-escravo, e apenas um estágio que é um tipo D master (identificável como 1/2 estágio).

1/6 CD4069B

O diagrama funcional do CD4031 é mostrado na figura 5a.

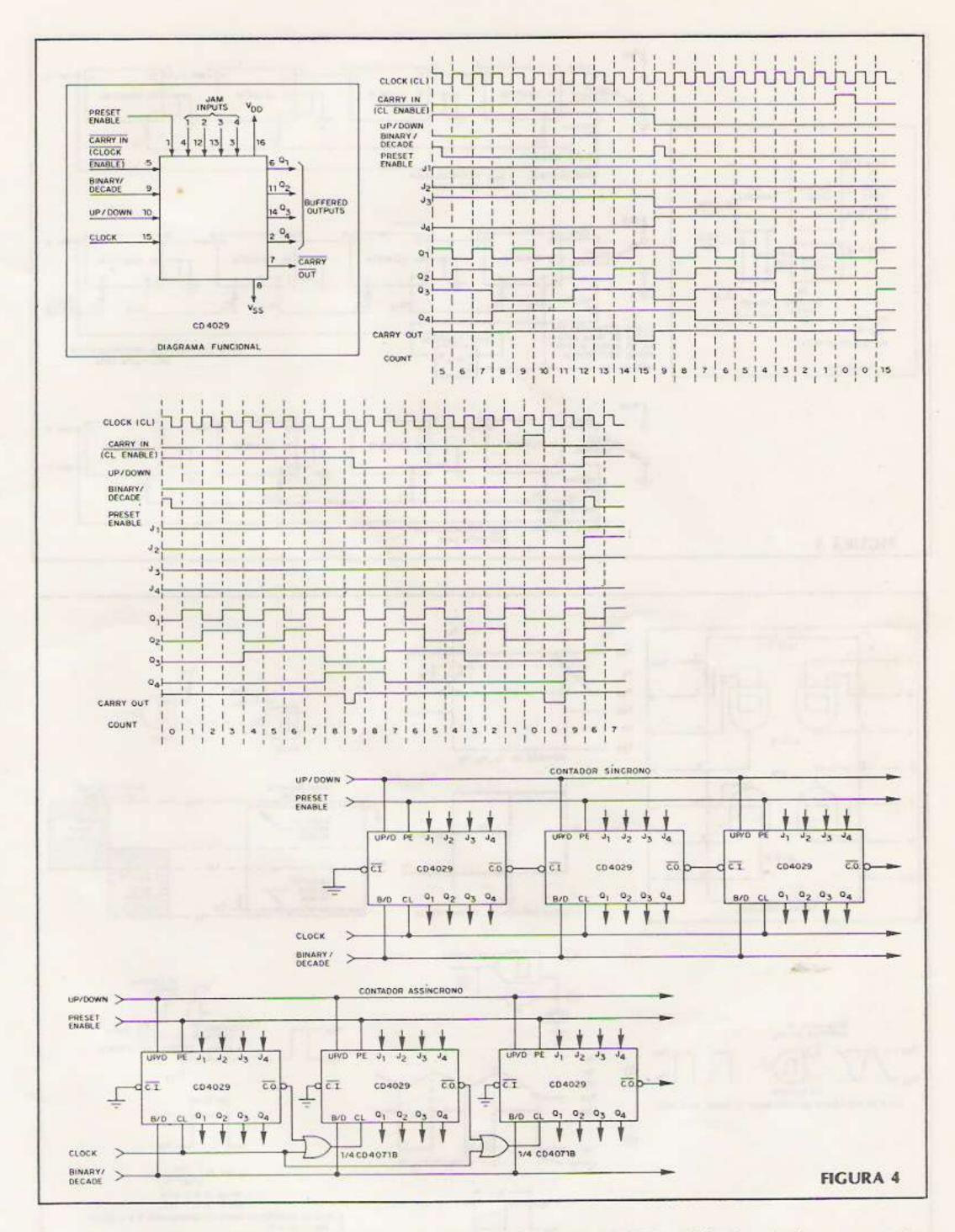
O nível lógico presente no terminal "Data in" é transferido para o primeiro estágio e deslocado para os seguintes em cada transição positiva de "clock".

O circuito admite frequências de "clock" superiores a 12 MHz.

Como o CD4031 permite uma operação estática de modo bastante intenso, a informação pode ser permanentemente armazenada, estando a linha de "clock" em estado alto ou baixo.

Este CI possui uma entrada denominada "MODE CONTROL" que estando em nível alto, permite uma operação do tipo "recirculação".

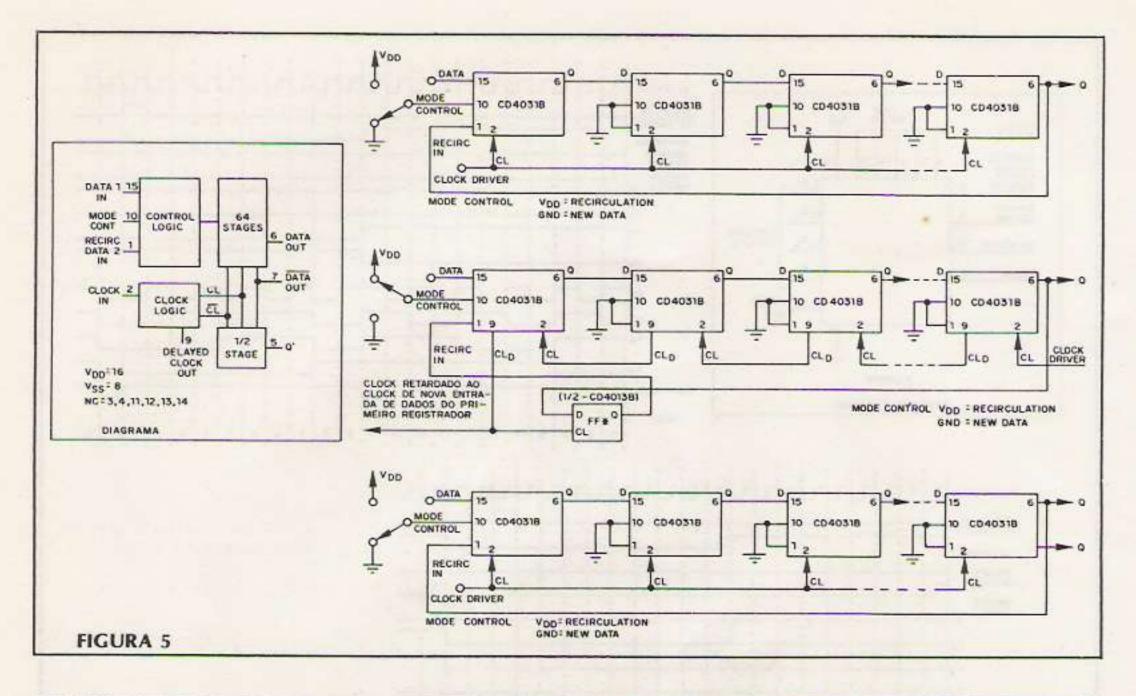
FIGURA 3

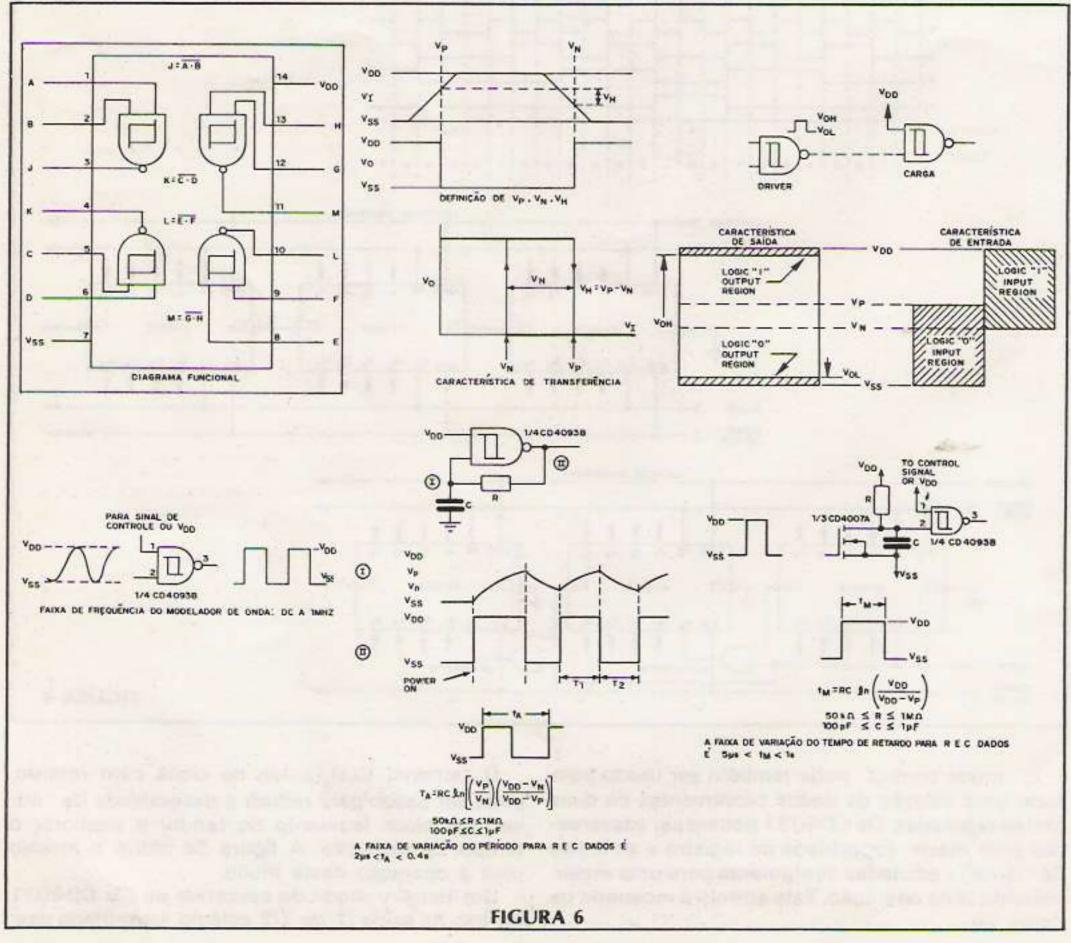


O "mode control" pode também ser usado para fazer uma seleção de dados provenientes de duas fontes separadas. Os CD4031 podem ser cascateados para maior capacidade de registro e as linhas de "clock" - excitadas diretamente para uma maior velocidade de operação. Este arranjo é mostrado na figura 5b.

O terminal CLD, saída de clock com retardo, pode ser usado para reduzir a necessidade de "driver" de clock (aumento de fan-in) e melhorar o tempo de transição. A figura 5c indica o arranjo para a operação deste modo.

Um terceiro modo de cascatear os Cls CD4031 faz uso da saída Q' do 1/2 estágio, permitindo usar





o próximo clock de transição negativa, antes de aparecer nível na saída Q. Esta saída com retardo, como a do clock retardado CLD, é usada com clocks que tenham tempos de subida e descida bastante lentos. Este arranjo é mostrado na figura 5d.

6) APLICAÇÕES DE PORTAS DE NÍVEL

O CD4093 consiste em quatro portas de nível ou circuito "schmitt trigger". Cada circuito possui uma porta NAND de 2 entradas funcionando como

detectora de nível. O diagrama funcional do CD4093 é mostrado na figura 6a. A diferença entre o CD4093 e o CD4011 (Quad 2 input NAND GATE) está no fato do CD4093 possuir níveis bem definidos de transição, conforme pode ser visto na figura 6b e 6c. O termo Vp significa nível de gatilhamento positivo, Vn nível de gatilhamento negativo e Vh é a tensão de histerese.

A figura 6d mostra um modelador de onda, cuja frequência pode variar de DC a 1MHz. A figura 6e ilustra o circuito de um multimbrador monoestável e a 6f um multivibrador astável.

GERADOR E INJETOR DE SINAIS

(PARA O ESTUDANTE, HOBISTA E PROFISSIONAL)

MINIgerador GST-2

O MINIgerador GST-2 é um gerador e injetor de sinais completo, projetado para ser usado em rádio, FM e televisão a cores (circuito de crominância). Seu manejo fácil e rápido, aliado ao tamanho pequeno, permite considerável economia de tempo na operação de calibragem e injeção de sinais.

Nos serviços externos, quando o trabalho de reparo ou calibração deve ser executado com rapidez e precisão, na bancada onde o espaço é vital, ou no "cantinho" do hobista, o MINIgerador GST-2 é o IDEAL.



Pedidos pelo reembolso postal à SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA. Utilize o cartão resposta comercial da página 63

ESPECIFICAÇÕES

FAIXAS DE FREQUÊNCIAS:

1- 420KHz a 1MHz (fundamental)

2- 840KHz a 2MHz (harmônica)

3- 3,4MHz a 8MHz (fundamental)

4- 6,8MHz a 16MHz (harmônica)

MODULAÇÃO: 400Hz, interna, com 40% de profundidade ATENUAÇÃO: Duplo, o primeiro para atenuação contínua e o segundo com ação desmultiplicadora de 250 vezes.

INJETOR DE SINAIS: Fornece 2v pico a pico, 400Hz onda senoidal pura.

ALIMENTAÇÃO: 4 pilhas de 1,5v, tipo lapiseira.

DIMENSÕES: Comprimento 15cm, altura 10cm, profundi-

dade 9cm.

GARANTIA: 6 meses

COMPLETO MANUAL DE UTILIZAÇÃO

Cr\$ 2.900,00 (SEM MAIS DESPESAS)

UM PRODUTO COM A QUALIDADE INCTEST

CIRCUITOS IMPRESSOS - PROCESSO SILK SCREEN

FAÇA O CURSO POR CORRESPONDÊNCIA DA SETEL E

APRENDA COMO CONFECCIONAR SEUS PRÓPRIOS

CIRCUITOS IMPRESSOS

SETEL - Serviços Técnicos Ltda. CAIXA POSTAL 258 - CEP 88300 - ITAJAÍ - SC



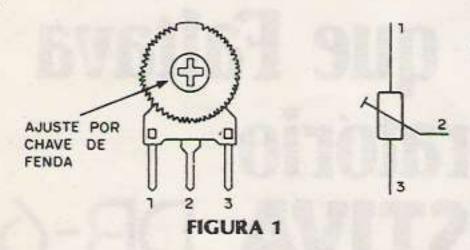
SEÇÃO DO LEITOR 🖂

Nesta seção publicamos projetos enviados por nossos leitores, sugestões e respondemos à perguntas que julgamos de interesse geral, assim como esclarecimentos sobre dúvidas que surjam em nossos projetos. A escolha dos projetos a serem publicados, assim como das cartas que são respondidas nesta seção fica a critério de nosso departamento técnico estando a revista desobrigada de fazer a publicação de qualquer carta ou projeto que julgue não atender a finalidade da mesma.

Muitos leitores têm-nos escrito manifestando dúvidas em relação a utilização de potenciômetros e trim-pots.

Tanto os potenciômetros como os trimpots podem ser usados nas mesmas funções, desde que tenham o mesmo valor. A diferença está no acesso ao componente já que o potenciômetro pode ser considerado um elemento de ajuste constante, que permite que você mude sua resistência ou seu modo de ação no circuito em qualquer momento, enquanto que o trimpot é um elemento de ajuste permanente, ou seja, que deve ser ajustado apenas uma vez e assim mantido.

É claro que, a existência de trim-pots com controles plásticos de rotação do cursor permitem que eles sejam utilizados praticamente como potenciômetros (figura 1).



ciômetros como os trim-pots possuem 3

terminais. O terminal do meio corresponde ao cursor enquanto que os outros dois correspondem ao elemento resistivo.

Na utilização destes componentes como divisores de tensão, os três terminais são usados, conforme mostra a figura 2. Neste tipo de ligação o componente apresenta uma resistência constante ao circuito de onde procede o sinal e fornece uma saída proporcional ao curso do potenciômetro.

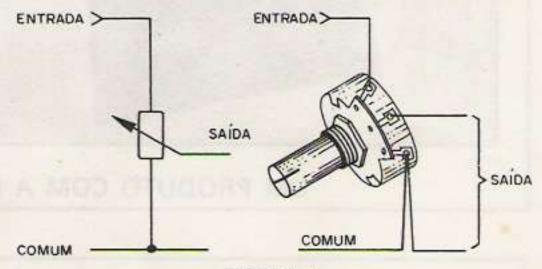
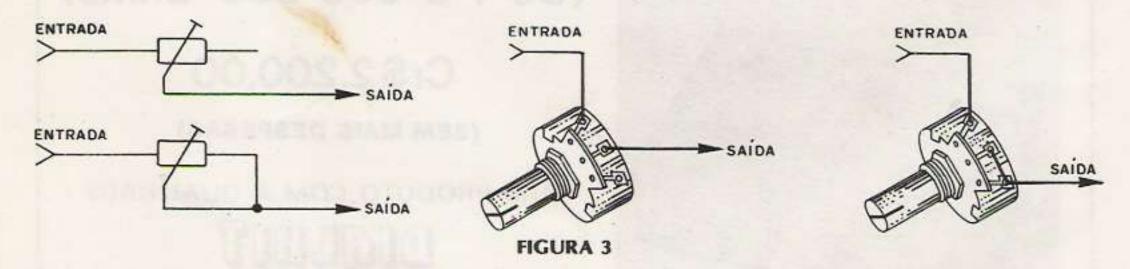


FIGURA 2

Entretanto, os potenciômetros e trimpots podem também ser usados como reostatos, conforme mostra a figura 3. Nestes casos podem ser usados dois terminais apenas ou os três, caso em que o cursor é interligado a um dos extremos.

Circuitos dos leitores: muitos leitores continuam enviando seus projetos, muitos Com relação à ligação, tanto os poten- dos quais interessantes. O primeiro de nossa seção do leitor é uma sirene.

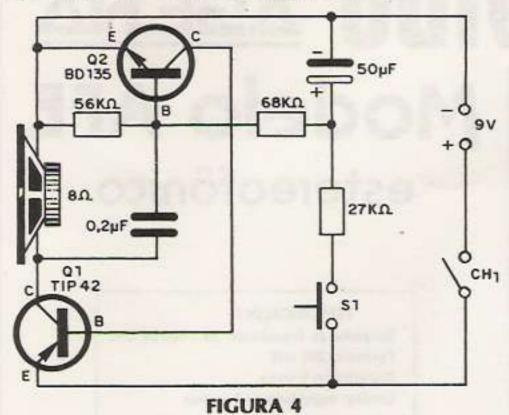


SIRENE TRANSISTORIZADA

O leitor CARLOS ALBERTO VITAL DA CRUZ, de 15 anos de idade, da cidade de Mirandópolis - SP, nos envia este interes-

sante circuito de uma sirene de dois transistores que se caracteriza por sua simplicidade.

São usados dois transistores complementares num oscilador em que a frequência básica de operação é determinada pelo capacitor de 0,2 µF. (figura 4)



A chave S1 de pressão coloca no circuito o capacitor de 47 µF que ao se carregar provoca variações de frequência no circuito que o fazem imitar uma sirene. O resistor de 27k determina o tempo do ciclo de variação do tom para esta sirene. O leitor pode fazer experiências mudando tanto este componente como o capacitor, para obter outros efeitos sonoros.

Uma caracteristica importante deste circuito é sua baixa impedância de saída que permite a alimentação direta de um altofalante de 8 ohms com bom volume.

O leitor usou originalmente para Q1 um transistor AD-149 e para Q2 um AC127. Como se tratam de transistores antigos, damos os equivalentes modernos que podem ser usados sem problemas: para Q1 - TIP42 e para Q2 - BD135.

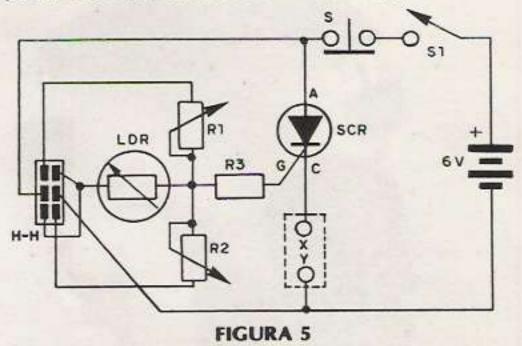
A alimentação do circuito deve ser feita com uma tensão de 9V. A fonte deve fornecer uma boa corrente para que o circuito funcione satisfatoriamente.

NOVA VERSÃO DO SENSOR ELETRÔNICO

O leitor DOMINGOS VALSECHI NETO, de S. José do Rio Preto - SP, de 17 anos de idade, nos envia uma interessante sugestão para melhorar o funcionamento do sensor eletrônico publicado no Livro Experiências e Brincadeiras com Eletrônica - volume 3.

O leitor, conforme mostra o diagrama da figura 5 acrescentou um potenciômetro e uma chave HH ao circuito de modo a fazêlo operar tanto com a incidência de luz como com a falta de luz quando usamos um LDR como sensor.

Com isso o sensor pode ser usado como alarme de luz ou alarme de falta de luz. Na segunda função, pode servir para detectar a passagem de uma pessoa entre uma lâmpada e o sensor, como nos sistemas profissionais usados em bancos.



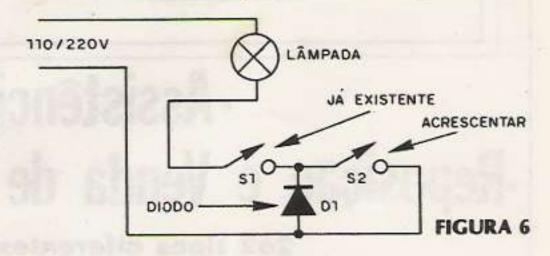
O leitor sugere que o artigo do livro Experiências e Brincadeiras com Eletrônica - volume 3 - seja consultado para maiores informações sobre a montagem, uso e ajustes.

LUZ EM DOIS NÍVEIS

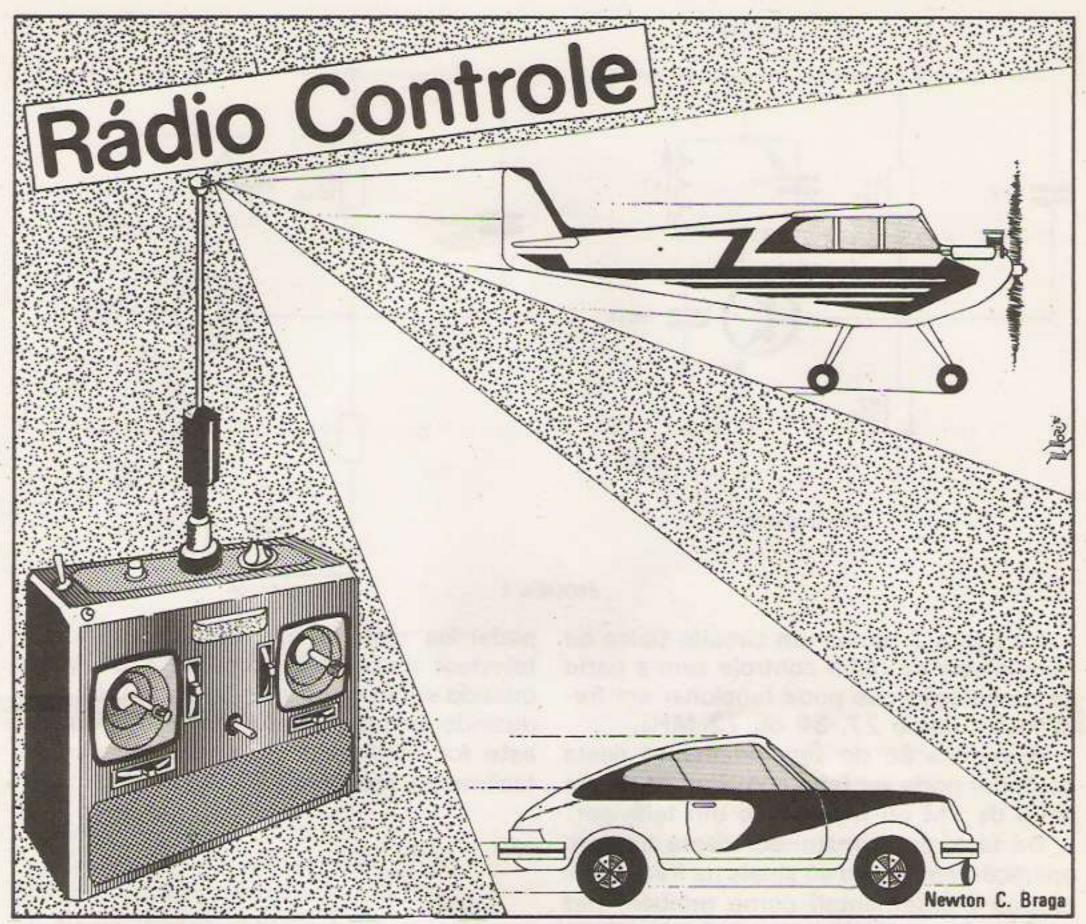
Se bem que já tenhamos publicado em números anteriores o projeto completo de uma luz em dois níveis, pelo fato de se tratar de uma idéia interessante, levamos de novo aos nossos leitores. Quem sugere este dispositivo é o leitor VALMIR DE OLIVEIRA FELTRIN, de 15 anos de idade, de São Paulo - SP.

Trata-se da ligação de um simples diodo em conjunto com dois interruptores, que permite que a luz de sua sala ou de seu quarto brilhe com duas intensidades.

Num interruptor você controla o brilho obtendo luz forte e luz fraca, e no outro você acende ou apaga a luz. (figura 6)



Usando um diodo BY127 ou 1N4004 você pode controlar lâmpadas de até 100W. A luz "baixa" obtida com este recurso é ideal para você assistir TV sem ser ofuscado.



COMO PROVAR CIRCUITOS DE RÁDIO CONTROLE

Muitos dos leitores que fazem montagens de circuitos de rádio controle têm uma dificuldade fundamental: provar ou ajustar os aparelhos montados. Neste artigo, exploramos as diversas técnicas de comprovação e ajuste de circuitos de rádio controle.

Os circuitos de rádio controle que publicamos nesta seção, em sua maioria, são bastante simples para serem realizados mesmo pelos que pouca pu nenhuma experiência tenham no assunto. Assim, não são raros os leitores que apenas dispondo de ínfimos recursos, praticamente só as ferramentas básicas para a montagem, se vêem diante de sérios problemas de ajustes ou comprovação de funcionamento dos aparelhos.

De fato, os projetos simples podem ser facilmente ajustados após a montagem, pois os circuitos detectores super-regenerativos que são usados nestes casos têm apenas um ponto para isso (figura 1), o mesmo ocorrendo em relação aos transmissores.

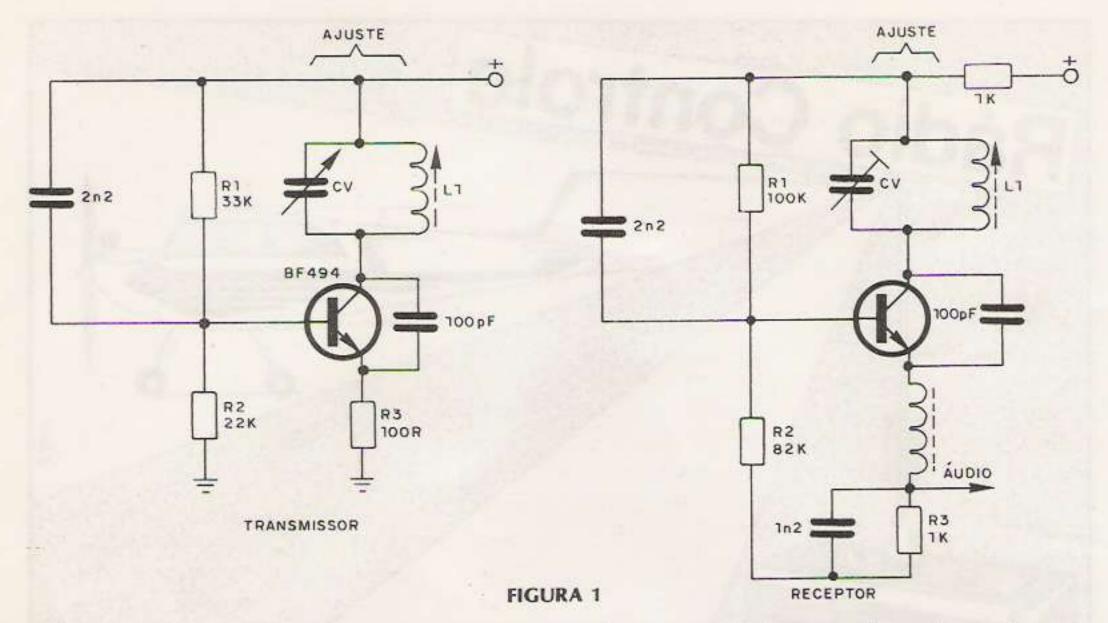
Entretanto, se algo sai errado, se há um componente fora de especificações ou

mesmo inoperante; se a frequência do transmissor não coincide com a do receptor, como fazer sem a ajuda de instrumental apropriado?

Partindo então da hipótese que o leitor não tenha instrumentos próprios e que no máximo disponha de um multímetro, damos a seguir algumas sugestões sobre procedimentos para se fazer a comprovação de circuitos de rádio controle, tanto emissores como receptores.

PROVA DE OSCILAÇÃO

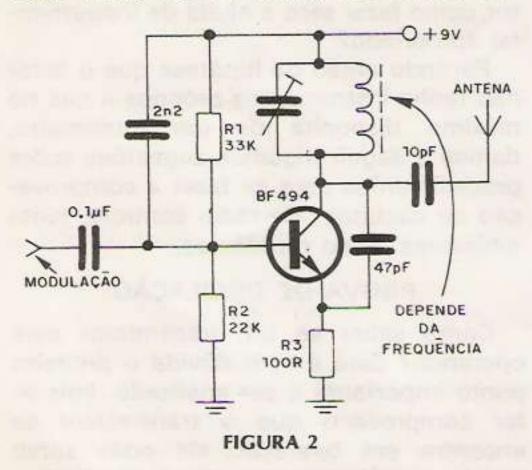
Como saber se um transmissor está operando? Este é sem dúvida o primeiro ponto importante a ser analisado, pois se for comprovado que o transmissor se encontra em operação, ele pode servir como um excelente gerador de sinais para o ajuste do receptor.



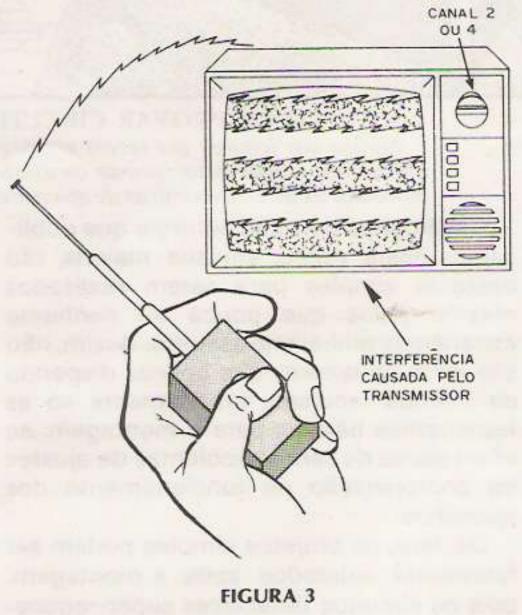
Na figura 2 temos um circuito típico de transmissor de rádio controle sem a parte de modulação que pode funcionar em frequências como 27, 36 ou 72 MHz.

A verificação do funcionamento deste oscilador pode ser feita com a ajuda de um rádio de FM ou mesmo de um televisor.

De fato, um transmissor deste tipo em operação emite não só sinais na frequência própria (fundamental) como também nas frequências múltiplas, denominadas "harmônicas". Isso quer dizer que sintonizado para operar em 27MHz, o sinal de um transmissor pode ser captado com menor intensidade nos 54 MHz e menor intensidade ainda nos 81 MHz, 108 MHz, etc.



Ora, se tivermos um transmissor de rádio controle para a faixa dos 27 MHz podemos testá-lo aproximando-o de um televisor sintonizado no canal 2 (54 MHz) quando então o seu sinal será captado produzindo uma série de linhas na imagem (se este for modulado) ou então um padrão facilmente reconhecível. (figura 3)



Do mesmo modo, poderemos captar este sinal num rádio de FM que esteja sintonizado em 108 MHz.

Para o caso de um receptor de 36 MHz, teremos harmônicas em 72 MHz que corresponde ao canal 4. E quais são os problemas que impedem que um transistor oscile numa etapa como a indicada?

O primeiro problema que ocorre normalmente é a utilização de um capacitor impróprio entre o coletor e o emissor do transistor. O valor deste capacitor normalmente situa-se entre 10 e 100 pF devendo o mesmo ser de disco de cerâmica. Outros tipos podem apresentar problemas.

A frequência de operação do transmissor, por outro lado, pode deslocar-se para longe do esperado em função da bobina.

Neste caso, o aumento do número de espiras ou o aperto das espiras provoca uma diminuição da frequência enquanto que a diminuição do número de espiras ou separação provoca um aumento de frequência. A movimentação do núcleo também é responsável por alterações nesta frequência (figura 4).



OS RECEPTORES

Os receptores super-regenerativos são normalmente formados por duas etapas: uma de alta frequência que é o detector super-regenerativo propriamente dito, e uma de baixa frequência que é o amplificador de áudio. A comprovação de funcionamento destas duas etapas pode ser feita separadamente com facilidade.

Uma característica importante do detector super-regenerativo, como o mostrado na figura 5, é a de oscilar na frequência que está sendo recebida.

Assim, num receptor para 27 MHz, o transistor neste circuito forma com os demais componentes um oscilador que opera nesta frequência emitindo então um sinal de baixa intensidade.

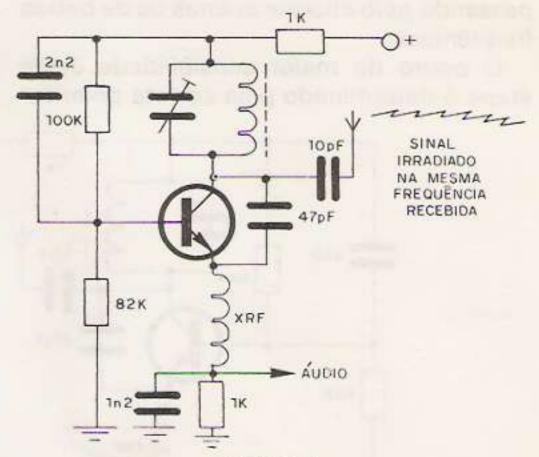
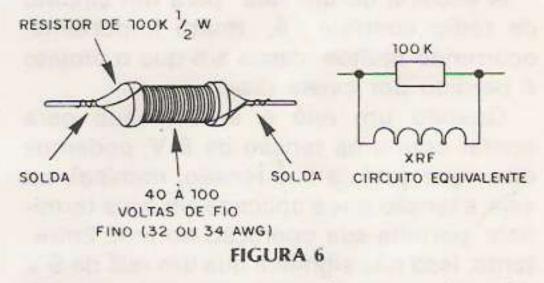


FIGURA 5

Do mesmo modo que no caso do transmissor, podemos então fazer a verificação do seu funcionamento pela simples aproximação de um televisor ligado no canal 2 ou 4 (conforme a frequência) ou de um rádio de FM. O sinal emitido causará o aparecimento de interferência no televisor ou então de sinais audíveis no rádio de FM.

Neste circuito temos alguns componentes importantes que determinam o funcionamento correto do mesmo. Um deles é o capacitor de realimentação, entre o coletor e o emissor do transistor, que deve ser de disco de cerâmica ou plate. Um valor incorreto para este capacitor pode evitar as oscilações ou mesmo desviar bastante a frequência de operação.

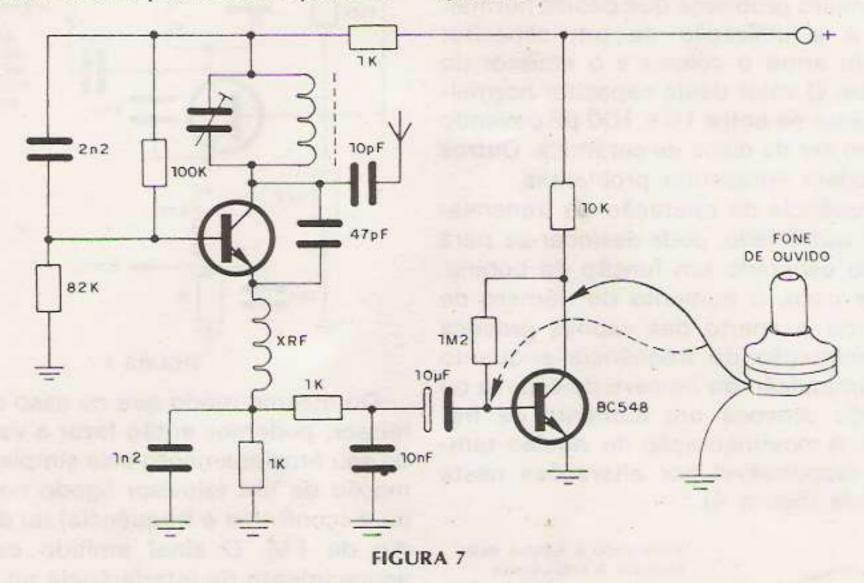
O choque de RF faz a separação do sinal gerado pela etapa de alta frequência usado na regeneração do sinal de áudio que é levado para as etapas seguintes.



Estes choques normalmente não são críticos sendo enrolados em resistores comuns de alto valor (100 K, por exemplo) e ligados em paralelo com os mesmos (figura 6). Os sinais de altas frequências são bloqueados pelo choque e pelo resistor,

passando pelo choque apenas os de baixas frequências.

O ponto de maior sensibilidade desta etapa é determinado pela correta polarização da base do transistor, ou seja, pelos resistores de R1 e R2. É comum utilizar-se em lugar de um deles um trim-pot para ajustes.



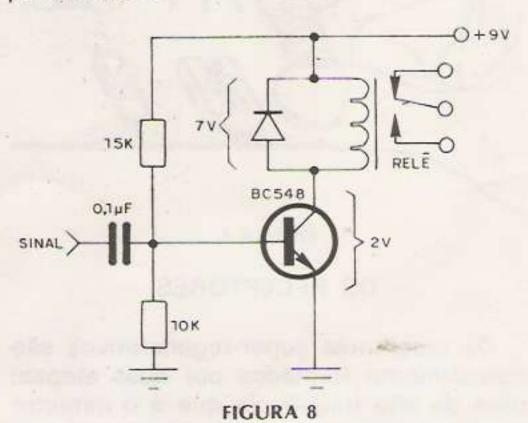
A parte de áudio dos receptores pode ser verificada com a ajuda de um fone de cristal ou mesmo de um pequeno amplificador (seguidor de sinais). Ao se acionar o transmissor nas proximidades do receptor deve-se conseguir ouvir seu sinal no fone que esteja ligado nos diversos pontos do circuito mostrado na figura 7. Estes pontos correspondem ao percurso do sinal, devendo, à medida que nos aproximamos do relê, encontrá-lo cada vez mais forte.

Um ponto importante que deve ser considerado em muitos casos, é o não funcionamento do receptor pela incapacidade de acionamento do relê.

A escolha de um relê para um circuito de rádio controle é muito importante, ocorrendo muitos casos em que o projeto é perdido por causa disso.

Quando um relê é especificado para operar com uma tensão de 9 V, podemos dizer que está, a sua tensão, nominal, ou seja, a tensão que é aplicada em seus terminais permite sua operação normal. Entretanto, isso não significa que um relê de 9 V deve ser sempre usado num circuito alimentado por 9V.

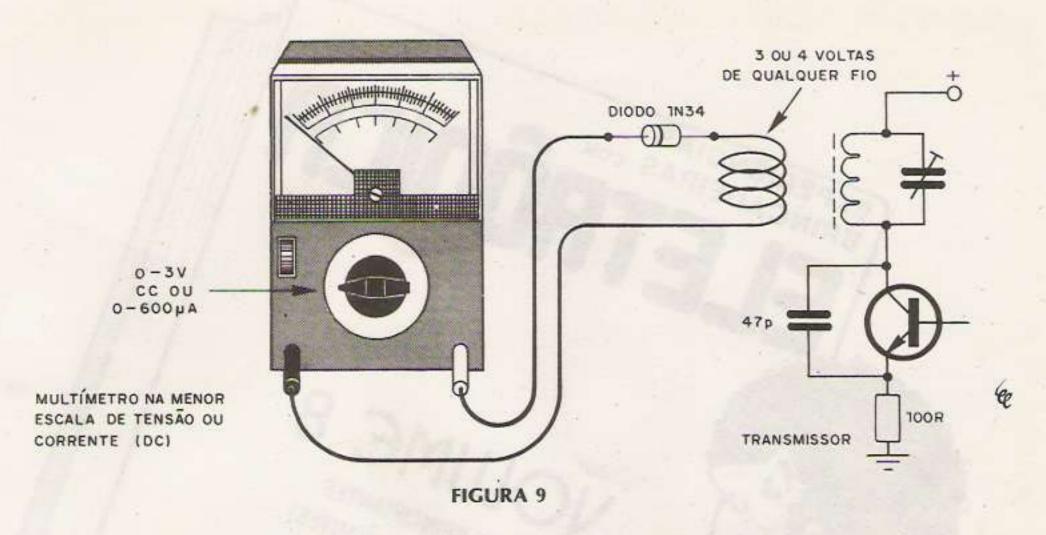
Se considerarmos o circuito de acionamento da figura 8, com a excitação total do transistor, poderemos ter neste componente uma queda de tensão de 2V ou mais de modo que sobra para o relê apenas 7V. Seu acionamento neste caso é problemático.



É por este motivo que, se num circuito a alimentação for de 9V não deveremos usar um relê que feche seus contactos a partir de 9V mas sim com menos.

Mesmo assim, fica a possibilidade do transistor acionar ou não este relê com o sinal que seja aplicado à sua base.

Se curto-circuitarmos momentaneamente a base deste transistor com o seu coletor, deve circular por este componente uma corrente capaz de acionar o relê. Se isso acontecer, ele não serve para o caso.



O MULTÍMETRO

Os leitores que se interessam pelo rádio controle e por outras montagens eletrônicas não devem deixar de se esforçar para ter um multímetro mesmo que de baixo custo.

Com este instrumento praticamente todos os tipos de testes podem ser feitos com facilidade em circuitos e componentes e a detecção de falhas torna-se infinitamente mais simples.

É claro que é preciso antes de tudo saber usar o multimetro.

Com a utilização de uma pequena bobina captadora, por exemplo, conforme mostra a figura 9, o multimetro, pode com a ajuda de um diodo ou ligado na escala mais, baixa de tensões alternantes acusar a presença de sinais de um transmissor ou de uma etapa detectora super-regenerativa.

Na aproximação da bobina do circuito em prova, a agulha do instrumento deve deflexionar para a direita acusando a oscilacão.

Com o multimetro nas escalas de tensão pode-se verificar a recepção de sinais de um aparelho de controle remoto, ligando-o entré os transistores, conforme sugere a figura 10. A deflexão da agulha neste circuito e o não acionamento do relê indicam que o problema é no relê e não no circuito receptor. Veja no multimetro a tensão indicada para ter uma idéia do relê que deve ser usado.

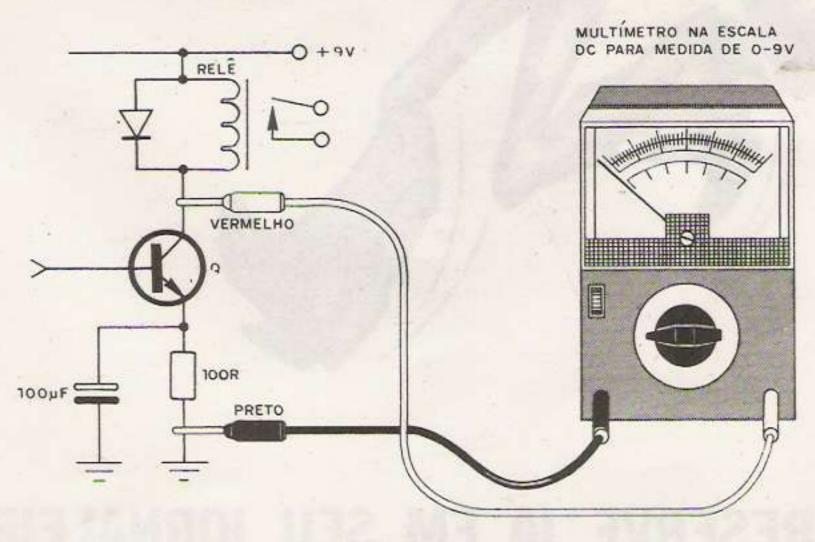


FIGURA 10



RESERVE JA EM SEU JORNALEIRO

CURSO DE © ELETRÔNICA

LIÇÃO 47

Além dos diodos e dos transistores existem muitos outros dispositivos que aproveitam as propriedades semicondutoras das junções entre os materiais que estudamos. Estes dispositivos por suas propriedades elétricas específicas são usados em muitas aplicações práticas interessantes. Um deles, que estudaremos nesta lição é o transistor unijunção.

113. Os transistores unijunção

O transistor unijunção ou de junção única consiste num dispositivo bastante simples na estrutura e que pode ser usado na função básica de oscilador, ou seja, para produzir sinais de determinadas características. Este dispositivo tem a estrutura mostrada na figura 587 onde também é mostrado seu símbolo.

EMISSOR

P

N

BASE 2

B2

B2

B3

B1

SIMBOLO

figura 587

Este transistor tem por base um pedaço de material semicondutor de silício tipo N com uma ligação direta em cada extremo. Esta ligação faz com que entre os extremos do material se manifeste uma resistência pura, ou seja, a corrente pode circular com a mesma facilidade da base 1 para a base 2, como da base 2 para a base 1, como são chamadas estas conexões.

Esta resistência manifestada entre as bases do transistor unijunção é expressa nos manuais pelo símbolo Rbb e pode variar entre 3 000 e 15 000 ohms nos casos mais comuns.

No material semicondutor que forma esta lâmina básica existe uma região difusa de material P que forma então a única junção do transistor. Esta junção fica a uma certa distância da base 1 e da base 2 que determinarão as características elétricas deste semicondutor. Estrutura e símbolo

Resistência inter-bases

Neste região de material P é ligado o terceiro terminal do transistor que então corresponde ao seu emissor.

Com a manifestação de uma junção, que pode ser comparada a um diodo, e de uma resistência pura entre as bases, podemos desenhar um circuito equivalente a este transistor conforme mostra a figura 588.

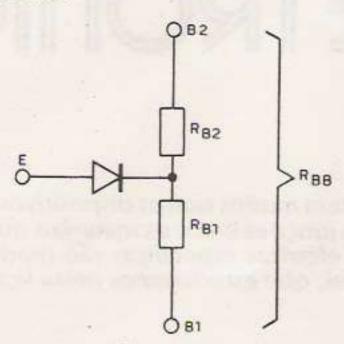


figura 588

Em funcionamento, a base 2 é ligada a uma fonte de tensão positiva e a base 1 é ligada à terra, funcionando então Rbb, a resistência entre as bases como um divisor de tensão. Temos então a tensão máxima em B2, a tensão mínima em B1 e uma tensão intermediária na junção do emissor.

A proporção em que a tensão que aparece na região do emissor do transistor fica dividida é uma das características mais importantes do transistor unijunção, podendo esta situar-se entre 0,4 e 0,8, conforme o tipo. Esta fração é denominada "relação intrínseca".

Veja então que, se levarmos em conta o circuito equivalente ao transistor unijunção ligado à fonte de tensão do modo indicado, no emissor, no catodo do diodo que representa a junção teremos uma tensão que depende justamente da relação intrínseca. Por exemplo, se a tensão de alimentação do circuito for de 10V e a relação intrínseca do transistor 0,6 teremos na região do emissor do transistor em questão uma tensão de 6 V (0,6 x 10 = 6 V), conforme mostra a figura 589.

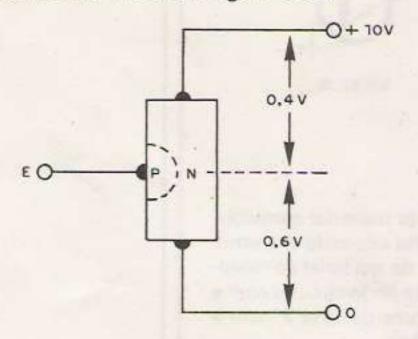


figura 589

Veja então que o funcionamento do transistor dependerá agora do modo segundo o qual polarizamos o diodo equivalente.

Se no anodo deste transistor que equivale ao emissor do transistor aplicarmos uma tensão menor que 6 V (no exemplo da figura 589), o diodo ficará polarizado no sentido inverso, e nada acontecerá. Será manifestada para esta tensão uma resistência muito alta, da ordem de muitos milhões de ohms. O emissor

Circuito equivalente

Relação intrínseca

Funcionamento

Um capacitor carregado com tensão inferior a esta que temos no catodo do diodo se mantém indefinidamente carregado sem nada ocorrer, conforme mostra a figura 590.

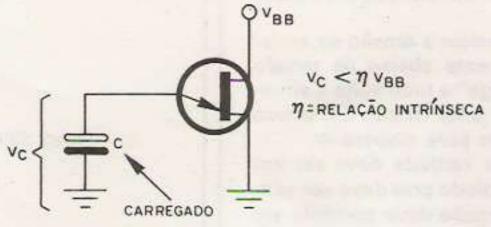
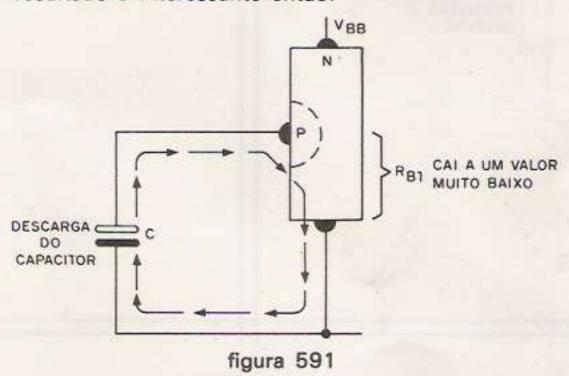


figura 590

Se, entretanto, a tensão aplicada ao emissor do transistor superar um pouco que seja, a tensão do catodo do diodo, que depende da relação instrínseca, o diodo em questão começará a conduzir, passando a circular uma pequena corrente no sentido indicado na figura 591.

Essa corrente ao passar pela resistência Rb1 dá origem a um processo "regenerativo" que faz com que portadores de carga sejam liberados em grande quantidade.

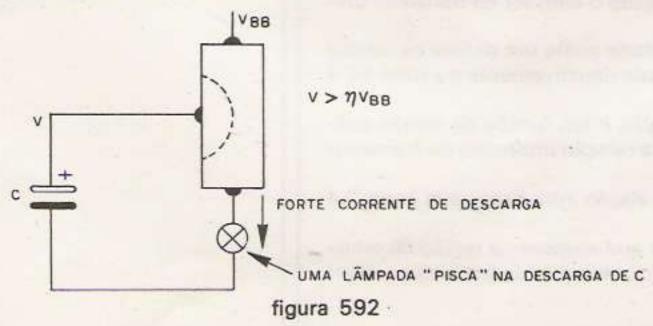
O resultado é interessante então:



A resistência que era da ordem de alguns milhares de ohms entre o emissor e a base B1 pode cair a um valor tão baixo como 20 ohms ou menos o que significa que ao mesmo tempo cai a tensão do catodo do diodo.

O resultado é que este pode então conduzir intensamente a corrente aplicada ao emissor em direção à base B1.

Se, por exemplo, ligarmos ao emissor do transistor unijunção um capacitor carregado com uma tensão maior que a existente no catodo do diodo o resultado com a diminuição da resistência e a condução do diodo será a descarga deste componente com uma forte corrente.



Regeneração

Descarga

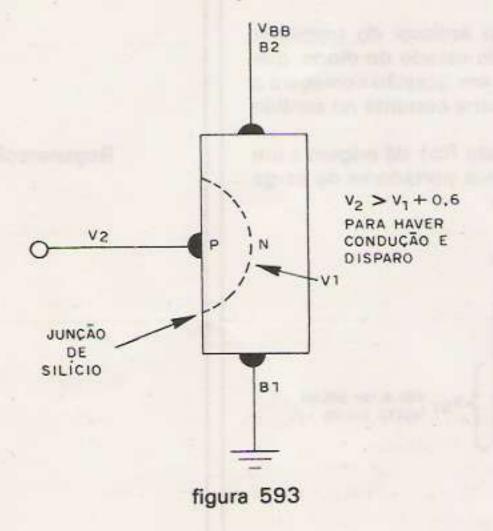
Num transistor comum esta corrente de descarga pode chegar a vários ampères o que entretanto não é suficiente para causar qualquer dano ao mesmo. Sendo rápida a descarga do capacitor, não há tempo para ser gerado calor suficiente para causar qualquer dano ao componente.

Veja que, se após a descarga do capacitor a tensão de emissor do transistor unijunção cair novamente abaixo da tensão existente no catodo do diodo, este "desliga" e tudo volta a situação inicial. Precisaremos novamente de uma tensão um pouco

maior que a tensão de catodo do diodo para dispará-lo.

A tensão que o transistor dispara na verdade deve ser um pouco maior que a tensão de catodo do diodo pois deve ser vencida sua "barreira de potencial". Esta tensão deve portanto ser aproximadamente 0,6 V maior que a tensão de catodo do diodo.

Novo ciclo



Resumo do quadro 113

- O transistor unijunção possui apenas uma junção.
- Num pedaço de material N existem dois eletrodos que formam as duas bases.
- Entre as duas bases manifesta-se uma resistência ôhmica pura.
- No meio do pedaço de material N existe uma região P e entre elas a única junção do transistor.
- Entre o pedaço de material N e o pedaço P é como se existisse um diodo.
- No pedaço de material P é ligado o emissor do transistor unijunção.
- O pedaço de material N funciona como um divisor de tensão quando a base B1 é alimentada negativamente e a base B2 é alimentada positivamente.
- A tensão que aparece na região P em função da tensão aplicada nas bases é denominada relação intrínseca do transistor unijunção.
- Para os tipos comuns essa relação intrínseca varia entre 0,4 e 0,8.
- Quando alimentado a tensão que aparece na região do emissor determina o ponto de funcionamento do transistor unijunção.

Se o emissor for polarizado com uma tensão menor do que a que existe no catodo do diodo nada ocorre. Se o emissor for alimentado com uma tensão maior do que a que existe no catodo o diodo fica polarizado no sentido direto e conduz. Se esta tensão vier de um capacitor este se descarrega entre o emissor e a base B1. A resistência entre o emissor e a base B1 reduz acentuadamente com a condução do transistor de modo a permitir a circulação de correntes intensas. Uma vez que a tensão do emissor caia, a resistência entre o emissor e a base B1 volta ao normal. A tensão que Provoca o disparo do transistor deve ser uns 0,6 V maior que a tensão do catodo do diodo. Avaliação 358 Entre as bases de um transistor unijunção a corrente circula de que modo em condições normais? a) somente de B1 para B2 b) somente de B2 para B1 Resposta C c) tanto de B2 para B1 como de B1 para B2 d) a corrente não pode circular. Explicação Conforme estudamos, a parte básica do transistor unijunção é formada por um pedaço de material semicondutor do tipo N de silício de tal modo que entre suas pontas manifesta-se uma resistência ôhmica pura. Veja que entre as bases que são ligadas entre os extremos do material semicondutor não existem junções por onde a corrente deva passar o que quer dizer que ela pode circular tanto num sentido como em outro. Se bem que o material não apresenta uma resistência muito baixa, conforme vimos, ela é entretanto suficiente para permitir a circulação de correntes. A resposta correta para este teste é a da alternativa c. Avaliação 359 Se a base B1 de um transistor for ligada à massa do circuito (OV), e se sua base B2 for ligada a uma fonte de tensão de 2V, aparece na junção única do transistor, do lado oposto ao emissor uma tensão de 1,4 V. Isso significa que a relação intrínseca deste transistor vale: a) 0,6 b) 1,2 Resposta C c) 0,7 d) 1,4 Explicação Veja que a relação intrínseca dá a proporção em que a tensão fica dividida em relação à base B1. Isso quer dizer que 1,4 V em relação à 2 V corresponde à 0,7 que é justamente a relação intrínseca. Basta dividir 1,4 por 2 para se obter o valor desejado. A resposta correspondente é portanto a da alternativa c.

Avaliação 360

Para que um transistor unijunção entre em seu estado de condução de que modo devemos aplicar uma tensão em seu emissor?

- a) deve ser aplicada uma tensão negativa menor que a existente em B1
- b) deve ser aplicada uma tensão positiva maior que a existente em B2
- c) deve ser aplicada uma tensão positiva menor que a existente na junção do emissor
- d) deve ser aplicada uma tensão maior do que a existente na junção do emissor.

Resposta D

Explicação

Para que o transistor entre no seu estado de condução é preciso que a junção emissor base seja polarizada no sentido direto. Para isso, a tensão que for aplicada no emissor do transistor deve ser de pelo menos 0,6 V a mais que a tensão que se manifesta na região do emissor do lado da base a qual é determinada pela relação intrínseca do transistor. A resposta correta para esta pergunta é portanto a da alternativa d.

114. Usando o transistor unijunção

Pelo que vimos, o transistor unijunção comporta-se como um interruptor aberto (emissor/base apresentando altíssima resistência) quando a tensão de emissor está abaixo de certo valor e como um interruptor fechado (emissor/base apresentando muito baixa resistência) quando a tensão de emissor supera determinado valor.

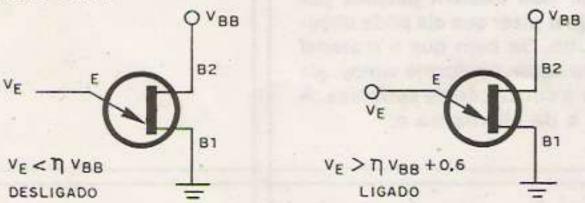
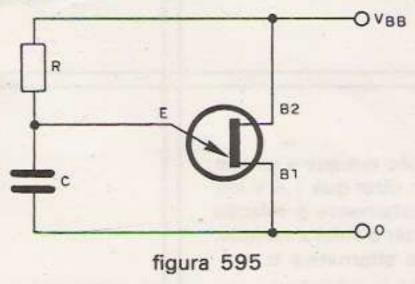


figura 594

Esta capacidade do transistor unijunção permite sua utilização como elemento ativo de circuitos osciladores de um tipo especial. Este transistor pode ser empregado como oscilador de relaxação com características importantes que permitem sua utilização em muitas aplicações práticas.

Na figura 595 temos o circuito básico de um oscilador de relaxação que então funciona do seguinte modo:



Interruptor de estado sólido

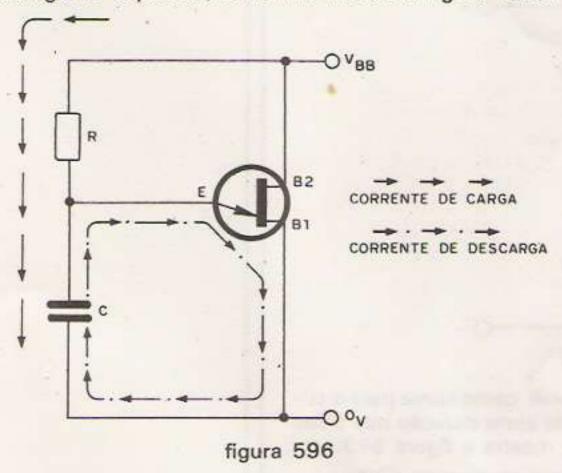
Oscilador de relaxação

instrução programada

O emissor do transistor unijunção é ligado a um circuito de tempo RC. Partindo então de uma situação inicial em que o capacitador esteja completamente descarregado e que portanto a tensão em suas armaduras seja nula, ligamos a fonte de alimentação Vbb do circuito.

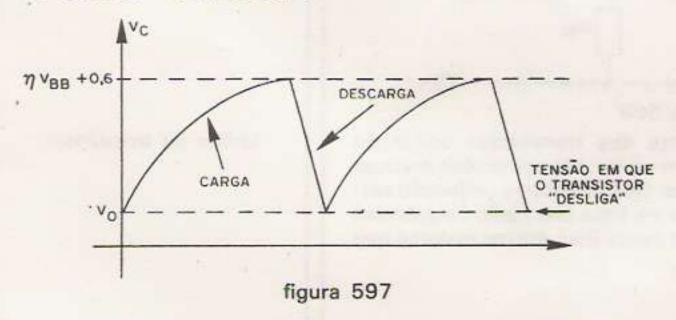
Neste momento, a corrente começa a circular pelo resistor R carregando o capacitor C de modo que a tensão em suas armaduras começa a subir. Enquanto a tensão no capacitor é inferior, ao valor de disparo do unijunção este se mantém desligado de modo que a carga do capacitor continua.

Entretanto, no momento em que a tensão no capacitor atinge o valor necessário ao disparo do transistor o que está em torno de um valor 0,6 V maior que a tensão de emissor dada pela relação intrínseca, as coisas mudam: passa a manifestar-se uma resistência muito baixa entre o emissor e a base B1 que provoca a descarga do capacitor, conforme mostra a figura 596.



É claro que a tensão no capacitor não chega a cair a zero, mas ocorre sua descarga parcial com a produção de um pulso de corrente no circuito. Uma vez que a tensão cai a um ponto em que a condução não mais pode ser mantida, o transistor unijunção desliga e um novo ciclo se inicia.

Na figura 597 temos a forma de onda que pode ser conseguida neste processo sendo então representada a carga lenta do capacitor e a descarga mais rápida que nos dá a conhecida forma de onda "dente de serra"



A frequência de operação deste circuito depende do valor do capacitor C e do resistor R por onde ele se carrega. Esta frequência pode ser calculada pela fórmula:

f = 1/R.C

Circuito RC

Forma de onda

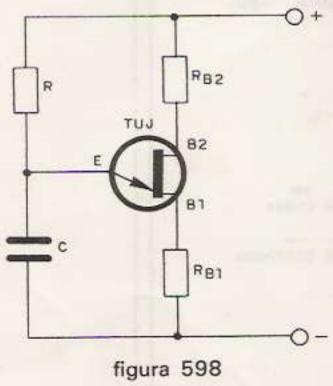
Frequência de operação

f em hertz C em farads R em ohms

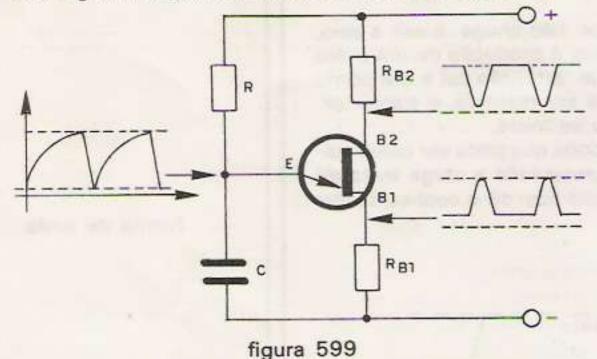
Uma característica importante deste circuito é a estabilidade de frequência a qual praticamente independe de Vbb. Assim, mesmo que Vbb varie uns 10% a frequência em consequência sofre variações de apenas 1%.

R pode ter valores tão pequenos como 5k e tão grandes como 1M o que significa que, com a utilização de um potenciômetro em lugar de R podemos com apenas um capacitor variar a frequência numa faixa de largura de até 200/1.

Na prática, o transistor unijunção não é ligado diretamente à Vbb e à terra como nos circuitos tomados como exemplo. Para estabilizar seu funcionamento são acrescentadas as resistências Rb1 e Rb2.



A resistência Rb1 pode também servir como carga para o circuito aparecendo na mesma pulsos de curta duração nos picos da descarga do capacitor, conforme mostra a figura 599.



Uma característica importante dos transistores unijunção comuns que deve ser levada em conta nas aplicações práticas é sua capacidade de frequência. Os transistores unijunção servem exclusivamente para operar na faixa das áudio frequências não alcançando na maioria dos casos frequências maiores que algumas dezenas de quilohertz.

O 2N2646

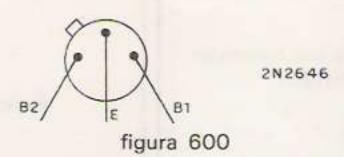
O transistor unijunção 2N2646 é um dos mais utilizados nos projetos práticos atualmente. Este transistor cujo aspecto é mostrado na figura 600 apresenta as seguintes características:

Estabilidade

Limite de frequência

O 2N2646

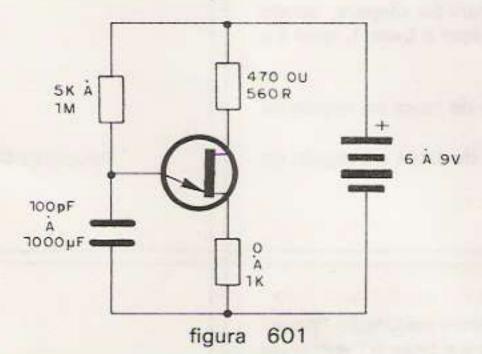
instrução programada



Tensão inversa máxima de emissor = 30 V Vbb máxima = 35 V Corrente de pico de emissor = 2 A Corrente eficaz de emissor (máxima) = 50 mA. Dissipação máxima = 300 mW Relação intrinseca = 0,56 à 0,75 Rbb = 4,7 à 9,1 k

Uma observação deve ser feita em relação à tensão inversa de emissor. Esta é a tensão máxima que suporta o "diodo" que existe entre o emissor e as bases do transistor quando polarizado no sentido inverso. Se esta tensão for superada o diodo "queima-se" e com isso o transistor fica inutilizado.

Na figura 601 temos um oscilador de relaxação com transistor unijunção com os valores típicos dos componentes usados.



Tensão inversa de emissor

Resumo do quadro 114

- Os transistores unijunção podem ser usados como osciladores de relaxação.
- Num oscilador de relaxação o emissor do transistor é ligado a um circuito RC que determina sua frequência.
- O capacitor carrega-se via resistor até ser atingida a tensão de disparo do transistor.
- No disparo diminui a resistência entre o emissor e a base B1 de modo a haver a descarga do capacitor.
- Ao se descarregar o transistor "desliga" e um novo ciclo se inicia.
- O capacitor deve carregar-se com uma tensão 0,6V maior que a existente na região do emissor do transistor para haver seu disparo.
- Este oscilador produz um sinal cuja forma de onda corresponde ao dente de serra.
- O oscilador de relaxação presta-se somente à produção de sinais na faixa das áudio frequências.
- Com a faixa de valores do resistor entre 5k e 1M pode-se variar de 1/200 a frequência do oscilador sem a troca do capacitor.
- Para estabilizar o funcionamento deste oscilador usa-se um resistor na base B2.
- A estabilidade de frequência é da ordem de 1% quando a tensão de alimentação varia de 10%.

Avaliação 361 Qual é a forma da onda obtida no emissor de um transistor unijunção que funciona como oscilador de relaxação? a) dente de serra Resposta A b) senoidal c) retangular d) triangular Explicação A subida mais lenta da tensão e depois uma descarga rápida do capacitor formam a onda dente de serra que caracteriza um oscilador de relaxação. Esta forma de onda é de grande utilidade em aplicações práticas como por exemplo em circuitos de base de tempo de osciloscópios. A resposta correta para este teste é portanto a da alternativa a. Avaliação 362 No momento em que o transistor unijunção dispara, sendo reduzida então a sua resistência entre emissor e base 1, qual é a tensão de emissor? a) igual à tensão de alimentação b) 0,6 V menor que a tensão do material de base na região de emissor c) 0,6 V maior que a tensão do material de base na região de Resposta C emissor d) igual à tensão da base B1. Explicação Conforme estudamos, para que o transistor unijunção "ligue" diminuindo sua resistência entre o emissor e a base B1 é preciso que a sua junção única seja polarizada no sentido direto. Isso acontece quando a tensão de emissor é pelo menos 0,6 V maior que a tensão existente no ponto da junção que fica a altura do material das bases, ou seja, uma tensão dada pela relação intrínseca multiplicada pela tensão de alimentação. No nosso caso a resposta correta é portanto a da letra c. Avaliação 363 Qual das seguintes características não é válida para o caso de um oscilador de relaxação com transistor unijunção? a) estabilidade nas altas frequências Resposta A b) estabilidade de frequência em função das variações da tensão da fonte c) grande faixa de frequências de operação d) forma de onda dente de serra Explicação Uma das características do oscilador de relaxação com transistor unijunção é a sua operação somente na faixa das áudio-frequências. Isso quer dizer que este oscilador não se presta a produção de sinais de altas frequências o que nos leva a alternativa a como a única incorreta. A resposta que deve ser assinalada é portanto a letra a.