

ELETRÔNICA

S

Slim POWER · 48W PARA O CARRO

⊕ ⊖

AMPLIFICADOR ESTÉREO · 12+12W

M

AMPLIFICADOR MONO · 24W



Tok Music Mini Orgão
Projetando Reguladores à Zener

Cód. 1406
Mauá, Santarém, Rio-Branco, Boa Vista, Altamira, Macapá e Rorôndônia (via aérea) Cr\$ 420.00

Revista

ELETRÔNICA

Nº 121
OUTUBRO
1982



EDITORA
SABER
LTDA

diretor
administrativo:

Élio Mendes
de Oliveira

diretor
de produção:

Hélio
Fittipaldi

REVISTA
SABER
ELETRÔNICA

diretor
responsável:

Élio Mendes
de Oliveira

diretor
técnico:

Newton
C. Braga

gerente de
publicidade:

J. Luiz
Cazarim

serviços
gráficos:

W. Roth
& Cia. Ltda.

distribuição
nacional:

ABRIL. S.A. -
Cultural e
Industrial

Revista Saber
ELETRÔNICA 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

Slim Power - 48W para o carro - Amplificador Estéreo • 12 + 12W - Amplificador Mono • 24W - Mini Equalizador Ativo	2
Tok Music	17
VU com 741	26
Rádio Controle	33
Conversor Luz Som	40
Construa um Multiteste Versátil	48
Projetando Reguladores à Zener	58
Seção do Leitor	65
Curso de Eletrônica - Lição 66.	68

Capa - Foto do protótipo do
Slim Power

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 idéias oriundas dos mencionados textos, sob pena de sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.
NUMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50.450-São Paulo, ao preço da última edição em banca, mais despesas de postagem. SOMENTE A PARTIR DO NÚMERO 47 (MAIO/76).

Slim POWER



Um novo e potente Circuito Integrado de Áudio recém lançado pela IBRAPE permite a realização de amplificadores ultra-compactos, econômicos e de excelente qualidade de som. Neste artigo damos três versões básicas de amplificadores para os leitores que as podem utilizar de muitas maneiras diferentes. Estes projetos vêm de encontro aos leitores desejosos em reunir num único circuito a alta qualidade de som, a economia e a simplicidade. Os projetos são:

- Um Booster ou Amplificador-Reforçador para o carro capaz de aumentar a potência do som do carro para 24+24W ou seja, 48W por unidade.
 - Um sistema estereofônico econômico para o lar com potência de 12+12W, para um toca-discos ou sintonizador estéreo-FM.
 - Um módulo expansível de 24W para diversas aplicações como o reforço modulado de som em carro, sonorização modulada de ambientes ou a montagem de caixas amplificadas.
- Veja no artigo as inúmeras vantagens que estes amplificadores podem lhe oferecer.

Newton C. Braga

A BASE

A base destes projetos é o novo circuito integrado TDA1510, fabricado pela IBRAPE, e que fornece em cargas de 2 ohms, potências até 12W por canal, com alimentação de 14V.

Mas, o mais importante neste integrado é que, num invólucro temos os dois canais de um amplificador estéreo, o que significa que, com uma unidade apenas podemos ter tanto um amplificador de 12W por canal, com carga de 2 ohms, como um amplificador monofônico em ponte com 24W de saída em carga de 4 ohms.

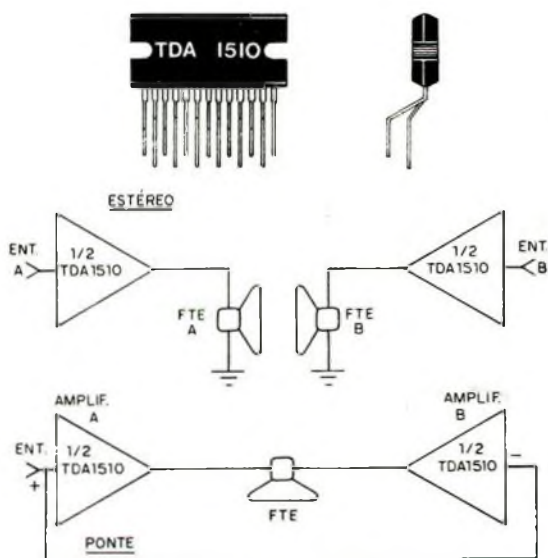


figura 1

Combinando então um ou dois integrados podemos ter sistemas de sons de diversos tipos. Escolhemos três para a realização deste artigo.

Interessa-nos as características deste integrado, através das quais o leitor pode ter uma idéia do seu desempenho em cada projeto que propomos neste artigo.

CARACTERÍSTICAS DO TDA1510 (cada canal)

Faixa de tensões de alimentação.	6 à 18V
Potência de saída com 14V em carga de 2 ohms	12W
Potência máxima de dissipação (t = 105°C)	15W

Corrente quiescente total	88mA
Faixa de frequência de operação	20Hz à 90kHz
Ganho de tensão	40dB
Impedância de entrada (determinada externamente).	100k

Além disso, este integrado possui proteção contra curto-circuito na saída e proteção térmica.

OS PROJETOS

As possibilidades de aplicação do TDA1510 em projetos de som são muitas, conforme salientamos na introdução. Estudando estas possibilidades escolhemos três que julgamos abranger a maior parcela possível de interesses de nossos leitores.

Os projetos escolhidos caracterizam-se pelo máximo de aproveitamento das possibilidades deste integrado, o que significa a obtenção de qualidades que não podem ser conseguidas com projetos similares com tanta facilidade e economia. Os leitores exigentes facilmente perceberão isso na descrição de cada um dos projetos.

a) **Booster ou Amplificador de Reforço para o carro (potência 48W)**

Este é o primeiro circuito que oferecemos aos leitores e que consiste num amplificador para o carro, que na sua versão básica fornece uma potência de 24W por canal, ou seja, 48W totais "de verdade".

Veja que esta potência é expressa em termos reais e não "disfarçada" como ocorre em muitos amplificadores comerciais. Um amplificador que forneça uma potência de 48W reais terá na realidade mais de 65W IHF.

Este amplificador usa dois integrados em cada canal os quais são ligados em ponte e operam com cargas de 4 ohms. Veja que a operação em 4 ohms e não em 2 ohms, como normalmente se faz com a maioria dos amplificadores de carro, evita as perdas de potência devidas a resistência do fio de ligação ao alto-falante. Trabalhando com impedância maior reduzimos as perdas.

A principal característica de nosso projeto, entretanto são suas dimensões físicas, extremamente reduzidas conforme mostra a figura 3.

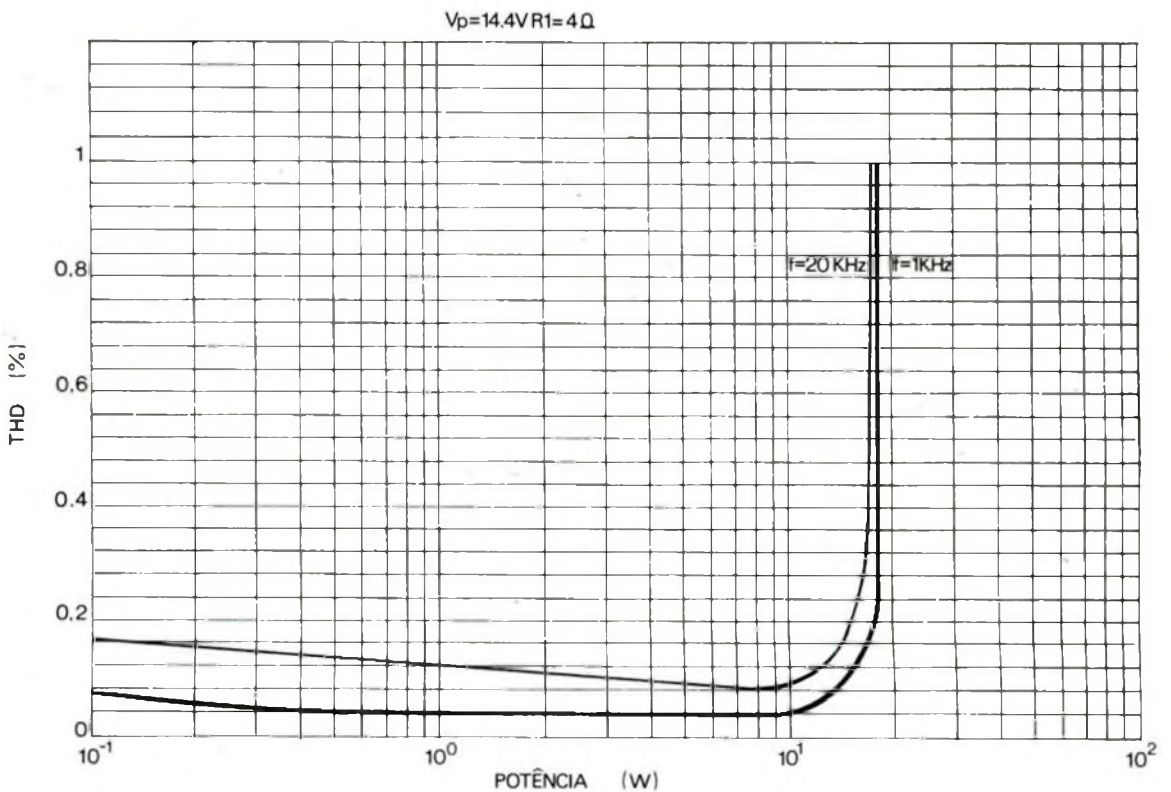
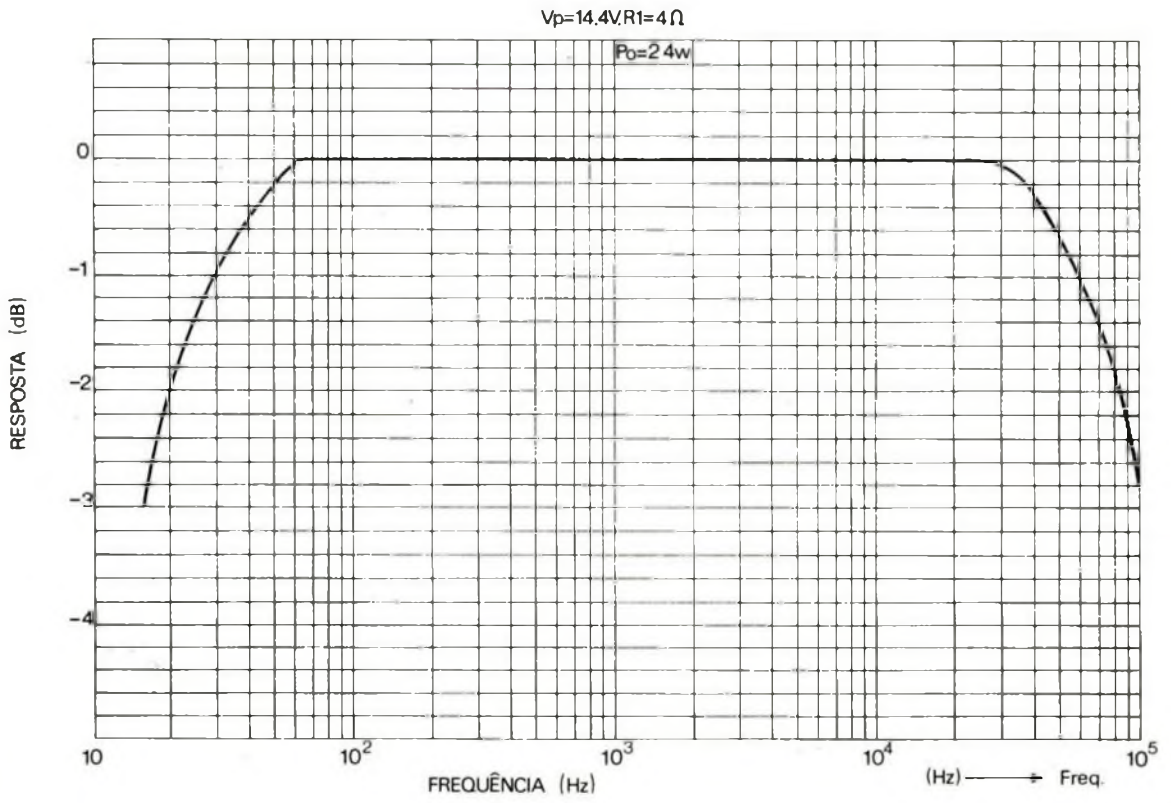


figura 2

Este circuito é projetado para funcionar de toca-fitas já incluindo os recursos para com rádios e sintonizadores de FM além acoplamento a tais aparelhos.

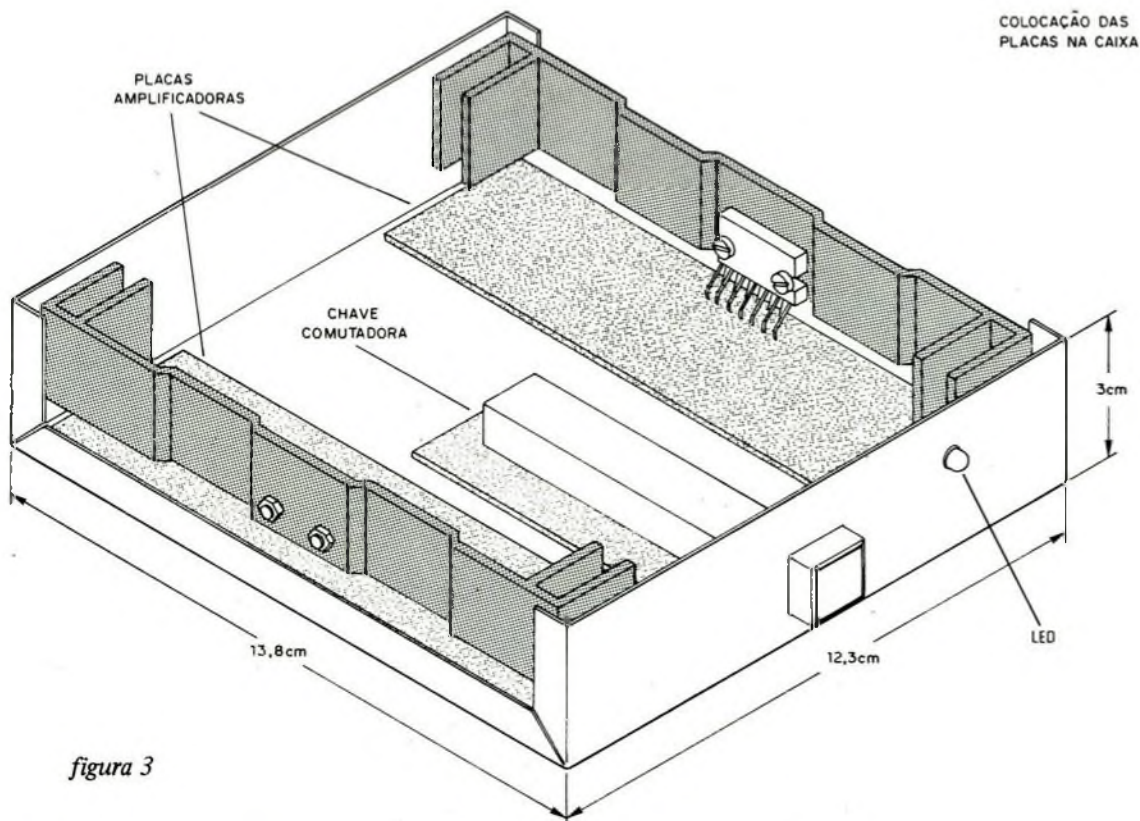


figura 3

b) Estéreo 12+ 12W doméstico

Para aplicações num sistema de som doméstico temos a segunda versão que usa apenas um integrado TDA1510, sendo por isso bastante econômica.

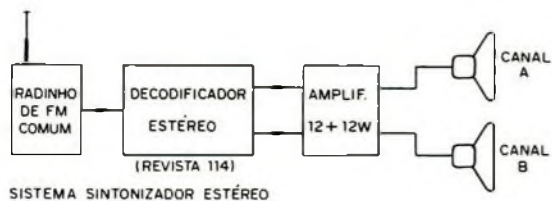


figura 4

O leitor poderá utilizar esta versão em um sistema de toca-discos estereofônico de 24W, ou então aproveitar este excelente amplificador para montar, com seu radinho FM, um excelente "Receiver" (veja a revista 114 como montar o decodificador com o integrado MC1310).

Para este projeto também daremos a fonte de alimentação.

c) Módulo de potência de 24W

Temos finalmente a possibilidade de montar diversos módulos, cada qual con-

tendo um integrado amplificador ligado em ponte, capaz de fornecer uma potência real de 24W em carga de 4 ohms.

O leitor poderá ligar cada módulo a um alto-falante ou caixa acústica e obter com isso a *potência que quiser* para seu carro, para sua casa ou ainda para um sistema difusor de som.

Na figura 5 temos as diversas possibilidades, ilustrando no primeiro caso um sistema de 96W para o carro, com 4 módulos, um para cada alto-falante, no segundo caso, um sistema trifônico doméstico com 72W, e finalmente no terceiro caso, aproveitando o mixer-difusor da Revista 120, um sistema de sonorização ambiente de 120W.

Pois bem, vejamos como com um simples integrado podemos fazer tudo isso.

OS CIRCUITOS

O integrado TDA1510 é apresentado num invólucro de pequenas dimensões facilitando assim sua montagem em placa de circuito impresso. Seu formato prevê a colocação do dissipador de calor, necessário em todas as aplicações.

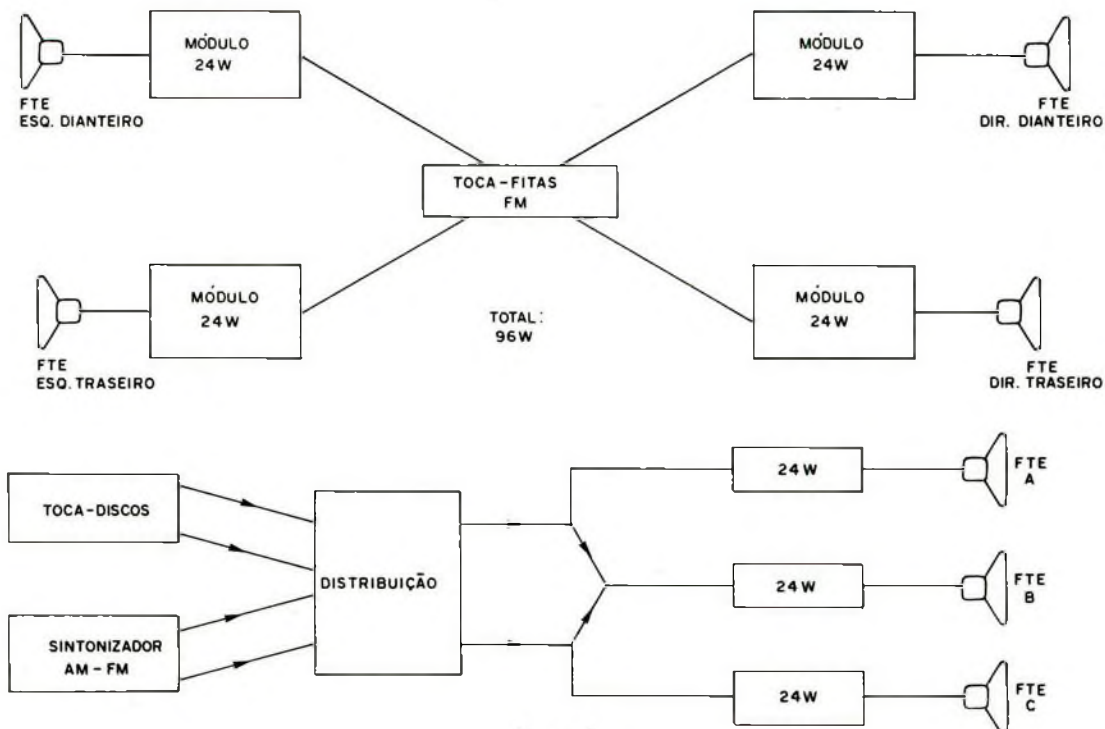


figura 5

Evidentemente, os leitores que se propuserem a realizar qualquer uma das montagens devem ter os recursos para a elaboração da placa de circuito impresso, e da caixa, ou então conseguí-las prontas de outro modo.

Para a versão menor utilizamos apenas uma placa (módulo de potência), sendo que para a versão doméstica usamos duas placas (amplificador e fonte) enquanto que, para a terceira que é usada no carro temos três placas.

Analisemos o funcionamento do integrado nas três versões:

Conforme vimos, cada integrado possui dois amplificadores completos com entradas independentes e saídas independentes. Estes amplificadores fornecem 12W em carga de 2 ohms e têm como facilidade importante uma entrada inversora e uma não inversora.

Na figura 6 temos sua representação.

Numa aplicação simples, podemos usar separadamente os dois amplificadores, um para cada canal, ligando suas entradas separadas e também suas saídas em alto-falantes diferentes. Isso será feito no caso do amplificador para uso doméstico, quando obtemos 12+12W.

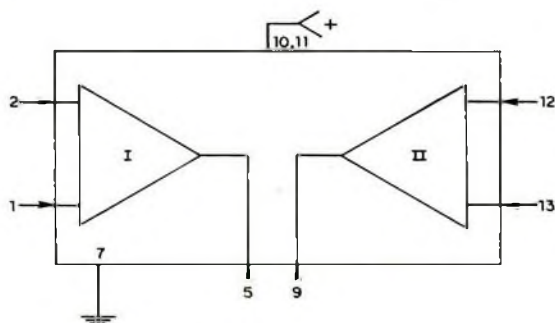


figura 6

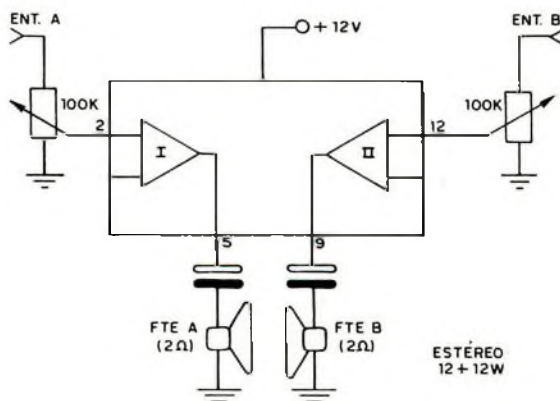


figura 7

Veja o leitor que neste circuito devemos ter o controle de volume adicional na en-

trada que pode ser facilmente conseguido com dois potenciômetros de 100k, e eventualmente um Mini Equalizador Ativo, sugerido mais adiante.

Na aplicação em ponte, cujo diagrama básico é mostrado na figura 8, a ligação permite uma multiplicação de potência.

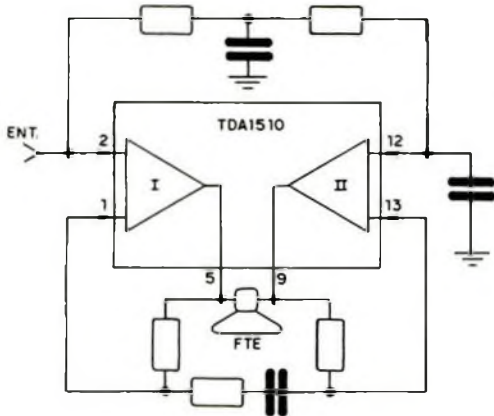


figura 8

Neste caso, cada amplificador trabalha com uma fase do sinal. Assim, enquanto o amplificador A amplifica o sinal sem inverter sua fase, o amplificador B amplifica-o invertendo sua fase.

Na figura 9 temos o que acontece então.

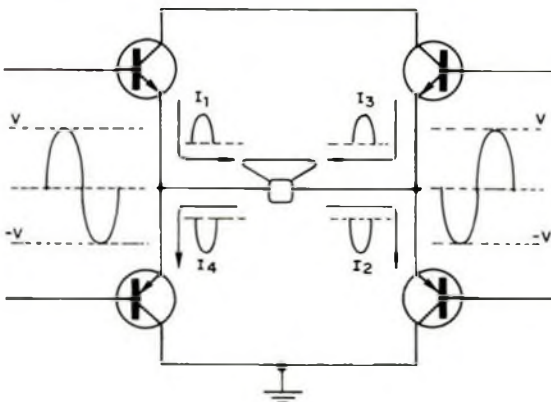


figura 9

Sem a inversão, a tensão no alto-falante tem um valor médio V , o que sobre uma carga Z significa uma potência P_1 dada por:

$$P_1 = V^2/Z$$

Com a inversão da fase, a tensão de um é V e do outro é $-V$ o que significa um valor pico-a-pico de $2V$. Sobre a carga Z a potência P_2 será:

$$P_2 = (2V)^2/R \text{ ou } P_2 = 4V/R$$

Fazendo a relação P_2/P_1 temos:

$$P_2/P_1 = \frac{4V/R}{V/R} = 4$$

Isso significa que podemos obter quatro vezes a potência de um amplificador, usando dois deles! Na teoria poderíamos obter 48W de um único integrado, mas para maior segurança de operação, dobramos a carga mínima que seria de 2 ohms, passando para 4 ohms, e obtemos 24W por par em ponte, o que é mais do que suficiente para a maioria das aplicações.

Na aplicação no carro temos de prever que o sinal usado já tem uma certa intensidade porque vem da saída de um toca-fitas, ou rádio.

Neste caso, uma rede atenuadora deve ser usada para evitar a sobre-excitação do amplificador o que se traduz em forte distorção.

Na aplicação residencial temos de prever a utilização de um controle de volume e tonalidade (vide mais adiante).

Estas particularidades inerentes às aplicações específicas serão abordadas em cada caso.

AS MONTAGENS

Já lembramos o leitor para a necessidade de ter os recursos para elaboração das placas em todos os projetos. O material adicional, inclusive os circuitos integrados podem ser conseguidos com facilidade.

As soldagens deve ser feitas com soldador de pequena potência e ponta fina. Como ferramentas adicionais o leitor deve ter um alicate de corte lateral, um alicate de ponta fina, chaves de fenda, etc.

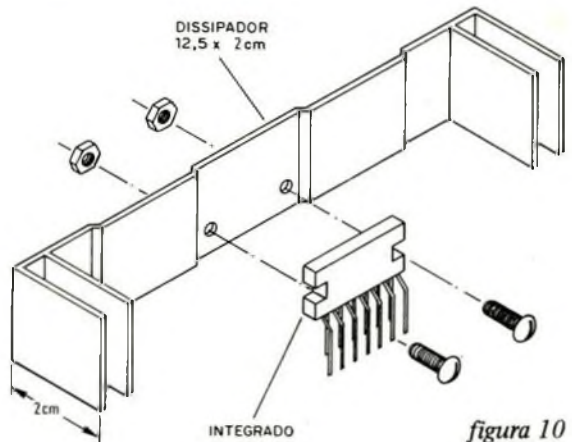


figura 10

Importante é a montagem dos integrados em dissipadores de calor que são feitos de alumínio (preferivelmente pintados de preto) com o formato e as dimensões mostradas na figura 10.

Vejam os projetos individualmente:

BOOSTER

Amplificador de reforço para o carro 48W

Base: dois integrados TDA1510

Placas de circuito impresso: 3 (dois amplificadores, divisor e chave comutadora).

O circuito completo desta versão do amplificador é mostrado na figura 11.

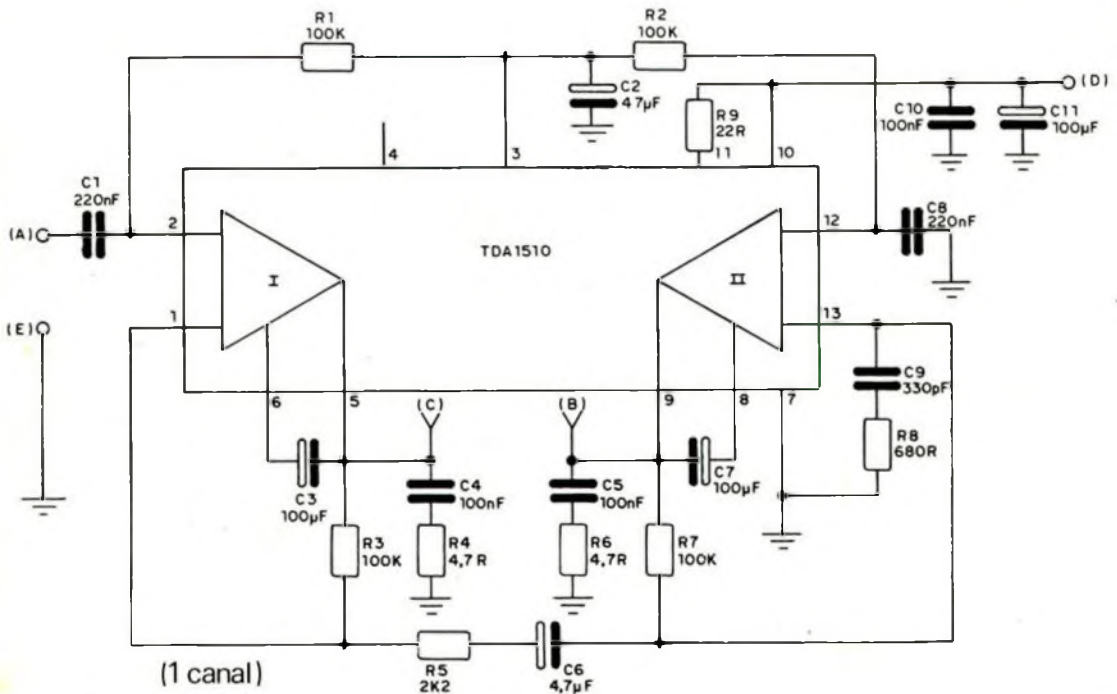


figura 11

d) Complete a montagem nesta placa com soldagem dos capacitores não polarizados, ou seja, cerâmicos ou de poliéster. Seja rápido na soldagem destes capacitores pois eles são sensíveis ao calor.

e) Faça as conexões de entrada e saída com pedaços de fios que devem ser ligados à outra placa.

f) Solde os componentes da outra placa observando os mesmos cuidados básicos.

Na figura 12 temos as placas de circuito impresso usadas. Veja que temos duas placas amplificadoras idênticas e uma placa da chave comutadora/divisor de potência.

Na montagem são os seguintes os principais cuidados que devem ser tomados:

- Solde em primeiro lugar o circuito integrado, observando sua posição. O circuito integrado fica em posição vertical na placa. Cuidado para que espalhamentos de solda não curto-circuitem seus terminais.

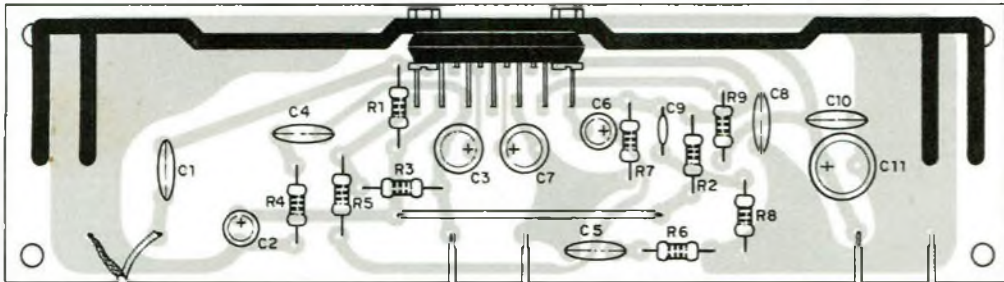
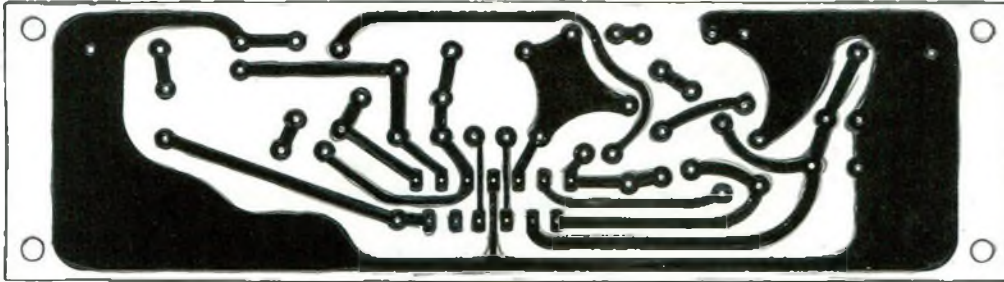
- Solde os resistores observando seus valores que são dados pelas faixas coloridas.

- Solde os capacitores eletrolíticos observando que estes componentes são polarizados, ou seja, veja bem a posição dos terminais (+) e (-).

Para a alimentação no carro devem ser usados fios vermelho e preto de boa espessura, em vista da corrente exigida.

Um interruptor geral e um fusível de proteção de 10A completam o circuito.

A coloração da caixa, de reduzidas dimensões não oferece dificuldades, devendo a mesma ficar bem próxima do rádio, ou toca-fitas de modo a termos os fios de entrada os mais curtos possíveis.



DESLIGADO

OBS: OS FIOS VÃO TODOS PARA A PLACA DA CHAVE (1 CANAL)

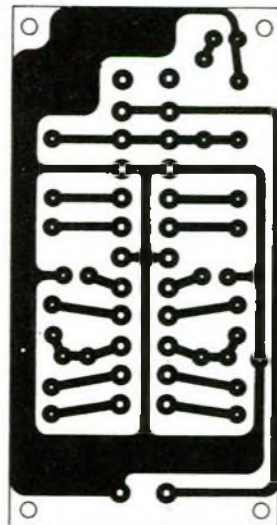
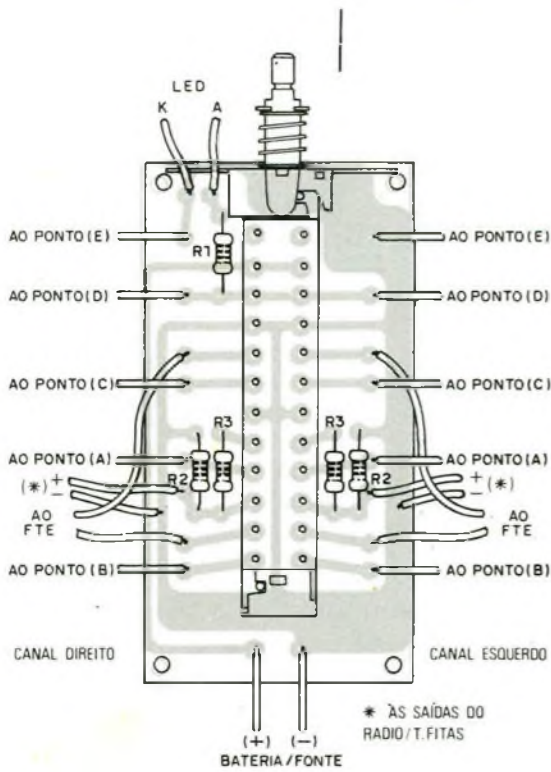


figura 12

A ligação à massa é feita no próprio chassi do carro, preferivelmente no mesmo ponto em que é feita a ligação à massa do rádio, se esta não for o chassi.

Prova do Booster:

Feita a ligação no rádio ou toca-fitas, e conectada sua alimentação, ligue em primeiro lugar o amplificador, colocando a médio volume o som normal do carro.

Ligue então o rádio ou toca-fitas, reajustando seu controle de volume para obter reprodução alta e sem distorção.

O volume do som será controlado no rádio ou toca-fitas do carro, assim como a tonalidade.

ESTÉREO 12+12W

Base: um único integrado TDA1510
Placa de circuito impresso: 1 (amplificador eventualmente o do mini equalizador)

Dimensões da caixa: conforme desejo do leitor

Existe ainda a possibilidade do leitor montar o amplificador na própria caixa do toca-discos, já que suas reduzidas dimensões não oferecem problemas para isso.

O circuito completo desta versão do amplificador é dado na figura 13.

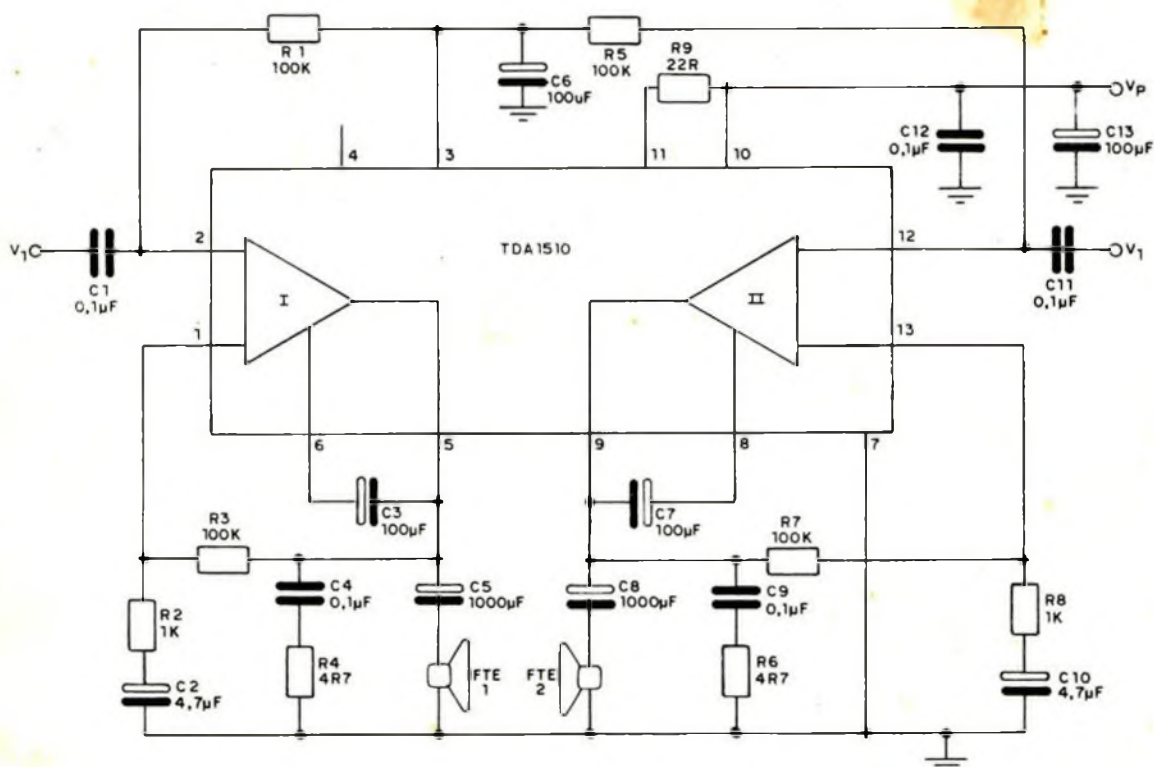


figura 13

Na figura 14 temos a placa de circuito impresso do amplificador. Na figura 15 temos a nossa sugestão de fonte de alimentação.

Veja que o transformador deve fornecer uma corrente de pelo menos 2,5A para esta versão e que os diodos devem ter corrente mínima de operação de 1,5A.

Na montagem desta versão são os seguintes os principais cuidados que devem ser tomados:

a) Solde em primeiro lugar o circuito

integrado, colocando posteriormente o dissipador de calor. Cuidado para não deixar a solda espalhar curto-circuitando seus terminais.

b) Solde os resistores em posição horizontal, observando que seus valores são dados pelas faixas coloridas.

c) A seguir, coloque os capacitores eletrolíticos, observando que estes componentes são polarizados, o que significa que você deve ver a posição certa dos terminais (+) e (-).

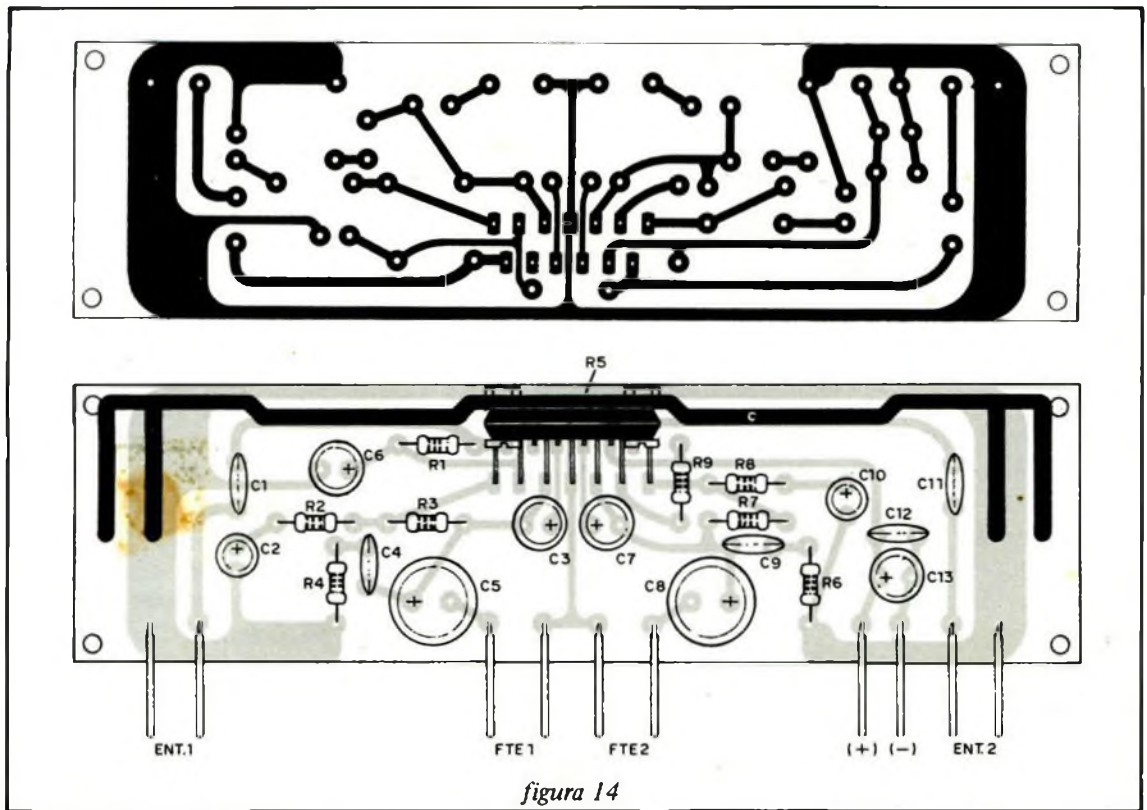


figura 14

d) Para a montagem dos capacitores não polarizados, ou seja, cerâmicos ou de poliéster não é preciso observar sua polaridade. Seja rápido na soldagem para evitar que o calor os danifique.

e) Faça a conexão ao controle de volume e eventualmente a do mini equalizador que fica fora da placa usando fios os mais curtos possíveis ou blindados para não haver a captação de zumbidos.

f) Faça a conexão ao alto-falante de cada canal ou jaque de saída, conforme quiser e à fonte de alimentação.

g) Na montagem da fonte de alimentação observe a polaridade dos diodos e do capacitor eletrolítico.

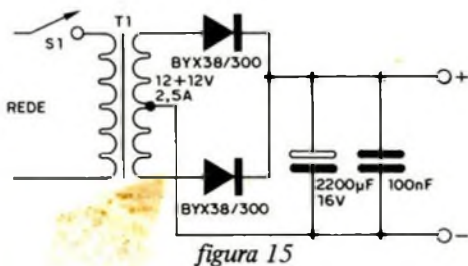


figura 15

h) Um interruptor ligado no primário do transformador serve para ligar e desligar o

aparelho. Este interruptor pode ser independente ou conjugado ao controle de volume.

i) O cabo de entrada do amplificador deve ser blindado com a malha conectada ao negativo comum. Veja que, preferivelmente todos os pontos de blindagem devem ser ligados ao mesmo local de negativo comum da fonte de alimentação, evitando-se com isso a captação de zumbidos.

Se sua versão for a de toca-discos pode ligar diretamente à entrada do circuito, passando pelo controle de volume e mini equalizador tom a cápsula fonocaptora.

Terminada a montagem, tendo colocado o dissipador de calor no circuito integrado (igual ao da versão anterior) o leitor pode fazer uma prova de funcionamento.

Prova do estéreo 12+12:

Para a prova basta ligar à unidade à tomada e abrir seu volume até 1/2 de seu curso, tendo na saída alto-falantes de 4 ohms ou ainda para maior potência, caixas de 2 ohms.

Impedância de 2 ohms com alto-falantes de 4 pode ser conseguida com a ligação em paralelo mostrada na figura 16.

Ligando a fonte de sinal, ou seja, o sinto-

nizador de FM, toca-discos ou ainda um microfone de cristal, deve haver a reprodução do som nos alto-falantes. Veja o mini-equalizador para esta versão.

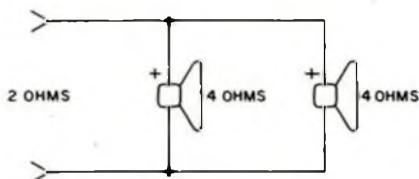


figura 16

Se houver algum tipo de ronco na ausência de sinal, verifique a montagem da fonte, aumentando se preciso o valor do eletrolítico, ou então blindando melhor os cabos de entrada.

Os leitores que praticam eletrônica podem ter nesta versão de 12+12 watts um excelente amplificador de prova para a ban-

cada, utilizando 2 pequenas caixas com alto-falantes de pelo menos 15 cm que suportem pelo menos 15W cada um.

Obs: este amplificador também pode ser usado em versão monofônica, utilizando-se uma chave que ligue em paralelo as entradas.

MINI EQUALIZADOR ATIVO

Para que você possa realmente usufruir de toda a potencialidade e qualidade dos circuitos descritos sugerimos a montagem do Mini Equalizador da figura 17.

Nesta montagem especial cuidado deve ser tomado com as ligações de entrada de áudio que devem ser curtas e blindadas.

A polaridade dos capacitores eletrolíticos assim como a posição do transistor deve ser observada.

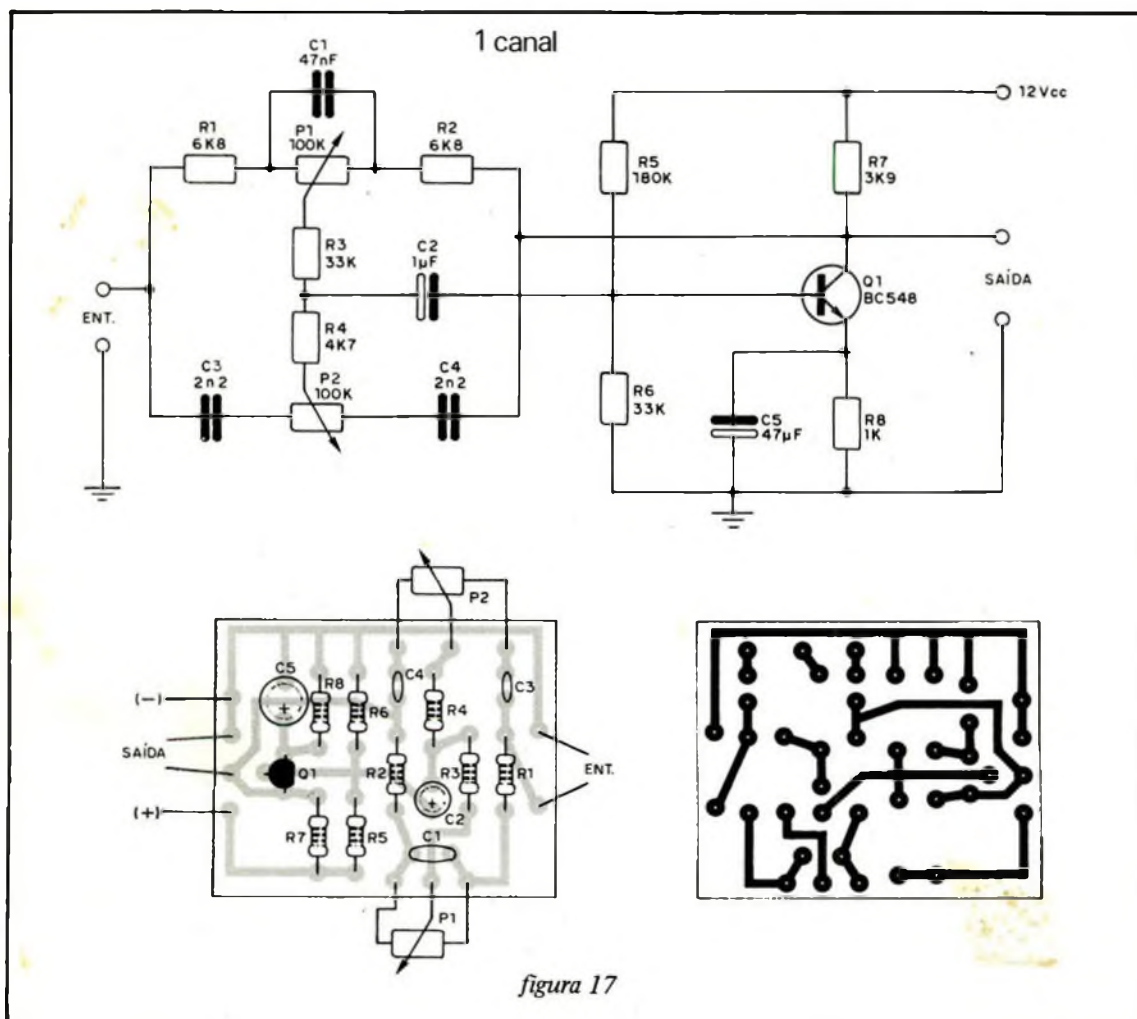


figura 17

MÓDULO DE POTÊNCIA

Cada módulo permite obter uma potência de 24W em carga de 4 ohms.

Base: 1 integrado TDA1510 (configuração em ponte)

Placas de circuito impresso: uma

Dimensões da caixa: conforme a quantidade de módulos e a potência total desejada.

Num sistema de sonorização ambiente, excitado por microfone ou toca-discos (saída de baixo nível de sinal) o leitor deve fazer a ligação conforme sugestão dada no artigo Mixer-Difusor de Som da revista 120.

O dimensionamento da fonte é importante nesta aplicação, caso ela seja usada. Cada módulo exige uma corrente de pico da ordem de 2,5A.

O leitor deve usar uma fonte para cada módulo ou então uma fonte comum de capacidade compatível.

Para aplicação no carro, não existe o problema da fonte.

O leitor pode usar 4 módulos conforme mostra a figura 18, um para cada alto-falante, caso em que temos, carga de 4 ohms, 96W de potência real, ou mais de 120W IHF!

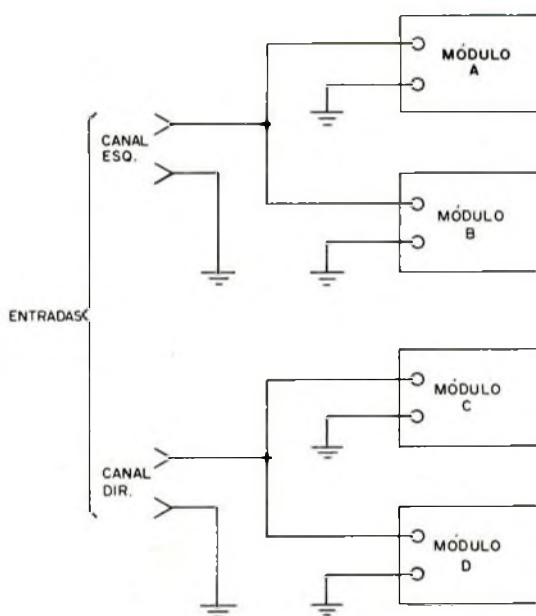


figura 18

O circuito do módulo é o mesmo do Booster, apenas eliminando-se a placa da chave. Veja os fios de entrada, saída e alimentação daquela versão que são os mesmos.

Do mesmo modo, a placa de circuito impresso também é a mesma.

Importante: usando fonte, se houver ronco, deve-se aumentar o valor do capacitor eletrolítico. Para cada módulo devemos ter uma capacitância aproximada de 2 200 μ F.

Na montagem desta versão são os seguintes os principais cuidados que devem ser tomados:

a) Solde em primeiro lugar o circuito integrado, tomando cuidado para que espaçamentos de solda não curto-circuitem seus terminais. Fixe depois de terminada a montagem o dissipador de calor.

b) Solde os resistores em posição horizontal. Os valores destes componentes são dados pelos anéis coloridos em seus invólucros. Veja a lista de material.

c) A seguir, faça a soldagem dos capacitores eletrolíticos, observando que estes componentes são polarizados. Obedeça a marcação (+) e (-) de seus invólucros.

d) Solde os demais capacitores apenas observando seus valores. Seja rápido pois estes capacitores são sensíveis ao calor.

e) Faça a conexão da placa aos componentes externos, conforme a sua versão. Os fios de entrada de sinal devem ser blindados e os fios aos alto-falantes devem ser preferivelmente de cores diferentes para que sua conexão possa ser feita em fase. Isso é importante quando muitos alto-falantes devem trabalhar com o mesmo sinal. Os fios de alimentação também devem ter cores diferentes, observando-se sua polaridade na ligação.

O interruptor pode ser ligado na alimentação comum a todos os módulos ou então no primário do transformador da fonte, conforme a versão escolhida.

Terminada a montagem, a prova do módulo é simples:

Prova:

Ligue o módulo à fonte de alimentação e a fonte de sinal. Aplique o sinal controlando sua intensidade no aparelho excitador e veja a sua reprodução.

Se houver captação de zumbidos ela

pode ser devida a falta de blindagem do cabo de entrada de sinais ou então a deficiência de filtragem de fonte. Verifique.

Se notar distorção no máximo volume ela se deve a excesso de excitação. Reduza o volume da fonte excitadora até obter som puro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O circuito integrado deve transferir todo o calor gerado para o dissipador e este para o meio ambiente. Uma maneira de se con-

seguir um bom contacto térmico do circuito integrado com o dissipador é com a ajuda de pasta especial de silicone, colocada entre o dissipador e o integrado.

Na caixa, o dissipador deve ficar de tal modo colocado de maneira a transferir o calor gerado para o meio ambiente, com facilidade.

Dependendo do tipo de sinal usada na entrada, caso do amplificador de 12+12W, um pré-amplificador pode ser necessário. Isso acontecerá se forem usados microfones ou cápsulas de baixa impedância, por exemplo.

LISTA DE MATERIAL

BOOSTER (1 CANAL)

CI - TDA1510 - Ibrape (circuito integrado)
C1 - C8 - 220nF - capacitor cerâmico
C2 - 47µF x 16V - capacitor eletrolítico
C3 - C7 - C11 - 100µF x 16V - capacitores eletrolíticos
C4 - C5 - C10 - 100nF - capacitores cerâmicos
C6 - 4,7µF x 16V - capacitor eletrolítico
C9 - 330pF - capacitor cerâmico
R1 - R2 - R3 - R7 - 100k x 1/8W - resistores (marrom, preto, laranja)
R4 - R6 - 4,7R x 1/8W resistores (amarelo, violeta, prateado)
R5 - 2k2 x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
R8 - 680R x 1/8W - resistor (azul, cinza, marrom)
R9 - 22R x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, preto)

Módulo com a chave:

R1 - 1k x 1/8W - resistor (marrom, preto, vermelho)
R2 - 100k x 1/8W - resistor (marrom, preto, amarelo)
R3 - 1M5 - 1/8W - resistor (marrom, verde, verde)
S1 - Chave de 8 pólos x 2 posições (ver placa)
Led - led vermelho comum

Diversos: placas de circuito impresso, dissipador para o integrado, fios, solda, caixa para montagem, etc.

AMPLIFICADOR 12 + 12W

CI - TDA1510 - Ibrape (circuito integrado)
C1 - C4 - C9 - C11 - C12 - 100nF - capacitores cerâmicos
C2 - C10 - 4,7µF x 16V - capacitores eletrolíticos

C3 - C6 - C7 - C13 - 100µF x 16V - capacitores eletrolíticos

C8 - C5 - 1 000µF x 16V - capacitores eletrolíticos

R1 - R3 - R5 - R7 - 100k x 1/8W - resistores (marrom, preto, amarelo)

R2 - R8 - 1k x 1/8W - resistores (marrom, preto, vermelho)

R4 - R6 - 4R7 x 1/8W - resistores (amarelo, violeta, prata)

P₁, P₂ - potenciômetros de 100k (volume)

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

MINI EQUALIZADOR ATIVO⁻¹ CANAL

Q1 - BC548, BC238 ou equivalente - transistor

R1, R2 - 6k8 x 1/8W - resistores (azul, cinza, vermelho)

R6 - R3 - 33k x 1/8W - resistores (laranja, laranja, laranja)

R4 - 4k7 x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)

R5 - 180k x 1/8W - resistor (marrom, cinza, amarelo)

R7 - 3k9 x 1/8W - resistor (laranja, branco, vermelho)

R8 - 1k x 1/8W - resistor (marrom, preto, vermelho)

C1 - 47nF - capacitor cerâmico

C2 - 1µF x 16V - capacitor eletrolítico

C3 - C4 - 2n2 - capacitores cerâmicos

C5 - 47µF x 16V - capacitor eletrolítico

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

MÓDULO DE 24W

Mesmo do booster exceto do módulo com a chave.

TOK MUSIC



Mais simples do que isso, só se não usar nenhum componente! Mais interessante do que isso, só se for de verdade! Assim podemos introduzir este brinquedo eletrônico, um órgão que sem dúvida alguma, servirá para despertar os talentos musicais dos pequenos e divertir os marmanjos em festa de fim de ano, reuniões familiares, etc. O nosso "órgão eletrônico" é ultra simples e barato, porém muito atrativo para os que desejam uma montagem acessível de um brinquedo de efeitos musicais atrativos.

Nada mais do que 4 transistores, um capacitor e um conjunto de resistores para fazer o instrumento musical básico numa placa de circuito impresso. O alto-falante, a ponta de prova e a bateria completam o conjunto necessário à construção do Tok-Music, um simples órgão eletrônico de brinquedo para estudantes e hobistas e também para "avançados" que gostam de divertir-se.

Mesmo sendo muito simples, o leitor se surpreenderá com o que pode ser feito com este brinquedo já que ele cobre duas oitavas com 13 notas musicais. Músicas simples podem ser tiradas com facilidade mesmo pelos menos habilidosos.

Recomendamos a montagem deste brinquedo aos leitores que desejam um instrumento musical simples para animar as festas de fim de ano, para dar de presente às

crianças, ou que simplesmente gostam de projetos simples e baratos, mas de grande efeito final.

O Tok-Music é alimentado por uma única bateria de 9V, sendo portanto bastante compacto e portátil. Sua placa de circuito impresso já é um teclado para ser tocado pela ponta de prova, não sendo portanto exigida habilidade mecânica para esta parte de projetos mais avançados de órgãos eletrônicos.

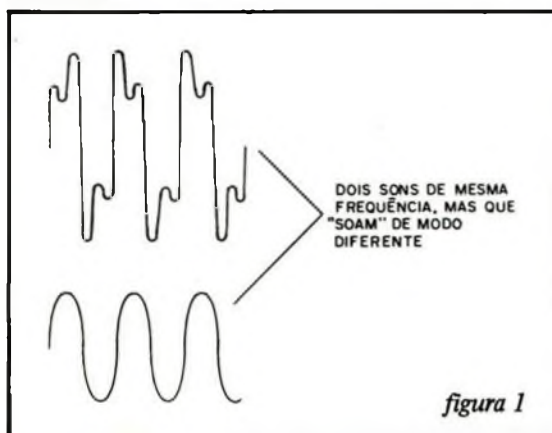
FUNCIONAMENTO

Como são produzidos os sons musicais pelos instrumentos eletrônicos?

Um som musical distingue-se por sua frequência e pelo seu timbre. A frequência é o número de vibrações (Hertz) que este som "tem" em cada segundo. Um som de

300Hz (300 vibrações por segundo) é diferente em frequência ou altura de um som de 400Hz.

O timbre é dado pela "forma da onda do som. Instrumentos musicais diferentes podem emitir a mesma nota, ou seja, sons de mesmas frequências, mas de timbres diferentes em vistas de suas características físicas, ou seja, o modo como são construídos.



Assim, mesmo tendo a mesma frequência (número de vibrações) a nota DÓ de um violão é diferente da nota DÓ de um piano.

As frequências dos instrumentos musicais são bem determinadas e possuem valores que seguem uma regra matemática.

Cada nota tem uma frequência 1/8 maior que a frequência da nota que a antecede. Assim, partindo do LA 440Hz, o SI que é a nota seguinte tem a frequência de 493,88Hz, o DÓ 523,25Hz e assim sucessivamente até que chegamos a um novo LÁ que terá exatamente o dobro da frequência do anterior, ou seja 880Hz. Dizemos então que começa uma nova oitava, pois a separação entre as notas cujas frequências são dobradas é de 8 notas.

Sol	Lá	Si	Dó	Ré	Mi	Fá	Sol	Lá
392.00 Hz	440.00 Hz	493.88 Hz	523.25 Hz	587.33 Hz	659.26 Hz	698.46 Hz	783.99 Hz	880.00 Hz

1 oitava

figura 2

A eletrônica pode criar sons musicais através de circuitos osciladores. Estes circuitos produzem corrente variáveis que têm sua intensidade alterada na mesma frequência dos sons que queremos produzir.

Assim, quando estas correntes circulam por alto-falantes, elas fazem seu cone vibrar na mesma frequência produzindo os sons musicais.



figura 3

O timbre do som produzido depende de muitos recursos e é justamente a "cor" do som, ou seja, aquele fator que nos permite distinguir um instrumento de outro e que dá riqueza a peça executada.

Com circuitos complicados podemos dotar o som produzido de qualquer timbre, ou seja, podemos modificar sua forma de onda à vontade, mas isso não acontece com nosso projeto. Somente os chamados "sintetizadores" possuem recursos para fazer isso.

Como o que desejamos é um brinquedo, contentamo-nos com o timbre característico de seu circuito simples, deixando apenas a preocupação da frequência para produzir a nota desejada.

No nosso Tok-Music, o som é produzido por um oscilador cujo diagrama básico é mostrado na figura 4.

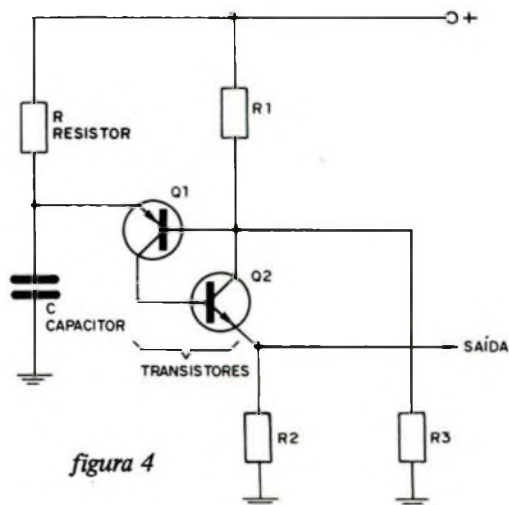


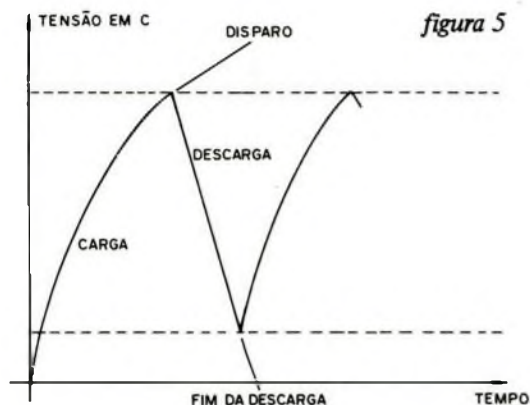
figura 4

Temos dois transistores que formam juntamente com um capacitor C e um resistor R um oscilador de relaxação (Os outros dois resistores não interferem no nosso raciocínio sobre o funcionamento).

Estes dois transistores operam como uma

“chave” que liga quando o capacitor ligado a eles adquire certa carga, ou seja, quando a tensão entre seus terminais chega a um certo valor.

Quando ligamos o aparelho, a tensão no capacitor não atinge de imediato o valor necessário à ligação da chave de imediato. De fato, o capacitor carrega-se numa velocidade que depende da oposição que o resistor R oferece à passagem de corrente.



O gráfico da figura 5 mostra como a tensão sobe no capacitor até atingir o ponto de disparo.

Quando ocorre o disparo, o capacitor se descarrega até um certo tempo quando então os dois transistores “desligam”. Um novo ciclo de carga começa então.

Conforme o valor do capacitor e do resistor podemos ter a repetição deste ciclo tantas vezes por segundo quanto seja a frequência da nota musical desejada.

Assim, se o ciclo ocorrer 400 vezes por segundo, a nota produzida será de 400Hz.

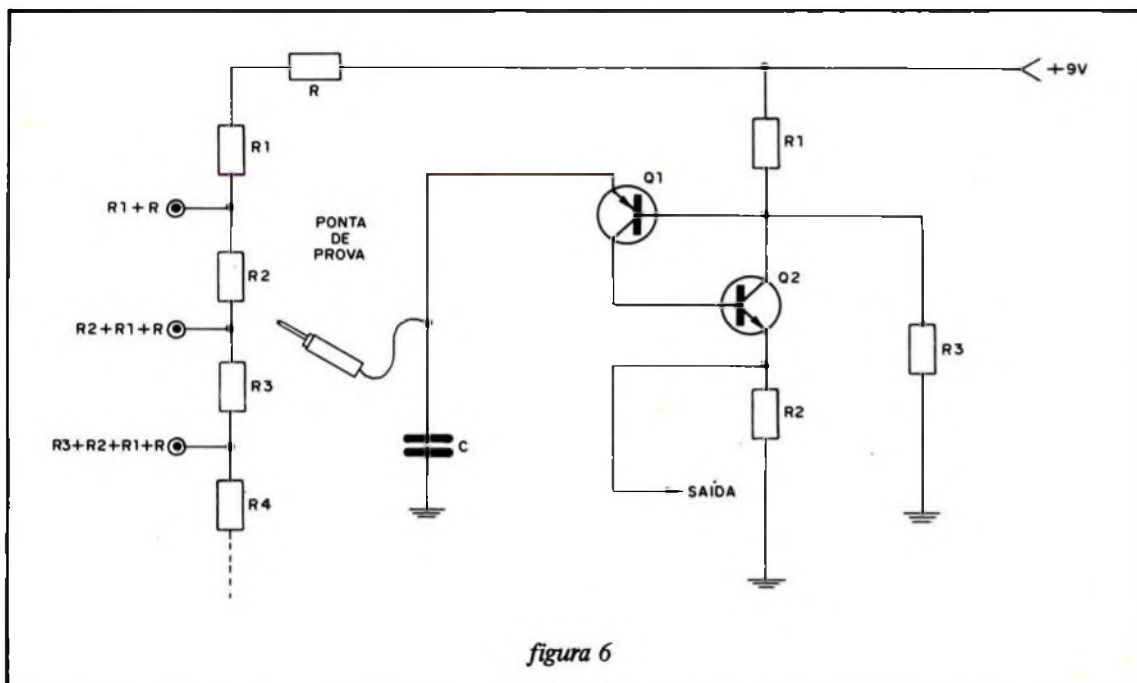
O projeto do nosso brinquedo é simples quanto à produção de todas as notas.

O capacitor C é mantido fixo, enquanto que, para cada nota é colocado um valor de R.

Assim, para a primeira nota, a mais baixa, o R tem um valor de 100k.

Na segunda nota, colocamos no circuito um segundo resistor (R2) que se soma a R de tal modo a obtermos a frequência desejada.

Um problema que ocorre na prática é que o valor necessário a obtenção da nota seguinte, segundo a relação matemática que já vimos, nem sempre corresponde aos valores de resistores que encontramos no comércio.



Temos então de fazer combinações de resistores o que significa que mesmo tendo 13 notas, o número de resistores é na realidade maior. Como este componente é

barato, isso não é problema para o montador . . .

Completa o circuito um pequeno amplificador de dois transistores para que o som

no alto-falante tenha uma intensidade compatível com a finalidade do projeto.

COMPONENTES

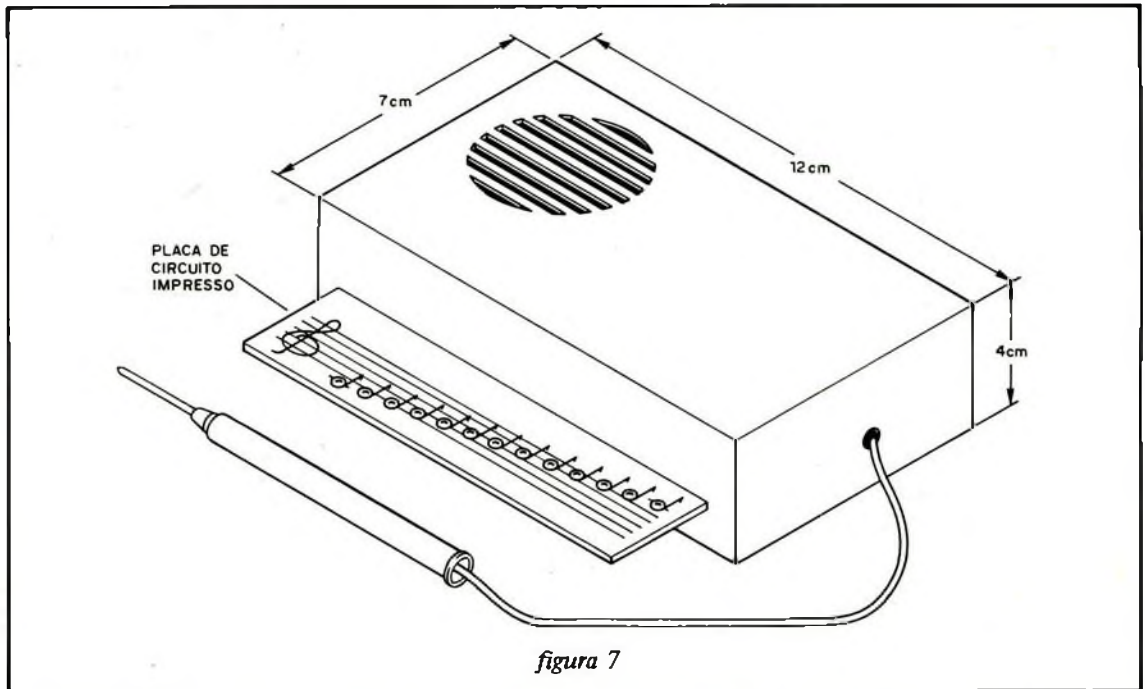
Todos os componentes podem ser conseguidos com facilidade. A montagem deve ser feita em placa de circuito impresso, o que significa que o leitor deve ter os recursos para sua elaboração.

Os transistores são comuns, podendo ser os NPN do tipo BC548, BC238 ou seus equivalentes, e os PNP do tipo BC558, BC308 ou seus equivalentes.

O único capacitor usado pode ser tanto cerâmico como de poliéster com 47nF de valor.

Importantes são os valores dos resistores de 1/8W que devem ter 10% de tolerância. O uso de capacitores diferentes (que não tenham o quarto anel dourado) pode prejudicar a obtenção de notas afinadas para seu órgão de brinquedo.

Temos ainda o alto-falante que pode ser de 5cm, para facilitar a instalação do aparelho numa pequena caixa de madeira ou plástico conforme a figura 7.



Finalmente a ponta de prova que serve para "tocar" nos ilhoses de contacto de cada nota e o conector da bateria de 9V, completam o conjunto.

MONTAGEM

Comece confeccionando a placa de circuito impresso segundo o desenho em tamanho natural mostrado na figura 8.

Para a soldagem dos componentes na placa você precisará de um soldador de pequena potência e ponta fina além de um alicate de corte lateral, um alicate de ponta fina e chaves de fenda.

Na figura 9 temos o diagrama completo do nosso órgão eletrônico onde todos os componentes aparecem com seus valores.

Para realizar a montagem com perfeição proceda do seguinte modo:

a) Solde em primeiro lugar os transistores observando seu número (a marcação) e também a posição que é dada pela parte achatada, fazendo-a coincidir com os desenhos. Solde os transistores rapidamente pois eles são sensíveis ao calor.

b) Solde o capacitor C1. Não é preciso observar sua polaridade, mas seja rápido pois este componente é sensível ao calor. Especial atenção deve ser dada a marcação deste capacitor. As possíveis marcações são: 0,047 – 473 – 47k – 0,05.

c) Solde os resistores observando seus valores que são dados pelas faixas coloridas. Acompanhe a lista de materiais. Seja rápido na soldagem destes componentes.

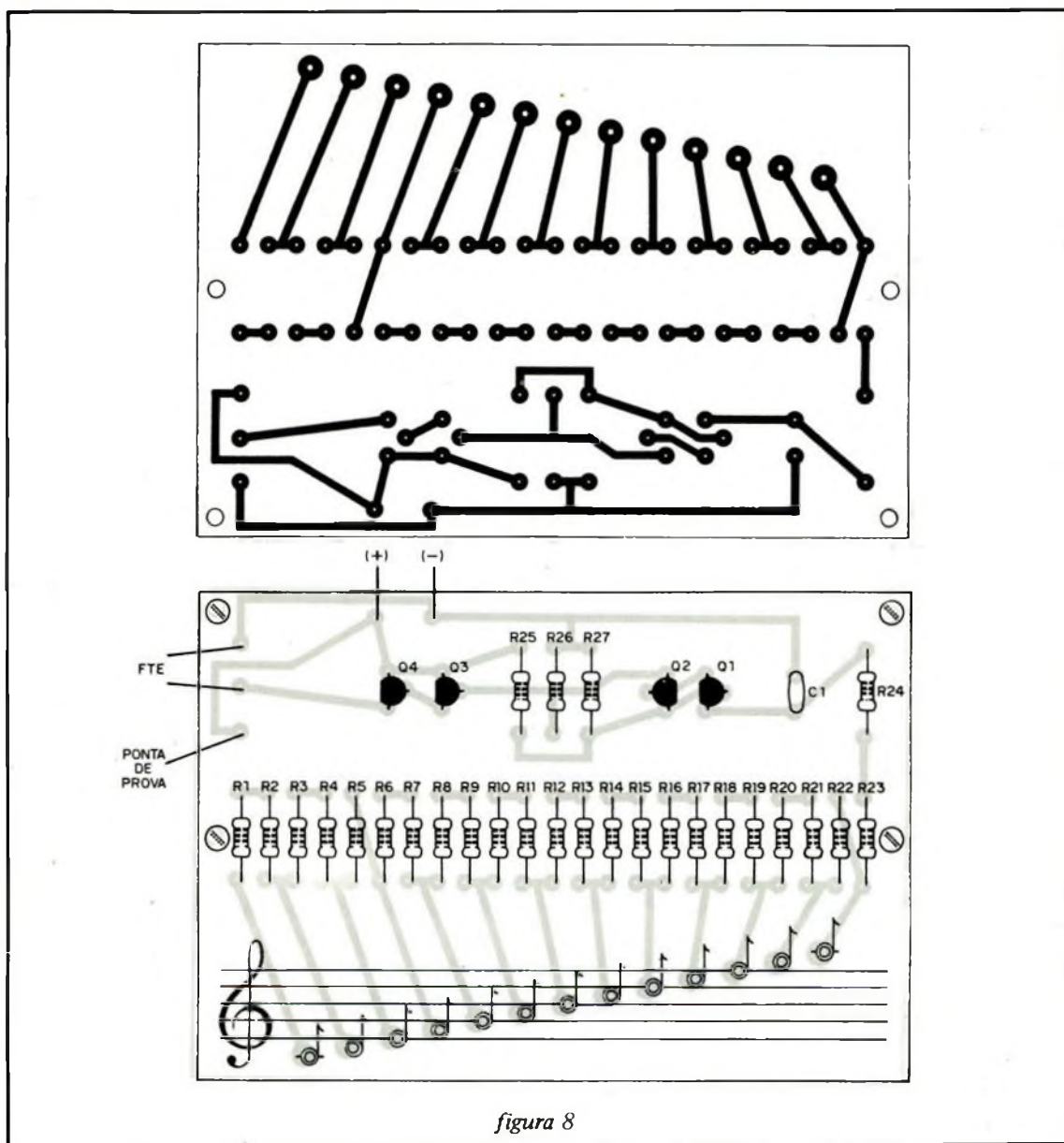


figura 8

d) Faça a conexão do alto-falante, usando para esta finalidade dois pedaços de fio flexível de 10cm cada.

e) Para a ligação do conector da bateria é preciso ter atenção com sua polaridade. O fio vermelho corresponde ao pólo positivo e o preto ao pólo negativo.

f) Complete a montagem com a ligação da ponta de prova. Esta ponta de prova é do tipo comumente usado em multímetros e outros instrumentos podendo ser conseguida com facilidade nas lojas de materiais. Um pedaço de fio de 25cm será suficiente para fazer sua ligação e dar mobilidade no seu uso.

Observamos que os pontos em que a ponta de prova toca que corresponde às notas musicais são feitos com ilhóses presos à placa de circuito impresso. Uma versão caseira pode fazer uso de parafusos de latão para esta finalidade devendo o leitor ter especial atenção para seu contacto com a parte cobreada da placa.

Terminada a montagem, confira todas as ligações antes de fazer a prova de funcionamento.

PROVA E USO

Para provar o seu Tok-Music basta ligar o

conector a uma bateria de 9V em boas condições.

A seguir, toque com a ponta de prova em cada um dos ilhóses da placa de circuito impresso, verificando a emissão de som.

Em todos deve haver a emissão de som,

com diferenças de frequências conforme a escala musical.

Se acontecer algum sinal de falha aperte o ilhós correspondente ou passe uma lixa para remover uma eventual camada de óxido que prejudique o contacto.

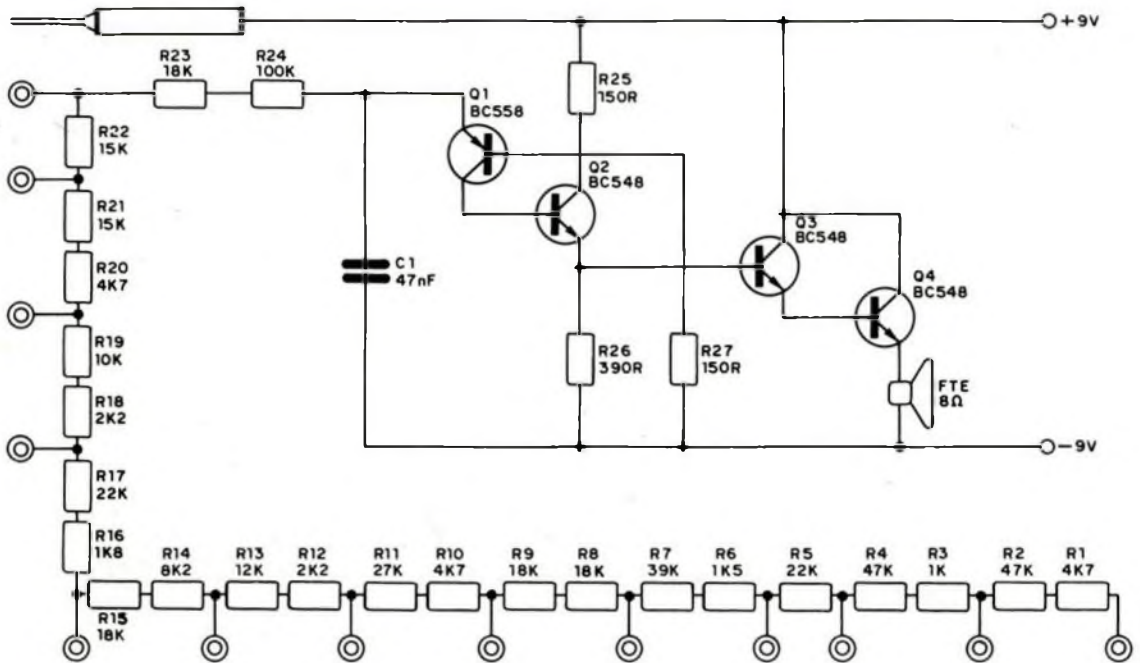


figura 9

Obs: o sistema usado neste brinquedo não permite acordes, ou seja, não podem ser usadas duas pontas simultaneamente em duas notas musicais pois o som será somente da mais alta.

Verificando o funcionamento de seu órgão você poderá instalá-lo em uma caixa, conforme a sugerida na parte inicial do artigo. Como melhoramentos para o

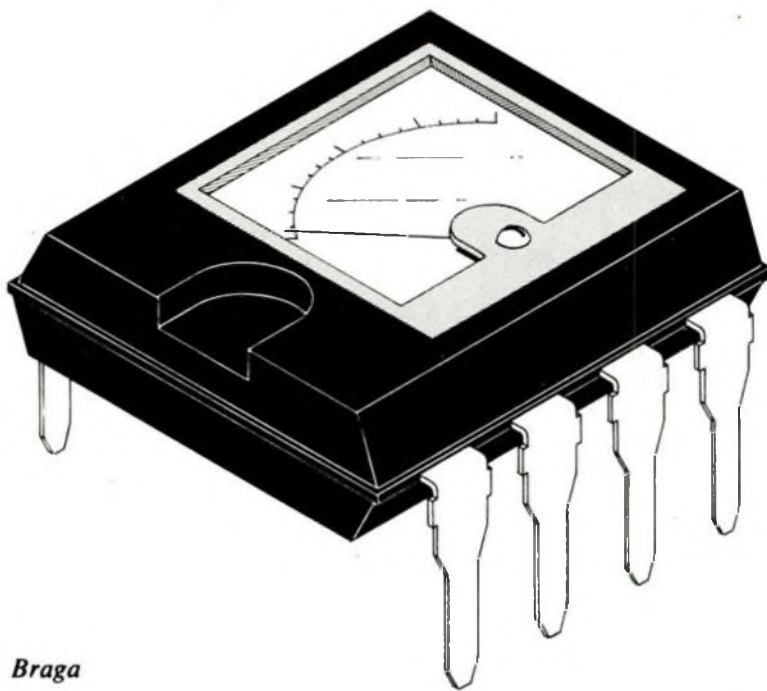
projeto você pode acrescentar um interruptor para ligá-lo e desligá-lo evitando assim o trabalho de tirar a bateria do conector quando fora de uso.

Outra idéia é a ligação de um jaque tipo "circuito fechado" junto ao alto-falante, para a ligação de uma caixa acústica externa ou mesmo de um amplificador.

LISTA DE MATERIAL

- | | |
|--|--|
| <i>Q1</i> – BC558 – PNP de uso geral | <i>R11</i> – 27k (vermelho, violeta, laranja) |
| <i>Q2, Q3, Q4</i> – BC548 – NPN de uso geral | <i>R12</i> – <i>R18</i> – 2k2 (vermelho, vermelho, vermelho) |
| <i>C1</i> – 47nF – capacitor cerâmico ou de poliéster | <i>R13</i> – 12k (marrom, vermelho, laranja) |
| <i>R1</i> – <i>R10</i> – <i>R20</i> – 4k7 (amarelo, violeta, vermelho) | <i>R14</i> – 8k2 (cinza, vermelho, vermelho) |
| <i>R2</i> – <i>R4</i> – 47k (amarelo, violeta, laranja) | <i>R16</i> – 1k8 (marrom, cinza, vermelho) |
| <i>R3</i> – 1k (marrom, preto, vermelho) | <i>R19</i> – 10k (marrom, preto, laranja) |
| <i>R5</i> – <i>R17</i> – 22k (vermelho, vermelho, laranja) | <i>R21, R22</i> – 15k (marrom, verde, laranja) |
| <i>R6</i> – 1k5 (marrom, verde, vermelho) | <i>R24</i> – 100k (marrom, preto, amarelo) |
| <i>R7</i> – 39k (laranja, branco, laranja) | <i>R25</i> – <i>R27</i> – 150R (marrom, verde, marrom) |
| <i>R8</i> – <i>R9</i> – <i>R15</i> – <i>R23</i> – 18k (marrom, cinza, laranja) | <i>R26</i> – 390R (laranja, branco, marrom) |
| | Diversos: falante de 8 ohms, bateria de 9V, placa de circuito impresso, ponta de prova, etc. |

VU COM 741



Newton C. Braga

Acrescentar um VU-meter ao equipamento de som é o desejo de muitos leitores. Existem muitos tipos de instrumentos à venda destinados a esta finalidade, mas como o leitor sabe, não basta adquiri-lo para colocação direta no aparelho de som. A ligação no aparelho de som depende de um circuito adicional e é este circuito justamente que damos neste artigo.

Como acrescentar um VU-meter a um equipamento de som? O leitor que deseja ligar este importante instrumento ao seu aparelho de som sabe que não basta adquirir um dos muitos tipos de instrumentos existentes a sua disposição no comércio. É preciso um circuito adicional, um circuito que seja capaz de converter a energia obtida na saída de um amplificador ou outro aparelho em energia própria a deflexão da agulha do instrumento.

Os pequenos VU-meters simples ou duplos, existentes no comércio possuem uma corrente máxima de deflexão da ordem de $200\mu\text{A}$ ou 1mA e precisam de correntes contínuas para operação (figura 1). Por outro lado, os amplificadores fornecem tensões alternantes e que, aplicadas diretamente num instrumento deste tipo provocam a circulação de correntes muito maiores.

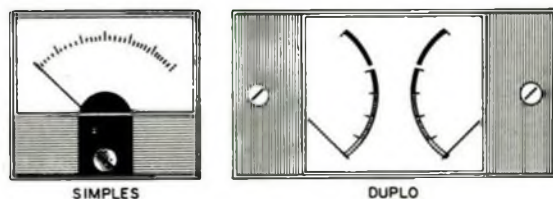


figura 1

O circuito que descrevemos neste artigo pode ser utilizado não só em amplificadores de áudio comuns, cuja saída é de baixa impedância, como também em pré-amplificadores, mixers, e outros aparelhos que possuem saídas de altas impedâncias.

A base deste circuito é um amplificador operacional 741 de baixo custo e que pode ser encontrado com facilidade, sendo alimentado com uma tensão entre 6 e 12V, retirada do próprio aparelho de som.

Simple de montar e de instalar não

oferecerá dificuldades aos leitores interessados.

COMO FUNCIONA

A base deste VU-meter é um circuito integrado 741, que consiste num amplificador operacional de alto-ganho (figura 2).

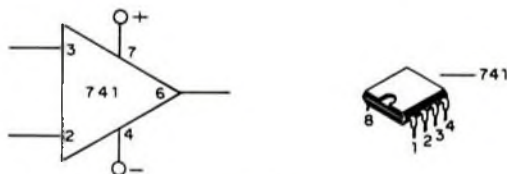


figura 2

A característica principal deste circuito é a sua elevada impedância de entrada e baixa impedância de saída. A elevada impedância de entrada permite que ele opere com sinais de amplificadores comuns, praticamente sem roubar sua potência, e que ainda possa ser ligado em fontes de baixo nível de potência como mixers ou pré-amplificadores.

A finalidade deste amplificador operacional é fazer o casamento da alta impedância de entrada do sinal com a baixa impedância do instrumento, daí seu ganho ser mantido no mínimo. Este ganho mínimo é conseguido com a realimentação direta do sinal, interligando-se a saída à entrada inversora (seguidor de tensão), conforme mostra a figura 3.

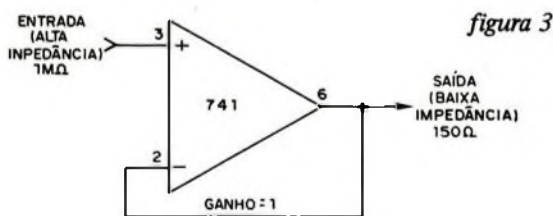


figura 3

Esta realimentação direta que proporciona um ganho unitário de tensão será utilizada no caso da operação com amplificadores de áudio de boa potência, caso em que a alta impedância impede o "roubo" de potência por parte do instrumento. Se, entretanto, o sinal disponível não for suficiente para excitar totalmente o circuito, ou seja, não houver uma boa deflexão da agulha mesmo no máximo volume, pode-se aumentar o ganho do amplificador operacional com a ligação de um resistor entre

100k e 1M entre os terminais 2 e 5 do integrado, conforme mostra a figura 4.

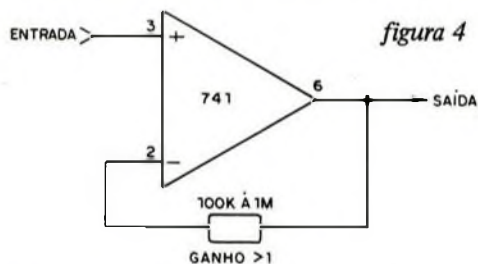


figura 4

Veja que o integrado apenas faz o casamento de impedâncias entre o circuito de áudio e o VU-meter, de modo que em sua saída temos ainda uma tensão alternante com as mesmas características do som original, ou seja, frequência e forma de onda.

Para excitar o instrumento é preciso retificar e filtrar este sinal o que é conseguido com o circuito da figura 5. Este circuito leva dois diodos e um capacitor.

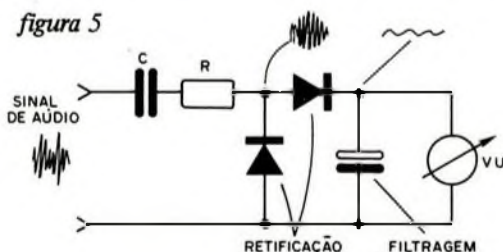


figura 5

O circuito integrado utilizado é o amplificador operacional 741 que pode ser encontrado com denominações tais como μ A741, MC1741, LM741, etc.

A placa de circuito impresso utilizada para a montagem prevê o integrado com invólucro DIL de 8 pinos. O leitor deve ter os elementos para a elaboração desta placa.

Os diodos são de silício para uso geral como os 1N4148 ou 1N914.

Os capacitores eletrolíticos devem ter uma tensão de trabalho de 25V pelo menos, e os demais são cerâmicos ou de poliéster.

P1 é um trim-pot comum de 10k e os resistores são todos de 1/8W ou 1/4W com os valores indicados na lista de material.

O VU pode ser simples ou duplo de 200 μ A de qualquer tipo disponível no comércio especializado.

Na saída da ponte temos um trim-pot para ajustar o funcionamento do instrumento conforme a potência do amplificador.

OS COMPONENTES

Todos os componentes podem ser encontrados com facilidade nas casas especializadas. O VU pode ser de qualquer tipo, simples ou duplo. Se o aparelho for estereofônico, dois circuitos iguais devem ser montados, com a utilização de dois VUs ou de um duplo.

A alimentação do circuito pode ser retirada diretamente do aparelho com o qual o VU vai funcionar, ou então de uma fonte separada.

Na figura 6 damos o circuito de uma fonte separada para este VU-meter e na figura 7 um circuito redutor que permite obter 9V de tensões entre 15 e 30V que podem ser encontradas em amplificadores de áudio comuns.

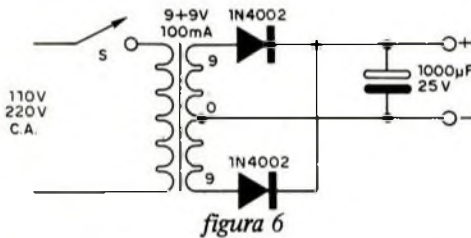


figura 6

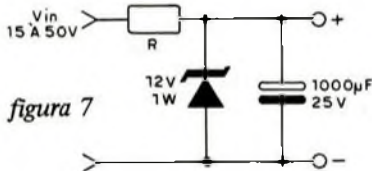


figura 7

R (Ω)	Vin (V)
47R-2W	15-20
100R-2W	20-30
150R-4W	30-40
270R-4W	40-50

MONTAGEM

O circuito completo do VU-meter com 741 é mostrado na figura 8 com os valores dos componentes usados.

A placa de circuito impresso com os componentes, em tamanho natural é mostrada na figura 9. Veja o leitor que em alguns casos, o circuito do VU pode ser colocado no próprio interior do amplificador com o qual ele funciona.

São os seguintes os principais cuidados que devem ser tomados durante a montagem:

a) Ao soldar o circuito integrado observe em primeiro lugar sua posição em função da marca que identifica o pino 1. Veja o desenho. Na soldagem seja rápido e tome cuidado para que o espalhamento de solda não envolva terminais próximos ao que está sendo soldado. Se isso acontecer use um palito fino para limpar o excesso de solda, mantendo-a aquecida com a ponta do soldador.

b) Ao soldar os diodos, observe sua polaridade que é dada pela posição do anel em seu invólucro. Seja rápido na sua soldagem, pois estes componentes são sensíveis ao calor.

c) Para soldar os resistores não é preciso observar sua posição, pois eles não são polarizados, mas tenha cuidado com seus valores. Estes valores são dados pelas faixas coloridas. Seja rápido na soldagem.

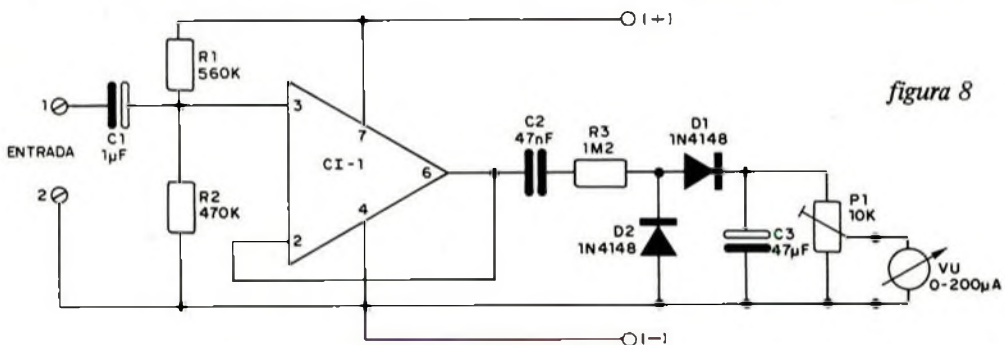


figura 8

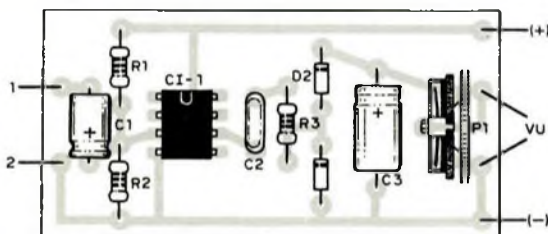
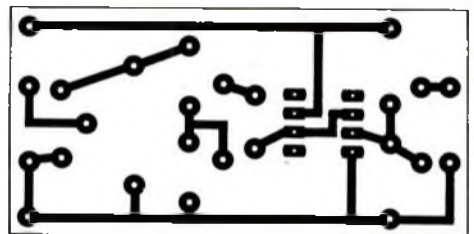


figura 9



d) Os capacitores C1 e C3 são polarizados, isto é, têm posição certa para sua ligação pois são eletrolíticos. Veja esta polaridade pela marca em seu invólucro.

e) O capacitor C2 não é polarizado, mas é sensível ao calor. Seja rápido na sua soldagem. O valor deste capacitor pode ser 47nF ou ainda 0,047 ou 0,05μF.

f) Finalmente, solde o trim-pot de ajuste. Os furos para encaixe deste componente devem ser um pouco mais largos que os demais, para se ajustar a espessura dos seus terminais. A posição de montagem do trim-pot é dada pelo desenho.

g) Finalmente, faça as ligações para a entrada de sinal, para a fonte de alimentação, observando sua polaridade e para o VU. Neste último, deve ser observada a polaridade marcada nos seus terminais. Se a fonte de alimentação usar pilhas ou transformador, um interruptor geral deve ser colocado (figura 10).

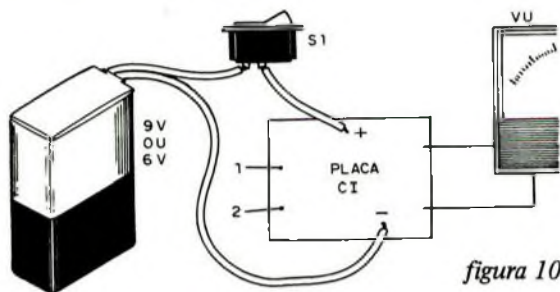


figura 10

Com a montagem completada, podemos fazer uma prova de funcionamento já no próprio aparelho de som em que ele vai operar definitivamente, ou em outro. Este outro pode ser um rádio portátil, um gravador cassette, ou qualquer aparelho de som que tenha uma potência de saída de pelo menos 20 mW.

PROVA E USO

O VU-meter é ligado na saída do alto-falante do aparelho de som, ou na saída de áudio se for um pré-amplificador ou mixer. A figura 11 mostra como deve ser feita esta ligação.

A fonte de alimentação do VU pode ser a mesma do aparelho de som ou separada, como já vimos. O importante é que ela tenha uma tensão entre 6 e 12V.

Para provar o VU devemos então ligar o aparelho de som a médio volume. A agulha

do VU deve acompanhar as variações da intensidade do som.

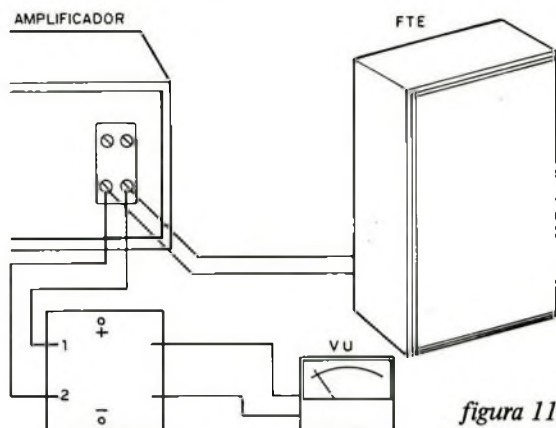


figura 11

Se as oscilações forem muito rápidas, pode-se reduzir isso aumentando o valor de C3. Se forem muito lentas, podemos aumentar a resposta do instrumento com a redução de C3.

A sensibilidade do instrumento é ajustada em P1.

O ajuste deve ser feito com meia potência, para que a deflexão seja de aproximadamente 3/4 da escala, conforme a potência de seu amplificador.

Se na potência máxima não for conseguida a deflexão máxima, deve-se interromper a ligação entre os terminais 2 e 5 do integrado, e ligar neste ponto um resistor de 100k à 1M.

LISTA DE MATERIAL

CI-1 - 741, μA741, MC1741, LM741 - amplificador operacional

D1, D2 - 1N4148 ou 1N914 - diodos para uso geral de silício

VU - VU-meter comum de 200μA

C1 - 1μF x 25V - capacitor eletrolítico

C2 - 47nF - capacitor cerâmico ou de poliéster

C3 - 47μF x 25V - capacitor eletrolítico

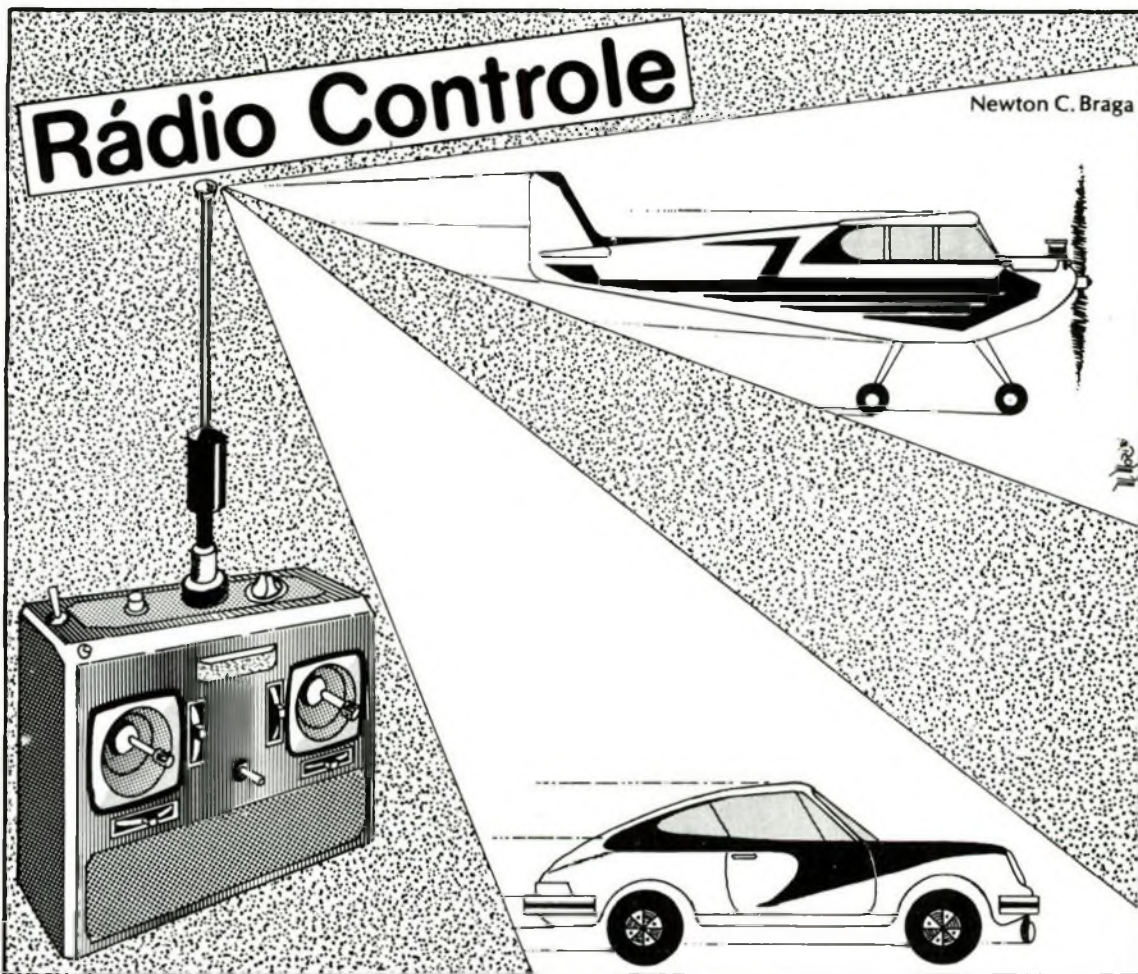
R1 - 560k x 1/8W - resistor (verde, azul, amarelo)

R2 - 470k x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, amarelo)

R3 - 1k2 x 1/8W - resistor (marrom, vermelho, vermelho)

P1 - 10k - trim-pot comum

Diversos: placa de circuito impresso, caixa para montagem, fios, solda, fonte de alimentação (ver texto), etc.



As montagens práticas de sistemas de radio-controle são as que mais atraem os nossos leitores por motivos óbvios. Já publicamos projetos de sistemas simples de um ou mais canais em grande número de configurações e, já demos indicações para a construção de filtros, acionadores de relés e servos, e muitas outras sugestões importantes para quem pratica ou gosta de radio controle. Neste número abordaremos um projeto diferente e de grande utilidade. Trata-se de um “módulo-receptor”, um circuito que pode servir de base para sistemas de recepção de 1 a 10 canais os quais podem ser utilizados desde em sistemas de aberturas de portas de garagem, até aero-modelos, barcos e carros tele-dirigidos.

O “módulo-receptor” que descrevemos neste artigo, caracteriza-se por sua grande sensibilidade e simplicidade. Ele poderá ser usado como etapa de entrada ou etapa receptora para sistemas de 1 a 10 canais, e com facilidade o leitor poderá instalá-lo em barcos, carros e até mesmo aero-modelos, dependendo do espaço disponível.

Neste número ensinaremos o leitor a construir o módulo, e nos números seguintes daremos as etapas que completam o sistema, tais como os filtros, as etapas de acionamento e finalmente um transmissor.

Com relação ao transmissor, observamos já, que pode ser usado qualquer tipo modulado em tom, que opere tanto na frequência de 27 MHz como 72 MHz. O importante é que a bobina do receptor seja tal que responda à mesma frequência do transmissor. Daremos elementos para a construção de bobinas para as duas frequências.

Quanto ao alcance, evidentemente, ele depende muito mais do transmissor do que do receptor.

Podemos adiantar que os transmissor de 1 transistor (BF494) com alimentação de 9V permitem alcances de até 50m. Trans-

missores pouco mais potentes com 1 ou 2 transistores (2N2218), e alimentação de 9V ou 12V podem ter alcances de 200 a 500m em terreno aberto.

O nosso módulo receptor é alimentado

por uma tensão de 9V e seu consumo é bastante baixo.

Como antena pode ser usada uma vareta de 30 a 60 cm ou ainda uma antena telescópica comum.

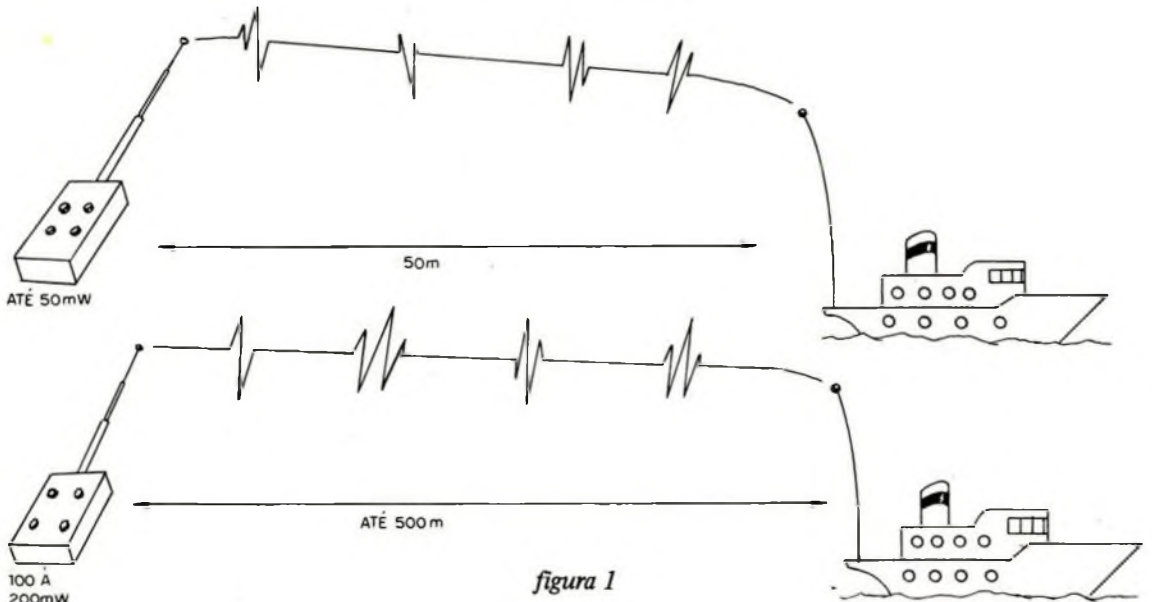


figura 1

Os ajustes para colocá-lo em funcionamento são apenas 2 não se necessitando de nenhum equipamento especial. Somente o transmissor correspondente é necessário para a realização de seus ajustes de funcionamento.

O CIRCUITO

Na figura 2 temos uma estrutura em blocos de nosso módulo receptor.

Trata-se de uma etapa super-regenerativa com 1 transistor a qual é acoplada a uma etapa amplificadora com mais 1 transistor.

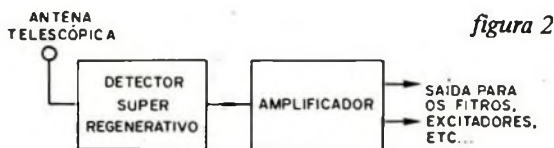


figura 2

Usando apenas dois transistores, este circuito é sensível o bastante para captar estações distantes que poderão ser ouvidas com o acoplamento de um fone de alta impedância em sua saída (pontos A e B).

A etapa super-regenerativa, dependendo da bobina utilizada pode receber sinais em 72 ou 27 MHz, as duas faixas comumente utilizadas para radio controle.

O circuito básico da etapa super-regenerativa é mostrado na figura 3.

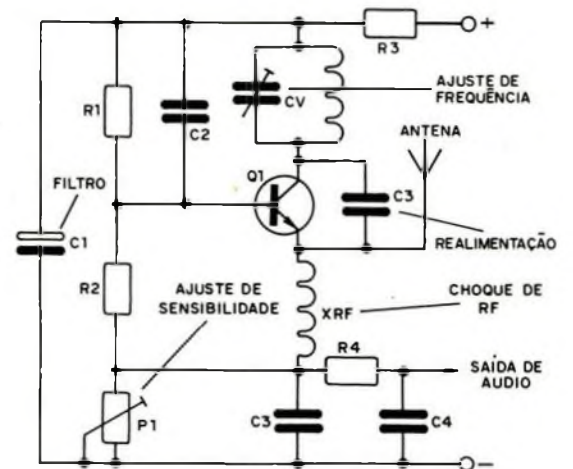


figura 3

O ajuste de sensibilidade do receptor é feito no trim-pot P1 de modo a se ter o máximo rendimento sem oscilação.

O choque de RF impede que os sinais de alta-frequência passem para a etapa seguinte de áudio. O trimer Cv é que faz o ajuste "fino" de frequência, levando o receptor à receber o sinal do transmissor com maior intensidade.

O sinal de áudio que corresponde ao tom

que modula o sinal do transmissor é levado a uma etapa de amplificação que tem por base um segundo transistor. O ganho de amplificação desta etapa está em torno de 100 vezes de modo que se obtém em sua saída um sinal capaz de excitar facilmente circuito de filtros ou ainda etapa de acionamento de relês e servos.

Veja que, a frequência do sinal de audio obtido é a mesma que modula o transmissor.

Num sistema multi-canal, conforme mostra a figura 4, podemos modular o transmissor com diversos tons, e obteremos estes tons na saída deste circuito, já no modelo controlado. Passando por filtros que fazem a seleção dos sinais, teremos o acionamento de diversos controles.



figura 4

A alimentação do módulo é feita com uma bateria de 9V, mas sua durabilidade será grande, em vista do baixo consumo de corrente.

COMPONENTES

Os componentes da parte eletrônica são os mais importantes para nós, já que estamos neste artigo abordando apenas a etapa receptora. Futuramente ao abordarmos os sistemas completos é que falaremos de outros componentes, inclusive dos modelos.

Os transistores são ambos NPN. O primeiro é de RF do tipo BF494 que pode ser conseguido com facilidade. Observe que a disposição dos terminais deste transistor é CEB e não CBE como os tipos comuns. Se usar equivalentes veja se também têm a mesma disposição de terminais.

O segundo transistor pode ser BC238, BC239, BC548 ou BC549, todos facilmente encontrados no comércio especializado.

L1 e XRF devem ser construídas pelo próprio montador. L1 é formada por 5 espiras de fio esmaltado 24 ou 26 se a frequência escolhida for de 72 MHz. Se a frequência for de 27 MHz, a bobina terá

11 espiras do mesmo fio. Não é preciso núcleo.

XRF é construído enrolando-se umas 50 voltas de fio fino num palito de 2 ou 3 mm de diâmetro. As espiras não precisam estar ordenadamente, conforme mostra a figura 5.



figura 5

Cv é um trimer comum. O leitor pode tanto usar o tipo plástico como o de porcelana.

O trim-pot de 47k não oferece problemas de obtenção. Escolha um tipo que se ajuste na placa, ou seja o menor possível.

Os resistores são de 1/8W para permitir uma montagem bem compacta, e a tolerância é a normal: 10% ou 20%.

Os capacitores são basicamente de dois tipos, havendo um terceiro que eventualmente pode ser usado.

Para os grandes capacitores, ou seja, C1 e C8 são usados eletrolíticos de 16V. Para os demais o tipo básico é o cerâmico, mas em alguns casos, citados na lista de material, podem ser usados os de poliéster. Veja entretanto, que os de poliéster são maiores em tamanho que os equivalentes de cerâmica, devendo este fato ser levado em conta na montagem da placa.

Temos ainda o conector para a bateria de 9V, a antena telescópica ou de outro tipo, e os fios que farão as ligações externas.

Evidentemente, o leitor deverá ter os recursos para a elaboração da placa de circuito impresso.

MONTAGEM

Para a soldagem dos componentes recomendamos a utilização de um ferro de pequena potência e ponta fina. As ferramentas acessórias são as que todo modelista deve possuir.

Na figura 6 temos o circuito completo do módulo receptor com todos os componentes dados por seus valores.

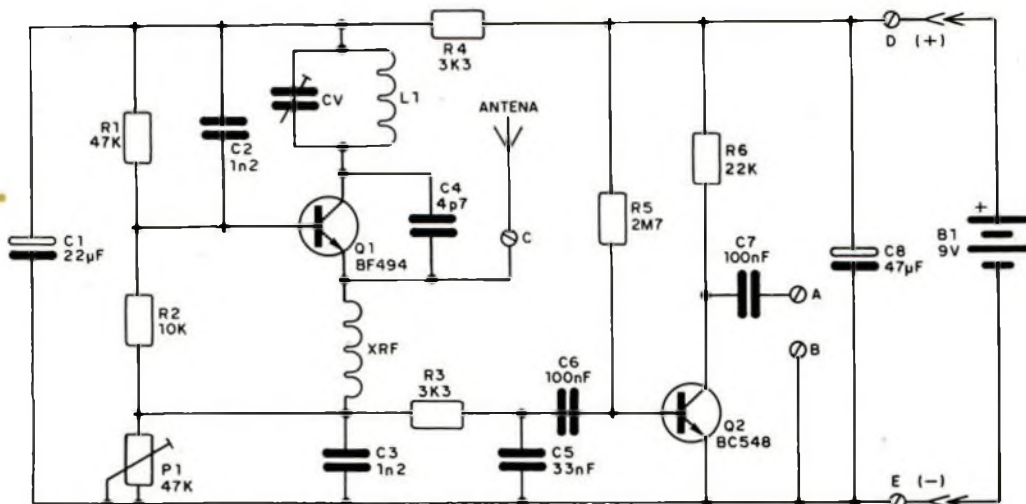


figura 6

Na figura 7 temos a placa de circuito impresso. Se o leitor usar componentes equivalentes, deve tomar cuidado para eventuais alterações que sejam necessárias na placa.

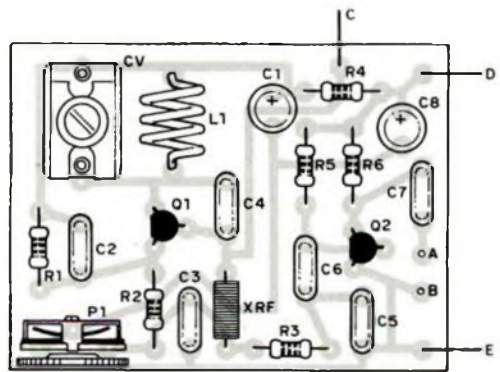
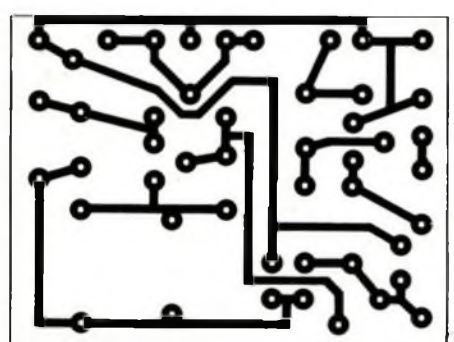


figura 7

Os cuidados que devem ser tomados na montagem, assim como sua sequência são dados a seguir:

a) Solde em primeiro lugar os dois transistores, atentando para sua posição que é dada em função de sua parte chata. Acom-

panhe a figura, Seja rápido na soldagem pois os transistores são delicados.

b) Solde a bobina L1. Raspe bem os pontos de soldagem do fio esmaltado para que a solda possa aderir.

c) Solde o choque XRF. Raspe bem as pontas dos fios esmaltados no ponto de soldagem para que a solda possa aderir.

d) Solde todos os resistores. Veja que seus valores são dados pelas faixas coloridas de acordo com a relação de material. Seja rápido na sua soldagem.

e) Para soldar o capacitor Cv você deve observar a posição da armadura externa que deve ficar do lado positivo da alimentação. Se este capacitor for invertido o aparelho ainda funcionará mas poderão ocorrer instabilidades.

f) Solde os capacitores eletrolíticos C1 e C8 atentando para seu valor e para sua polaridade. Veja bem a posição do pólo (+) e do pólo (-).

g) Na soldagem dos demais capacitores o leitor deve ter cuidado com o calor excessivo já que estes são componentes delicados. Os valores dos capacitores cerâmicos eventualmente podem ser expressos de modo que exige atenção.

Assim, o capacitor de 100nF pode vir como 0,1µF ou 103, e o de 1n2 pode vir como 1 200p ou ainda 1k2.

h) Complete a montagem com a ligação do conector da bateria, observando sua polaridade dada pela cor dos fios (vermelho-positivo e preto-negativo), a ligação dos fios da antena e de saída.

Com tudo isto feito, o leitor pode fazer uma prova de funcionamento.

PROVA E USO

Para a prova o leitor precisará de um fone de cristal (outro tipo não serve) ou de um amplificador de audio.

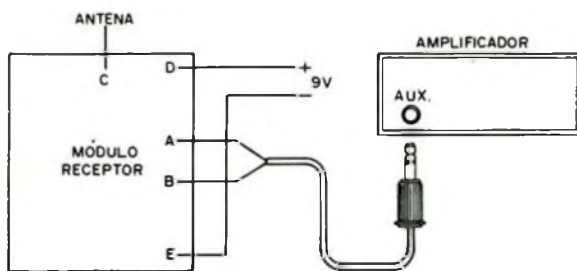
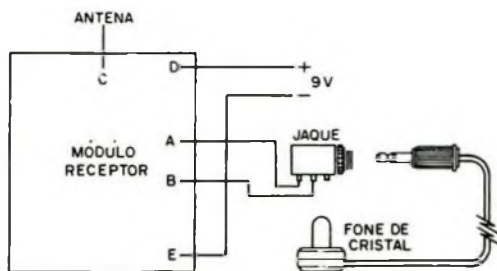


figura 8

Agora, ligando nas proximidades o transmissor, deve-se ajustar o trimer Cv até que o seu sinal seja ouvido no fone ou alto-falante do amplificador.

Se o leitor não tiver ainda o transmissor, ao girar o trimer Cv poderá ouvir estações de telecomunicações ou mesmo radio-amadores, conforme a faixa escolhida.

Uma vez sintonizado o sinal retoca-se o ajuste de P1 para se obter o máximo de sensibilidade.

Se o aparelho não der alcance, ou seja, afastando-se o transmissor o sinal desaparece, é sinal que está sendo sintonizado um sinal espúrio.

O procedimento para corrigir o problema consiste na alteração da bobina que poderá

O fone ou o amplificador são ligados ao módulo receptor, conforme mostra a figura 8.

Conectando a bateria ao aparelho, e ajustando o trim-pot P1 o leitor deve chegar ao ponto em que se ouve um som semelhante a um chiado, como obtido em aparelhos de FM fora de estação.

ter espiras retiradas ou re-enrolada com mais voltas de fio (L1).

Para melhor recepção a antena deverá ficar em posição vertical e seu comprimento ajustado experimentalmente até se obter o melhor ganho.

Se o leitor notar instabilidade de funcionamento deve procurar alterar a bobina e também verificar a posição do trimer.

No próximo número continuaremos com o sistema de rádio controle descrevendo alguns filtros que podem ser usados com este receptor num sistema multi-canal.

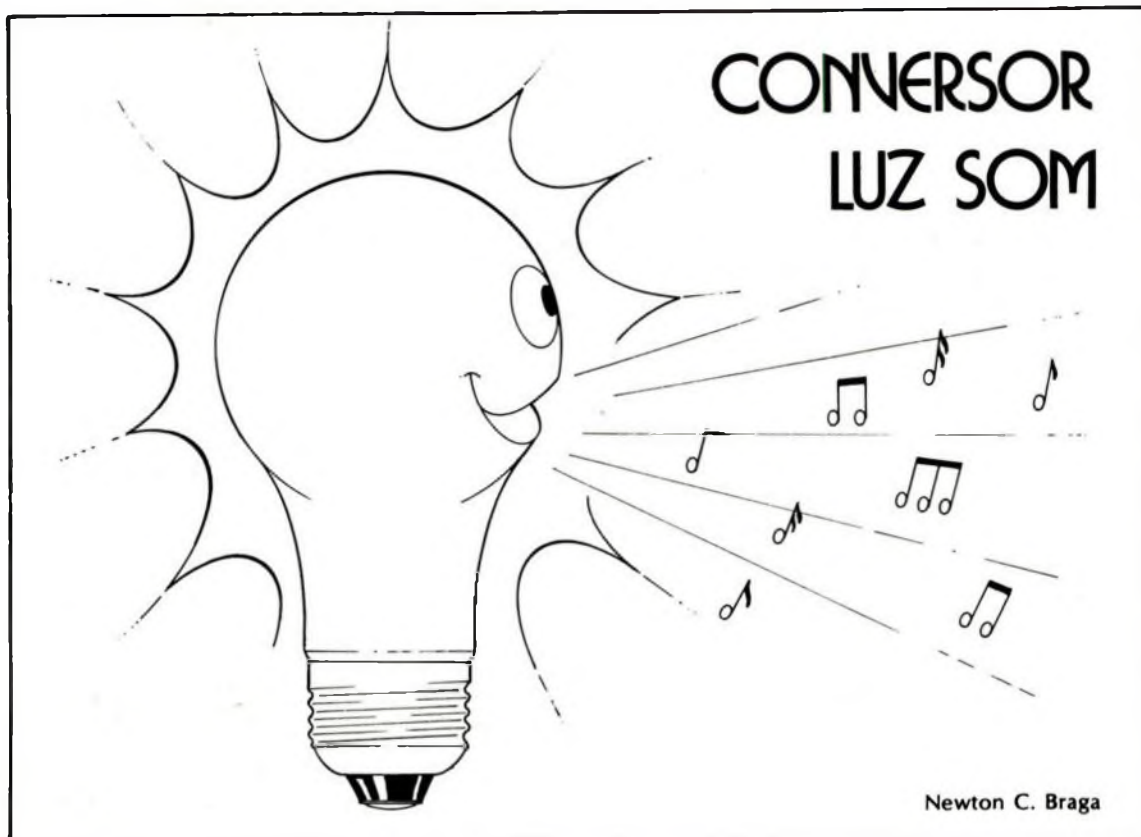
Obs: os leitores interessados em colocar já em funcionamento este receptor, construindo o transmissor devem consultar a revista 94.

LISTA DE MATERIAL

Q1 - BF494 - transistor NPN de RF (ou equivalente)
 Q2 - BC548 ou BC238 - transistor NPN de uso geral
 XRF - choque de RF (ver texto)
 L1 - Bobina de antena (ver texto)
 P1 - 47k - trim-pot
 R1 - 47k x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, laranja)
 R2 - 10k x 1/8W - resistor (marrom, preto, laranja)
 R3, R4 - 3k3 x 1/8W - resistores (laranja, laranja, vermelho)
 R5 - 2M7 x 1/8W - resistor (vermelho, violeta, verde)
 R6 - 22k x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, laranja)

C1 - 22µF x 16V - capacitor eletrolítico
 C2, C3 - 1n2 ou 1200nF - capacitores cerâmico
 C4 - 4p7 - capacitor cerâmico
 C5 - 33nF ou 0,033 - capacitor cerâmico ou de poliéster
 C6, C7 - 100nF ou 0,1µF - capacitores cerâmico
 C8 - 47µF x 16V - capacitor eletrolítico
 Cv - trimer comum
 B1 - bateria de 9V
 A - antena telescópica de 40 à 60cm

Diversos: placa de circuito impresso, fios, fio esmaltado 24 ou 26 para L1 e fio esmaltado 30 ou 32 para XRF, conector para bateria de 9V, etc.



Um circuito eletrônico experimental que converte luz em som é o que levamos aos leitores neste artigo. As variações da intensidade da luz incidente num elemento sensível são transformadas em sons de frequências correspondentes. Experimentalmente este aparelho pode ser usado para demonstrar o funcionamento dos sensores de luz ou então na detecção de variações de intensidade luminosa ou na localização de fontes emissoras.

O que propomos neste artigo é uma montagem experimental dirigida a estudantes, principiantes e hobistas, pois sua faixa de aplicações práticas é relativamente limitada. Trata-se de um aparelho que converte luz em som, e este som depende em sua frequência da intensidade luminosa da fonte.

Propomos duas configurações. Uma delas tem uma ação positiva no funcionamento do circuito, ou seja, ao aumento da intensidade da luz incidente corresponde um aumento da frequência do som produzido. A outra versão funciona de modo oposto pois ao aumentar a intensidade da luz incidente no elemento sensível a frequência diminui.

Nos dois casos, existem ajustes de sensibilidade e ponto de funcionamento. Estes ajustes podem fazer com que a faixa de resposta à luz do aparelho seja limitada a certos valores.

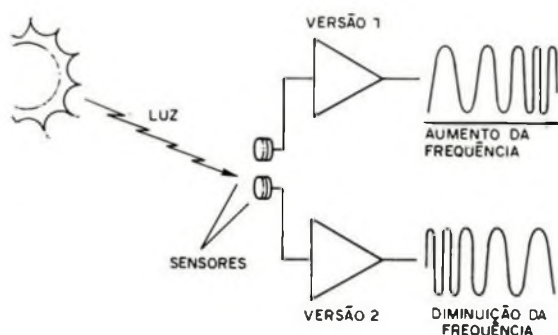


figura 1

A simplicidade do circuito e o baixo custo dos componentes usados são um convite aos montadores novatos e estudantes.

A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 6 ou 9V e sua instalação tanto pode ser feita numa base de madeira como numa pequena caixa de qualquer material.

Passemos a análise do circuito:

COMO FUNCIONA

Na figura 2 temos o circuito básico de um oscilador de relaxação com transistor unijunção que é o coração de nosso conversor.

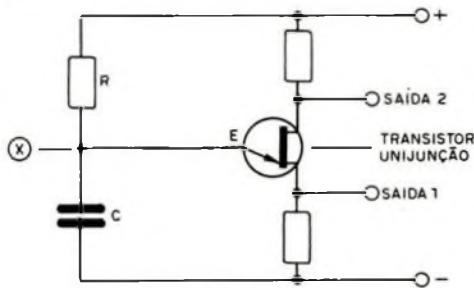


figura 2

Neste circuito o transistor unijunção funciona como uma "chave" que liga quando a tensão em seu emissor atinge um certo valor, normalmente situado entre 0,5 e 0,7 da tensão de alimentação.

No emissor do transistor temos a ligação de um resistor (R) e de um capacitor (C) formando portanto um "circuito de tempo".

Partindo de uma situação inicial em que ligamos a corrente, o que acontece é que o capacitor inicialmente descarregado começa a se carregar via resistor.

Gradativamente a tensão entre as armaduras do capacitor e conseqüentemente no emissor do transistor vai subindo, conforme mostra o gráfico da figura 3.

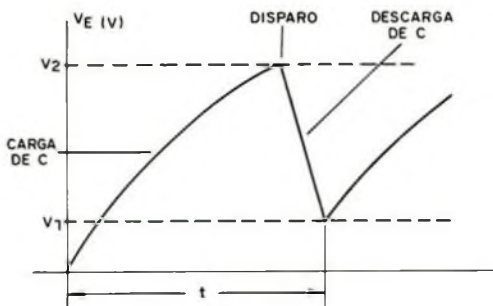


figura 3

Entretanto, esta subida não é indefinida. No momento em que a tensão de disparo do transistor unijunção é atingida, este componente "liga" passando a apresentar uma resistência muito baixa entre as armaduras do capacitor. A consequência disso é a descarga do capacitor, representada pela queda de tensão no gráfico.

Um pulso de corrente circula então pelo transistor e pelo resistor de carga.

Com a descarga do capacitor, o transistor desliga, e um novo ciclo se inicia.

Havendo uma alimentação constante no circuito ele ficará oscilando produzindo pulsos numa razão que depende de valor do capacitor e do resistor.

Esta frequência pode ser calculada aproximadamente pela fórmula:

$$f = \frac{1}{R \cdot C}$$

Onde f é a frequência em hertz (Hz), R é a resistência em ohms (Ω) e C é a frequência em Farads (F).

Lembramos que $1 \mu\text{F}$ equivale à 0,000 001 F ou 10^{-6} F.

Veja o leitor que, podemos variar R para alterar a frequência das oscilações. Assim, para R podemos utilizar um potenciômetro caso em que ele controlará a frequência do circuito.

No nosso caso, o R será representado por um dispositivo cuja resistência depende da quantidade de luz que incide numa superfície sensível. Este dispositivo é um LDR.

A resistência do LDR é alta no escuro, chegando normalmente a 1 ou mais megohms (milhões de ohms). No claro, como por exemplo, exposto à luz direta do sol, sua resistência cai para algumas dezenas ou centenas de ohms.

O LDR ligado em série com o capacitor na primeira versão, faz com que a frequência do oscilador seja maior no claro e menor no escuro.

Podemos entretanto usar uma configuração um pouco diferente que é mostrada na figura 4.

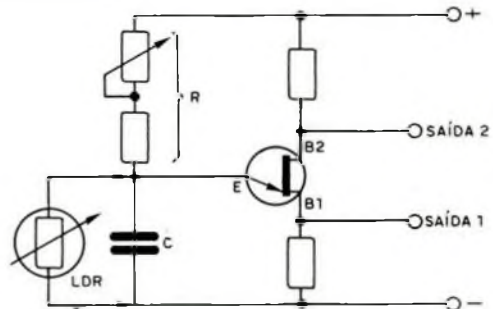


figura 4

Nesta configuração o R é um resistor mesmo (potenciômetro e resistor) que

determinam basicamente a frequência do circuito.

Em paralelo com o capacitor é ligado o LDR que passa a formar um divisor de tensão com o resistor R. Este divisor altera o ponto de funcionamento do circuito e portanto sua frequência.

O que ocorre neste caso é o funcionamento "ao contrário" que já explicamos. Com a diminuição da resistência do LDR cai a tensão no capacitor e consequentemente diminui a frequência.

Temos então que, quando a intensidade de luz aumenta, a frequência diminui. Conforme o ajuste do potenciômetro, podemos inibir o funcionamento do oscilador com determinadas intensidades de luz, de modo que não seja atingido o ponto de disparo do transistor unijunção.

Como o sinal obtido na saída do transistor unijunção é fraco, é preciso utilizar uma etapa adicional de amplificação.

Esta etapa utiliza um transistor de potência o qual excita diretamente um alto-falante, conforme mostra a figura 5.

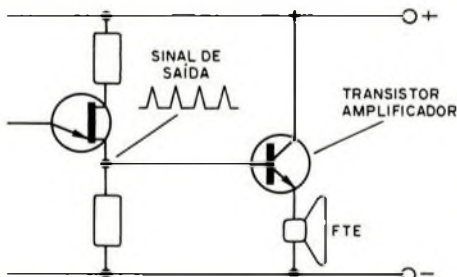


figura 5

Se o leitor não estiver satisfeito com a potência sonora desta etapa experimental pode utilizar uma outra que faz uso de dois transistores e é mostrada na figura 6.

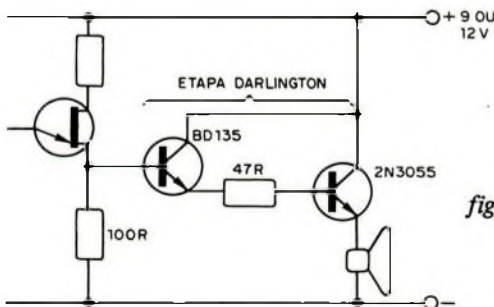


figura 6

Esta etapa pode inclusive ser alimentada com tensões maiores, ou seja até 12V, mas o transistor de potência deve ser montado num bom dissipador de calor.

OS COMPONENTES

Todos os componentes podem ser encontrados com facilidade nas casas especializadas. Começamos com a base de montagem que serve de "chassi" e que pode ser uma tábua de 20 x 30 cm, onde todos os componentes são fixados com parafusos para madeira ou comuns.

É claro que o leitor pode utilizar uma caixa para instalar todo o conjunto, mas se o aparelho for montado com finalidade didática será mais interessante deixar todas suas partes expostas para análises e explicações.

O transistor unijunção é do tipo 2N2646. Outros tipos podem ser experimentados, mas este sem dúvida é o mais comum.

O transistor de potência básico é o BD135. Seus equivalentes mais próximos são os BD137 e BD139. Podem também ser usados NPNs de potência como os TIP29, TIP31, AC187 mas estes possuem disposição de terminais que não coincide com a dos originais.

O LDR é comum, redondo de qualquer tipo. Pode ser aproveitado o LDR de televisores abandonados que possuem controle automático de luminosidade e que ficam no seu painel frontal.

Os demais componentes tais como resistores, capacitores, alto-falantes são todos comuns.

MONTAGEM

Para a soldagem dos componentes deve ser usado um ferro de pequena potência e ponta fina (máximo 30W). Como ferramentas adicionais sugerimos a utilização de um alicate de corte lateral, um alicate de ponta fina e chaves de fenda.

Os circuitos completos das duas versões (ação positiva e ação negativa) são mostrados na figura 7.

As montagens das duas versões em ponte de terminais são dadas na figura 8.

É claro que nas versões em ponte, os componentes maiores devem ser fixados na base de montagem. Estes elementos que devem ser fixados são:

- Ponte de terminais
- Alto-falante
- Suporte das pilhas
- Potenciômetro P1
- LDR

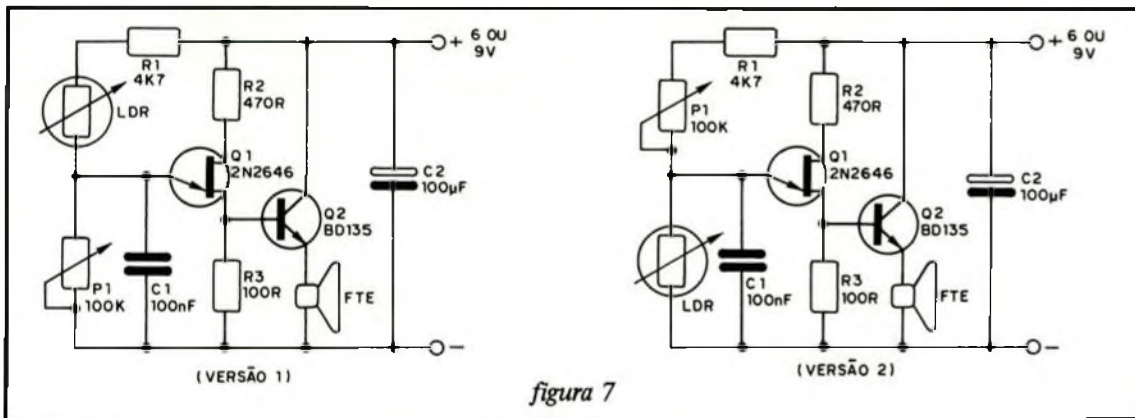


figura 7

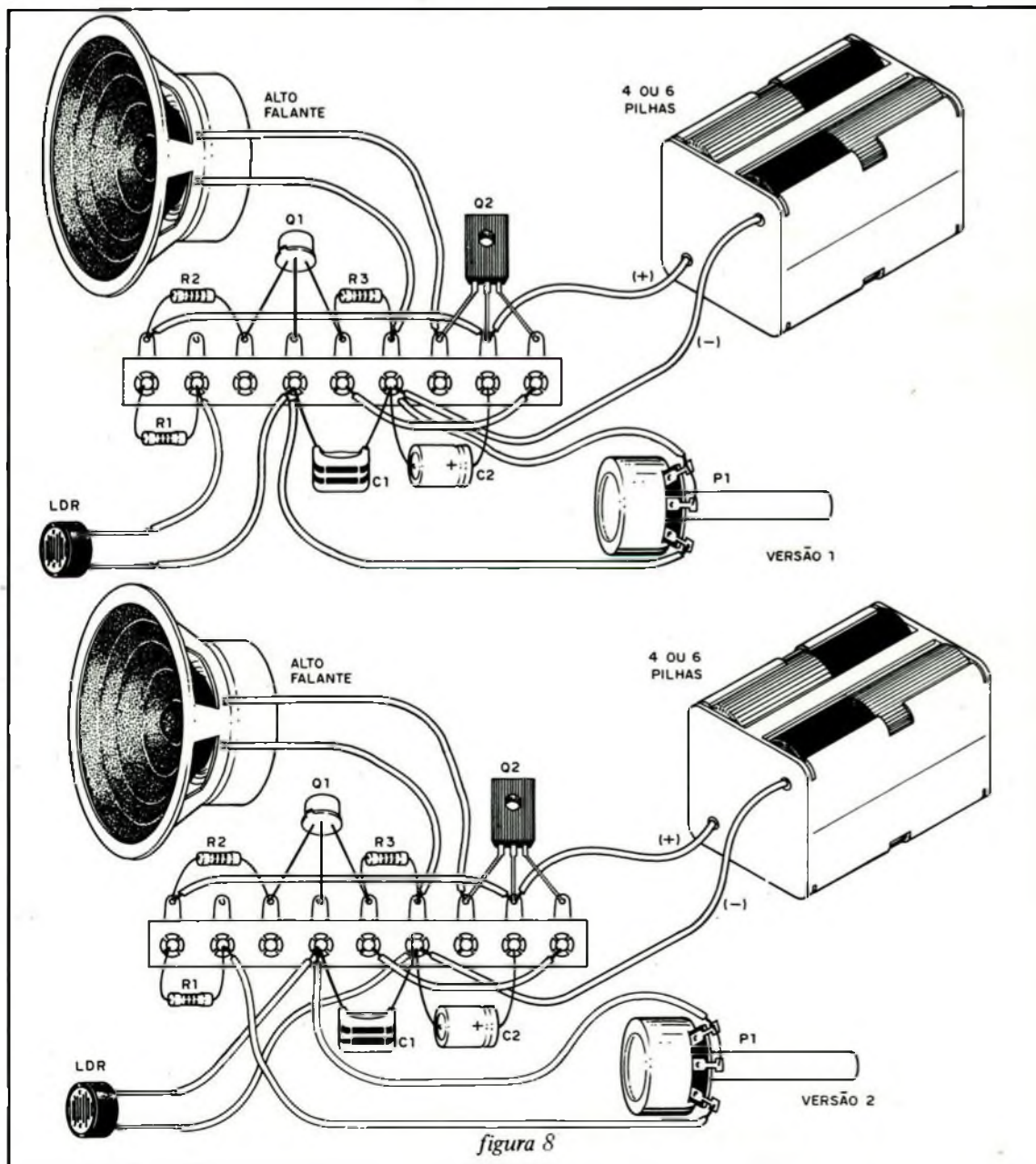


figura 8

Os principais cuidados que devem ser tomados na montagem são os seguintes:

a) Solde em primeiro lugar os transistores observando sua posição.

A posição do transistor unijunção é dada pelo pequeno ressalto em seu invólucro. Veja o desenho na ponte de terminais. Para o outro transistor a posição é dada pela parte metálica do invólucro que deve ficar voltada para baixo.

b) Na soldagem do capacitor eletrolítico deve ser observada sua posição pois este componente é polarizado. O outro capacitor não tem polaridade. Na verdade, este outro capacitor pode ter valores entre 33 nF e 100 nF, dependendo deste a tonalidade dos sons obtidos. Com capacitores menores os sons produzidos serão mais agudos.

c) Os resistores não têm polaridade certa para ligação, mas seus valores devem ser observados. Os valores são dados pelos três primeiros anéis coloridos. Solde-os rapidamente pois eles são sensíveis ao calor.

d) As interligações na ponte de terminais são feitas com dois pedaços de fio encajado. A primeira vai entre o extremo da esquerda de R2 e o terminal do meio de Q2. A segunda vai entre a junção de Q1 com R3 e o terminal da direita de Q2.

e) Para a ligação do potenciômetro P1 nas duas versões devem ser usados dois pedaços de fio de aproximadamente 10 cm cada um. O potenciômetro posteriormente pode ser fixado num "L" de metal na base de madeira.

f) Para o LDR são usados na ligação dois pedaços de fio de 20 à 30 cm de comprimento. Recomenda-se que os terminais de ligação e o próprio LDR sejam protegidos contra o manuseio excessivo que pode acabar por danificá-los. A montagem num pequeno tubo, conforme mostra a figura 9 é uma sugestão.

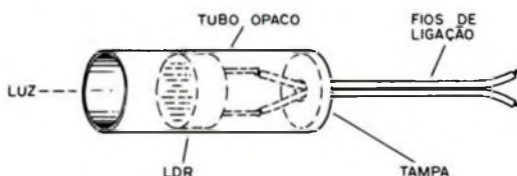


figura 9

g) Para a ligação do alto-falante também podem ser usados dois pedaços de fio flexível de 15 a 20 cm de comprimento cada.

O alto-falante pode ser fixado em duas pequenas dobradiças as quais serão parafusadas na base. O alto-falante é de 5 à 10 cm de diâmetro.

h) Completamos a montagem com a ligação do suporte das pilhas. Para este devemos observar a polaridade dos fios. O fio vermelho corresponde ao pólo positivo que vai ligado ao coletor de Q2 (terminal do meio) e o negativo que corresponde ao fio preto vai ao resistor R3. Veja o leitor que não usamos interruptor neste aparelho. Para desligar o conversor basta retirar as pilhas do suporte. O suporte de pilhas, conforme o tipo pode ser parafusado, colado ou preso por uma braçadeira na base de montagem.

Terminada a montagem, o próximo passo consiste em experimentar o conversor.

PROVA E USO

Para provar o aparelho, em primeiro lugar coloque pilhas em boas condições no suporte, observando sua polaridade.

Já com as pilhas no suporte, dependendo da posição de P1 e da iluminação do LDR o aparelho emitirá sons.

O leitor deve então ajustar o potenciômetro para haver emissão de sons pelo alto-falante com a luz ambiente ou de uma lanterna incidente no LDR.

O ponto de funcionamento do conversor depende do tipo de demonstração desejada.

Algumas experiências interessantes podem ser feitas com este conversor.

1. Operação do LDR

Nesta experiência demonstra-se de que modo a resistência de um LDR varia com a quantidade de luz incidente.

O procedimento para esta experiência é o seguinte:

Com uma lanterna ilumine o LDR e em seguida vá afastando-se até notar uma variação da tonalidade do som. (figura 10)

Na versão da ação positiva, a tonalidade do som tende para o grave à medida que nos afastamos com a lanterna, indicando que o LDR aumenta de resistência. Na versão de ação negativa, a tonalidade do som tende para o agudo à medida que nos afastamos, indicando também um aumento da resistência do LDR.

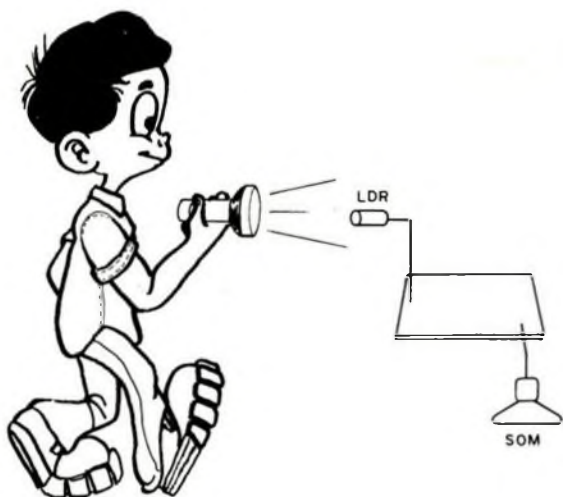


figura 10

Conforme o ajuste do potenciômetro P1 podem ser obtidos nas duas versões pontos em que o som para completamente. Este ajuste depende também da iluminação ambiente.

2. Alarme experimental

Para esta configuração usamos uma lâmpada incandescente comum de 40 ou 60W montada conforme mostra a figura 11.

Ajusta-se o potenciômetro P1 na segunda versão (ação negativa) para que tenhamos o limiar da oscilação, ou seja, colocamos o ajuste no ponto em que quase começa a haver som.

A passagem de uma pessoa entre a lâmpada e o LDR faz o circuito disparar emitindo som.

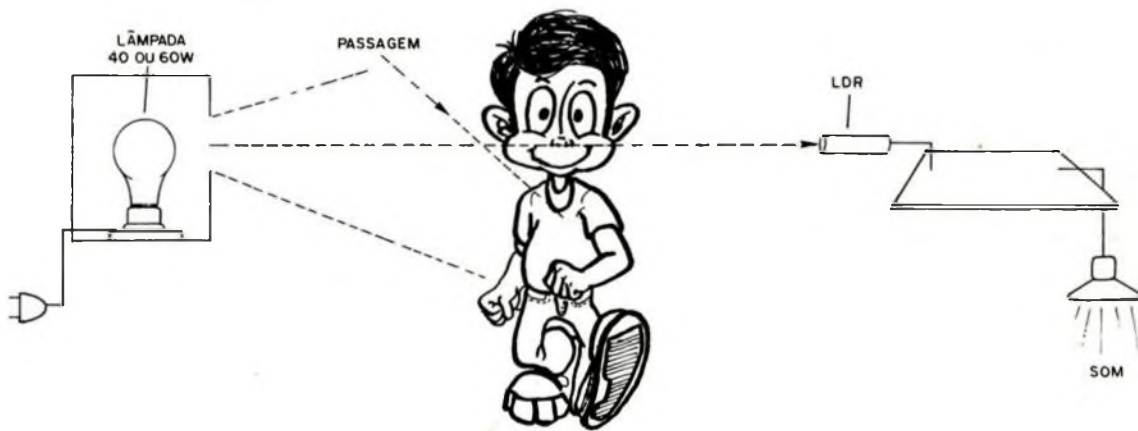


figura 11

LISTA DE MATERIAL

Q1 - 2N2646 - transistor unijunção

Q2 - BD135 - transistor NPN de potência (ou equivalente)

LDR - Foto resistor LDR comum

P1 - 100k - potenciômetro comum linear ou log

FTE - alto-falante de 5 ou 10 cm x 8 ohms

R1 - 4k7 x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, vermelho)

R2 - 470R x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, marrom)

R3 - 100R x 1/8W - resistor (marrom, preto, marrom)

C1 - 100nF ou 0,1µF - capacitor cerâmico ou de poliéster

C2 - 100µF x 12V - capacitor eletrolítico

Diversos: suporte para 4 ou 6 pilhas, ponte de terminais, base de montagem, fios, solda, etc.

ATENÇÃO! VOCÊ QUE GOSTA DA ELETRÔNICA

SOMOS UMA LOJA NOVA ONDE VOCÊ SERÁ ATENDIDO COMO AMIGO, E TERÁ TODA ORIENTAÇÃO EM CASO DE DÚVIDA OU PROBLEMA.

**TEMOS · KITS · FERRAMENTAS · ACESSÓRIOS · PEÇAS
MATERIAIS ELETRÔNICO EM GERAL ETC....**

Venha tomar um cafézinho conosco, estamos a sua espera.

FEKTEL - CENTRO ELETRÔNICO LTDA.

Rua Guaianazes, 416 - 1º and. - Centro - S. Paulo - S.P. CEP 1204
Tel. 221-1728 - ABERTO ATÉ 18:00 Hs. INCLUSIVE SÁBADO.

VENDA PELO REEMBOLSO POSTAL P/TUDO O BRASIL

Preencha e envie-nos o cupom abaixo:

Desejo receber grátis, a sua lista de materiais.

NOME

ENDEREÇO

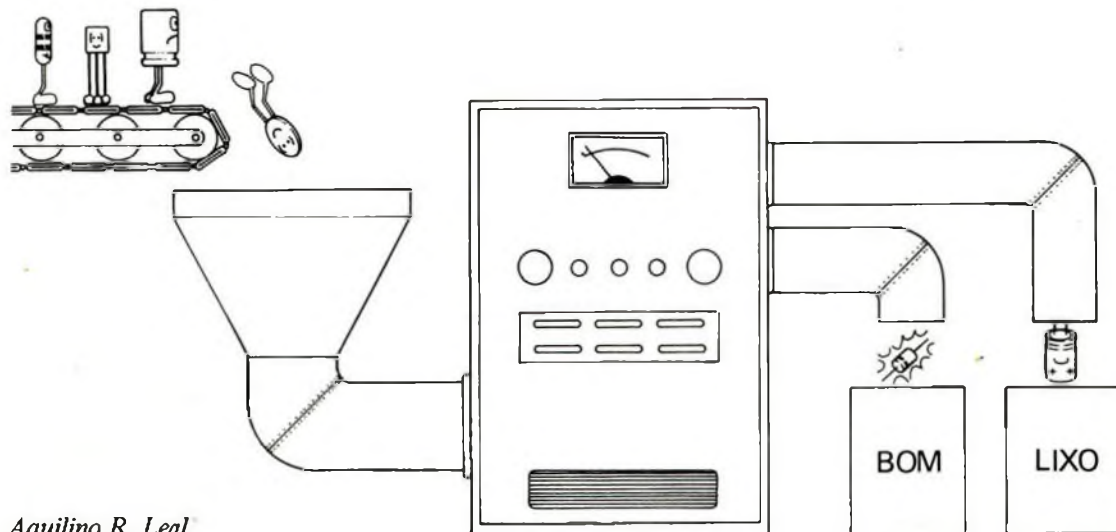
CEP BAIRRO

CIDADE ESTADO

CONSTRUA UM

MULTITESTE

VERSÁTIL



Aquilino R. Leal

O circuito proposto, além de avaliar o desempenho de diodos, é capaz de identificar os dois terminais, anodo e catodo. Também pode ser utilizado para verificar continuidade e, ainda, para testar outros componentes, tais como LDRs, transistores, alto-falantes, capacitores eletrolíticos, leds, etc.

É bem provável que você já tenha tentado 'bolar' algum aparelho de teste, simples e eficiente, para avaliar o estado em que se encontram alguns dos componentes mais corriqueiros de sua 'sucata', especialmente os de estado sólido, em particular diodos, transistores e leds. Creio até que essa tentativa de projeto culminou em um circuito de veras eficáz, resolvendo maior parte das pretensões iniciais; contudo, acredito que o circuito seja bem 'bodoso', isto é, complicado 'pacas' e, portanto, de custo relativamente elevado, atingindo uns poucos mais privilegiados economicamente.

Também acredito que a tentativa não tenha passado de umas meras investidas iniciais, talvez movidas pela mui natural empolgação, após as quais acabou desistindo da 'velha' idéia, por sinal, muito útil a todos àqueles que, de uma ou de outra forma, se dedicam à eletrônica.

Isso também aconteceu comigo! Desisti, por várias vezes, de 'bolar' um desses circuitos de teste tão necessários em qualquer bancada, profissional ou não. Felizmente (para todos, é claro) sou do tipo persistente, que não desiste tão facilmente quando surgem os primeiros problemas e, assim, tentei... tentei...

'Cabeçudo' como sou, não poderia dar em outra coisa: acabou 'nascendo' o circuito tão almejado que, por razões mais do que óbvias, teria de ser do tipo '2B', ou seja, bom e barato!

Evidentemente, o circuito proposto não é nenhuma maravilha, nem é fruto de alguma nova e brilhante idéia, até pelo contrário! Entrementes, o 'pouquinho' que o dispositivo faz é, realmente, MUITO em relação a seu custo, simplicidade e sobretudo facilidade de manuseio — não existe (nem sequer!) qualquer espécie de ajuste ou cali-

braço, podendo ser utilizado e montado por qualquer um, desde que possua a mínima habilidade com o ferro de soldar!

O CIRCUITO

A única novidade, em termos de projeto, é a presença do 'velho amigo' 555 funcionando como... um estágio inversor de potência! Certamente mais uma outra aplicação insólita para esse circuito integrado de 'n+1' utilidades! Parece até a palha de aço que anda por aí, com suas 1001 utilidades!

De que forma utilizei o 555 como amplificador (digital) inversor de potência é um 'mistério' que é deslindado através da figura 1.

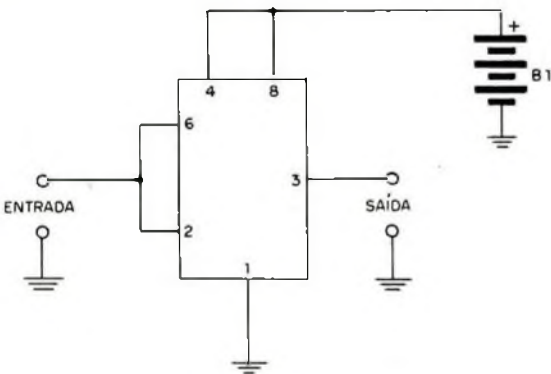


figura 1

Aparentemente, essa configuração do 555 não faz nada, ainda que ela dê indícios da configuração astável clássica para o integrado em questão.

Veja bem leitor: suponha que à entrada do circuito se aplique um sinal, digital ou não, de amplitude inferior à terça parte da tensão de alimentação, suposta igual a 12 volts para efeito de raciocínio. Que teremos na saída?

Ora, a entrada 'disparo' é sensibilizada (ela só 'percebe' sinais de amplitude inferior a 1/3 de Vcc, no caso inferior a 4 volts), aí a saída, devido às características intrínsecas do 555, assume um potencial bem próximo de alimentação, isto é, 12 volts.

Enquanto esse sinal de 'pequena' amplitude se mantiver presente à entrada, teremos um sinal 'grande' na saída do circuito. Ou, se o leitor preferir: a um nível (ou estado) lógico baixo de entrada, o circuito

responde com o estado lógico alto, normalmente representado por H (de 'high'). E o mais interessante, com amplificação!

De fato, basta ver que qualquer sinal de amplitude menor que 4 volts (1/3 de Vcc), inclusive nula, leva à saturação a saída do circuito, isto é, potenciais compreendidos entre 0 a 1/3 de Vcc provocam o disparo do circuito que permanecerá nessa condição mesmo que o estímulo de entrada, em nível L, ou baixo, seja retirado!

É isso mesmo! O circuito da figura 1 também funciona como uma espécie de memória eletrônica! Isto é válido desde que o potencial do sinal de entrada, se situe, após o disparo do circuito, entre 0 a 8 volts, ou seja: entre 0 e 2/3 de Vcc.

Fica bem claro o fato do circuito poder ser disparado por um único pulso de entrada, aliás, pelo primeiro, ignorando os subsequentes, desde que não ultrapassem o valor máximo de 8 volts de amplitude. Esta propriedade concede ao circuito uma espécie de imunidade ao ruído ou histerese.

Pois bem, se sob tais condições o sinal de entrada apresentar, ainda que por uma única vez, amplitude superior a 8 volts (2/3 de Vcc), a saída do circuito passa do nível alto (H) para o nível baixo (aproximadamente zero volts), assim permanecendo até que a amplitude desse sinal de entrada se torne ligeiramente inferior a 1/3 de Vcc.

O diagrama da figura 2 apresenta todas as possibilidades acima mencionadas, pertinentes à entrada e à saída do circuito da figura 1. O leitor deve estar pensando que tal configuração para o integrado 555 não passa de um 'disparador de Schmitt' (Schmitt trigger), cuja característica principal é bascular sua saída em função de dois níveis distintos de tensão aplicados à entrada.

Se assim pensou... acertou em cheio!!

Bem, após esse 'bate papo' todo, só me resta apresentar o circuito propriamente dito do MULTITESTE VERSÁTIL – vide figura 3.

O primeiro desses integrados, por coincidência um 555, e demais componentes associados formam um multivibrador cuja frequência das oscilações é estabelecida pela rede R1-R2-C1, atendendo à seguinte expressão:

$$f = \frac{1,44}{(R1 + 2 \cdot R2) \cdot C1} \text{ Hz}$$

R1 e R2 em M ohms e C1 em μ F.
De acordo com a lista de material, temos:

$$f = \frac{1,44}{(0,0022 + 2 \times 0,0022) \cdot 0,1} \text{ Hz} \cong 2,2 \text{ kHz}$$

O sinal digital de saída desse astável, figura 4(A), é diretamente aplicado a C1-2, o qual o complementa, como bem o leitor

pode observar no diagrama em fases da figura 4(B). Desta forma consegue-se obter um defasamento de 180° entre os sinais presentes nos pontos A e B assinalados no esquemático da figura 3, ou 'trocado em miúdos': se o potencial de um desses pontos é positivo, o do outro será praticamente nulo, e vice-versa.

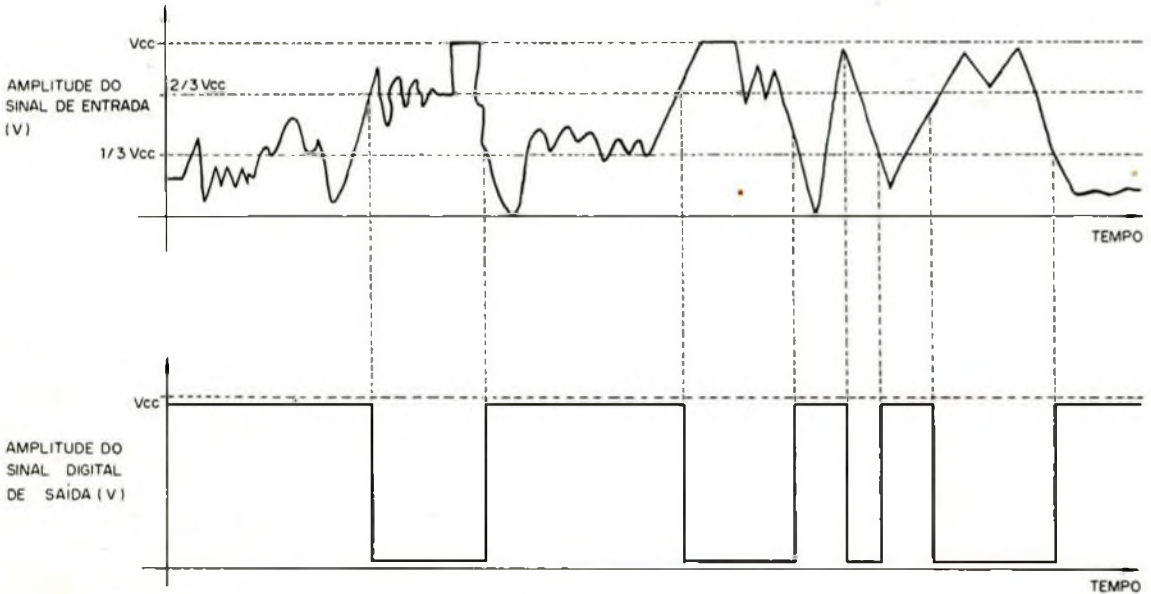


figura 2

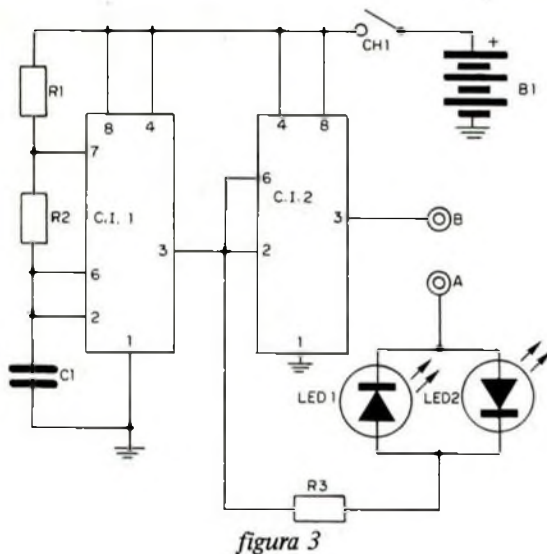


figura 3

'Tá na cara' que ao interligar entre si os pontos A e B, figura 3, ambos fotemissores emitirão luz, mas não simultaneamente, ainda que tenhamos a sensação contrária.

De fato, basta observar o diagrama em fases da figura 4: no primeiro pulso o po-

tencial de A é positivo em relação ao de B e a corrente circulará no sentido de B para A (sentido convencional), passando pela resistência limitadora R3 e fotemissor led1 — nestas condições o led2 se encontra reversamente polarizado. No segundo pulso a corrente circulará de B para A, sendo a vez do led2 emitir luz, enquanto o outro diodo eletroluminescente se 'apaga'. No ciclo 3, assinalado na figura 4, será a vez do led1 emitir luz outra vez, e apenas ele, repetindo as condições do primeiro ciclo. O 'negócio' continuará assim indefinidamente: ora o led1 emitindo luz, ora o led2, porém nunca ao mesmo tempo os dois.

Nós não perceberemos o efeito 'pisca-pisca' porque o período de frequência das oscilações é muitas vezes menor que o tempo de retenção da imagem em nossa retina — esse período de retenção é da ordem de 0,1 segundos, enquanto o do sinal é de aproximadamente 455 milissegundos.

Contudo, ninguém irá negar que o fotemissor led1 permanece muito mais tempo

emitindo luz que seu 'vizinho' led2 — é por essa razão que o primeiro é de cor verde, de

menor luminosidade que o segundo (cor vermelha): uma 'coisa' compensa a outra!

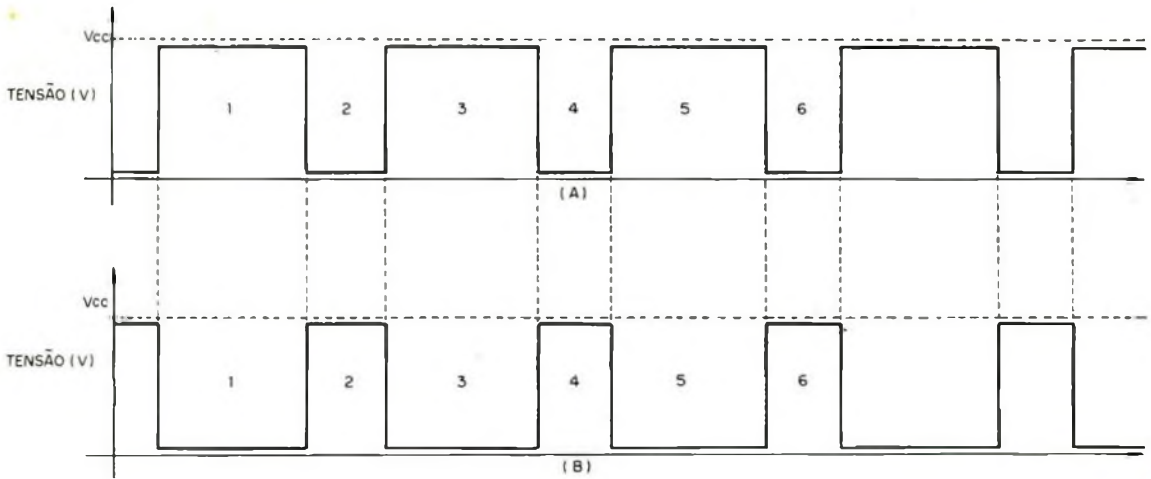


figura 4

Ao se desfazer a interligação entre os pontos A e B (figura 3), nenhum dos dois leds emitirá luz, caracterizando **circuito aberto**, ou seja, que não há continuidade entre esses pontos.

bém indica que o anodo do diodo D corresponde ao terminal conectado ao ponto de acesso A, ou seja, que ele se encontra invertido em relação ao que deveria ser: anodo → ponto A, catodo → ponto B.

É claro que se o posicionamento desse diodo for invertido (figura 6), o fotemissor led1 é quem emitirá luz, e porque a coloração dessa luz é verde, concluiremos que o ponto A realmente corresponde ao anodo e o ponto B ao catodo desse diodo.

Entendeu a 'sutileza' do circuito?

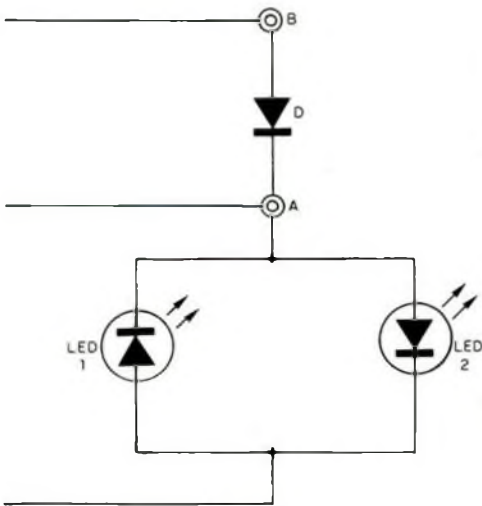


figura 5

Veja agora o que ocorre ao se dispor um diodo retificador entre esse par de acessos, tal qual mostra a figura 5. O diodo D só permitirá a circulação de corrente no sentido de anodo para catodo, isto é, de B para A e por conseguinte apenas o led2 emitirá luz, de cor vermelha por sinal, indicando que o diodo D sob teste não se encontra 'aberto' e muito menos em curto; a emissão de luz vermelha por parte do led2 tam-

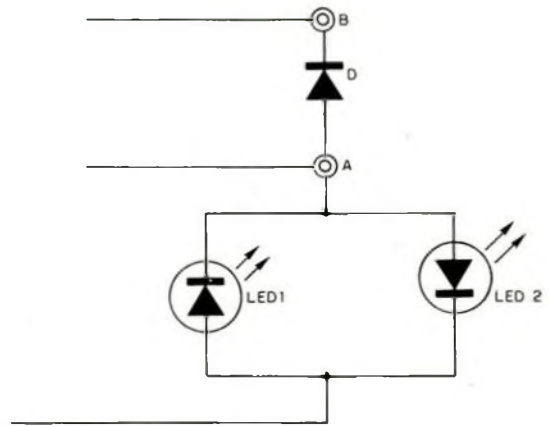


figura 6

A ponta de prova A deve estar sempre associada ao anodo do diodo em teste e, é claro, a ponta B a seu catodo, se isto ocorrer (e se o diodo estiver 'ok') teremos a 'luzinha' verde, em caso contrário acende

a vermelha, que nos informa que a ponta de prova A não está conectada ao terminal anodo do semicondutor ou grosseiramente: o diodo se encontra 'inversamente' polarizado. De qualquer forma, ficam perfeitamente identificados o anodo e o catodo.

Adiante tratarei disso com mais detalhes.

Como tensão de alimentação, o circuito admite qualquer valor compreendido entre 5 a 15 volts cc, ainda que ele tenha sido projetado para funcionar com 6 volts cc.

Em meu protótipo experimental resolvi medir o consumo do circuito em diversas condições de funcionamento, quando alimentado a partir de uma fonte de 6 volts cc. Os valores medidos foram os seguintes: Curto circuito entre os pontos A e B: $I \approx 20$ mA.

Circuito aberto entre A e B (circuito em repouso): $I \approx 7$ mA.

Com a inclusão de um diodo 1N914 entre as pontas de prova A e B:

- led vermelho emitindo luz: $I \approx 14$ mA;
- led verde emitindo luz (diodo em teste invertido em relação à condição anterior): $I \approx 9,6$ mA.

OBS: Ainda que o led verde (led1) emita luz por períodos maiores que o vermelho (led2), conforme disse antes, ele provoca menor consumo devido à maior queda de potencial entre seus terminais (da ordem de 2,2 volts contra 1,6 do vermelho).

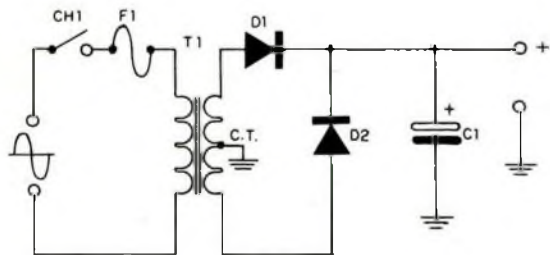


figura 7

Se o leitor quiser alimentar o aparelho através da rede elétrica poderá montar a fonte cujo circuito se encontra na figura 7 à guisa de orientação – neste caso o interruptor CH1, figura 3, deverá ser omitido; para que dois interruptores?

MONTAGEM

Tentar expor as diretrizes que segui para montar o protótipo é perder tempo! O

circuito é tão simples que dispensa qualquer comentário adicional.

Quanto à parte mecânica, o leitor deve ter em mente o seguinte:

- a) Os pontos A e B, assinalados no desenho da figura 3, devem ir ter a um par de bornes, para plugue do tipo banana, de cor vermelha e preta, respectivamente: à cor vermelha (ponto A) estará associado o potencial “+” (anodo) e à preta o potencial “-” (catodo).
- b) Esse par de bornes deve ser fixado a uma das faces da caixa utilizada para alojar o circuito e de forma a ter-se livre acesso aos mesmos.
- c) Também o par de diodos eletroluminescentes deve ser fixado à caixa, ficando em lugar bem visível.
- d) Se for montada a fonte de alimentação sugerida na figura 7, é recomendável que ela seja montada na própria plaqueta do circuito de teste propriamente dito (figura 3) – tanto o fusível F1 como o interruptor CH1 são componentes externos à plaqueta, devendo ser fixados à caixa do circuito.
- e) Quanto à caixa, recomendo as do tipo padronizado de plástico, as quais possuem uma tampa em alumínio que também permite a realização de furos sem muito sacrifício; além disso dispõem de várias torres no fundo para fixar a plaqueta do circuito através de parafusos auto-atarrachantes.

OBS.: Se você montar a fonte de alimentação, cujo circuito se encontra na figura 7, tenha o máximo cuidado para que os terminais “+” e terra não entrem em curto-circuito.

Uma vez pronta essa parte mecânica, o leitor deve providenciar as duas pontas de prova, constituídas de um pedaço de fio flexível (um de cor vermelha e outro de cor preta), tendo em um dos extremos uma garra-jacaré e no outro, um plugue-banana, vide figura 8.

O ‘Multiteste’ estará em perfeito funcionamento se ele comportar-se corretamente ao executarem-se os testes mencionados na descrição do circuito, ou seja:

- a) curto-circuitando-se as duas garras-jacaré ambos os leds emitirão luz e em aberto (alta impedância) nenhum desses fotomissores irá ‘acender’;

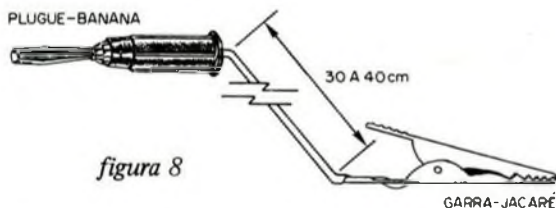


figura 8

b) utilizando um diodo, cujos terminais são conhecidos, comuta-se a garra vermelha a seu anodo e a preta ao seu catodo, e haverá emissão de luz por parte do led verde; invertendo essas garras, será a vez do led vermelho 'acender'.

UTILIZAÇÃO

Para facilitar a memorização da utilização do 'Multiteste', convém que o leitor disponha dos componentes a serem verificados, realizando todas as operações descritas para cada ensaio com componentes conhecidos e que se apresentem em bom estado de funcionamento. Isto, certamente, não é impossível, pois raro é o caso daquele que em sua sucata não possui alguns desses diodos, transistores, diodos emissores de luz, capacitores, foto-resistores, etc.

Convém ter sempre em mente o seguinte: a garra vermelha será considerada como a de potencial positivo em relação à preta.

1. ENSAIO DE CONTINUIDADE OU DE NÃO-CONTINUIDADE

A continuidade pode ser verificada com as garras 'A' e 'B' colocadas no elemento sob teste. Se ambos fotemissores emitirem luz é sinal que existe continuidade entre os pontos ligados às garras; se nenhum dos dois diodos eletroluminescentes emitir luz, isto indicará que não há continuidade entre tais pontos. Se, porém, apenas um dos leds emitir luz, conclui-se que o elemento sob prova é unidirecional, ou seja, só deixa passar corrente em um sentido.

2. DIODOS

Acendendo ambos fotemissores, o diodo sob teste estará em curto; se nenhum acender, o diodo estará 'aberto'. Se apenas um dos fotemissores, emitir luz, o diodo em teste se encontra em perfeito estado: acendendo o verde isto significará que o anodo do diodo está ligado à garra de cor vermelha (ponto A) e o catodo à garra de cor pre-

ta (ponto B), se em vez do verde for o vermelho, as condições acima se invertem, ou seja, garra vermelha corresponde ao catodo do diodo e a preta ao anodo do componente.

O procedimento para testar diodos fotemissores (leds) é o mesmo já explicado acima, sendo que este deve acender se estiver em perfeito funcionamento. Utiliza-se a mesma sistemática na verificação de diodos zener, pois, quando o zener é polarizado diretamente, ele se comporta como um diodo comum.

3. ALTO-FALANTES

O teste em alto-falantes é realizado ligando-se à bobina móvel as duas garras do aparelho. Se o alto-falante estiver em bom estado, ambos os leds do instrumento acenderão, podendo-se escutar no alto-falante um ruído de baixa intensidade sonora. Caso os fotemissores não emitam luz, é sinal que a bobina do alto-falante está aberta, neste caso não se escutará o som que caracteriza a frequência das oscilações do aparelho — aproximadamente 2 kHz.

Ainda, se ambos os leds acenderem e não for possível escutar o mencionado som, a bobina estará em curto.

4. FOTO-RESISTORES

Você sabe que a resistência de um foto-resistor (LDR) é inversamente proporcional à intensidade de luz a que ele está exposto. Portanto, ligando-se este componente entre as garras do aparelho e aproximando-se da face sensível do LDR uma fonte de luz, os fotemissores verde e vermelho acenderão; ao afastar-se a fonte de luz, a luminosidade dos diodos fotemissores irá diminuindo até que eles apaguem.

Caso o foto-resistor esteja em curto, ou 'aberto', os leds acenderão, ou ficarão apagados, respectivamente, independentemente da fonte de luz.

Alguns componentes sensíveis à luz são unidirecionais; neste caso, apenas um dos fotemissores do aparelho irá 'acender', a identificação do anodo e catodo será feita de forma semelhante à anterior descrita para os diodos comuns e fotemissores.

5. CAPACITORES

O teste dos capacitores baseia-se em sua

carga e descarga, conseqüentemente o 'Multiteste' só é aplicável para capacitâncias superiores a $0,068 \mu F$.

Para se testar capacitores há necessidade de conectar um diodo a uma das garras do aparelho, ficando em série com o capacitor em teste e de tal forma que o catodo do semiconductor aponte para o "+" do capacitor, caso este seja do tipo eletrolítico — vide figura 9. Com isso o capacitor se carrega através de um dos dois fotemissores, que permanecerá aceso até que o capacitor complete sua carga, apagando-se em seguida — o tempo durante o qual o fotemissor fica aceso depende da capacitância do capacitor, sendo diretamente proporcional.

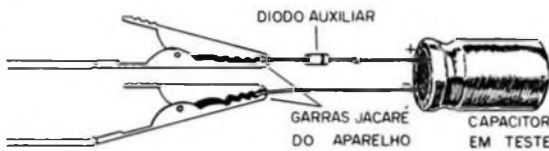


figura 9

O ensaio pode ser refeito tantas vezes quantas se fizerem necessárias, havendo necessidade, em cada ensaio, curto-circuitar entre si os terminais do capacitor para descarregá-lo.

Caso nenhum dos diodos acender, o capacitor está 'aberto', ou sua capacitância é muito pequena. Se o led permanecer emitindo luz com forte intensidade, então o capacitor se encontra em curto. Pode ainda ocorrer que o capacitor em teste apresente elevada corrente de fuga; essa 'fuga' será caracterizada pelo não 'apagamento' total do diodo fotemissor em pauta. Quanto maior for a luminosidade do led, maior será a corrente de fuga do capacitor; no entanto, observe que, quanto maior é a capacitância de um capacitor (principalmente os eletrolíticos), tão maior será a corrente de fuga.

6. MICROFONES CONVENCIONAIS

Estes componentes podem ser examinados ligando-se as garras do instrumento a cada terminal do microfone; se ele estiver em bom estado, pode-se perceber o som dos 2,2 kHz do astável — os leds do instrumento certamente não emitirão luz devido à elevada impedância dos microfones.

Obs.: O teste não se aplica para microfones do tipo eletreto.

7. PONTES RETIFICADORAS

Para estes componentes, que geralmente apresentam quatro terminais (figura 10), o Multiteste, além de verificar o estado da ponte, também identifica seus terminais.

Caso a ponte se encontre em bom estado, deve-se constatar que existirão apenas dois terminais da ponte, tais que, prendendo a um deles uma garra do aparelho e 'varrendo' com a outra os três terminais restantes, farão com que um único led do instrumento acenda a cada nova posição, das três possíveis, ocupadas por esta última.

Estes dois terminais corresponderão ao positivo (+) e negativo (-) da ponte retificadora — figura 10. Se apenas o led verde emitir luz, o terminal ligado à garra vermelha será o negativo da ponte, à outra corresponderá o positivo; se for o fotemissor vermelho que emitir luz, as 'bolas' se invertirão: o terminal positivo da ponte retificadora estará associado à garra preta (garra B) e o negativo à outra.

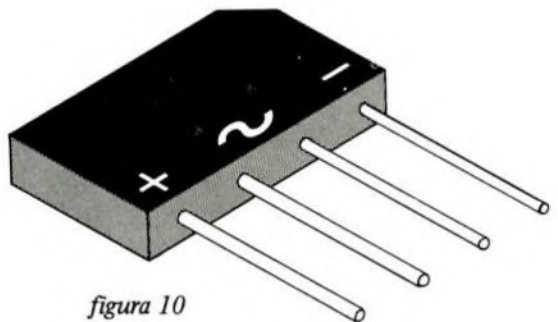


figura 10

Os outros dois terminais da ponte retificadora corresponderão aos pontos de entrada da tensão alternada — com as garras conectadas a esses terminais nenhum dos fotemissores do aparelho deverá emitir luz.

Caso ocorra alguma coisa diferente da citada, a ponte retificadora se encontra danificada.

8. RETIFICADOR CONTROLÁVEL DE SILÍCIO (RCS ou SCR)

Nestes componentes de três terminais, figura 11, o instrumento tanto identifica os lides, como avalia o estado do semiconductor. Se o retificador controlável de silício se apresentar em bom estado, verifica-

-se que apenas um dos três terminais do semiconductor fará com que nem o led vermelho nem o verde emitam luz, quando uma das garras estiver conectada a esse terminal, estando a outra ligada a um dos outros dois terminais restantes do componente. Esse terminal ligado à primeira garra corresponde ao anodo do semiconductor.

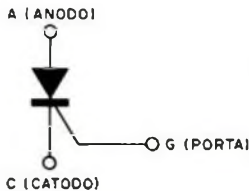


figura 11

Uma vez identificado o anodo, para se reconhecer a porta e o catodo do SCR, o procedimento utilizado é o mesmo para testar diodos, sendo que o terminal porta corresponderá ao anodo do diodo que existe entre a porta e o catodo.

9. TRANSISTORES BIPOLARES E DO TIPO DARLINGTON SEM PROTEÇÃO INTERNA A DIODO

Para transistores, componentes que apresentam, de forma geral, uma tríade de terminais, o instrumento tem condições de determinar se o semiconductor está 'jóia', identificar se ele é do tipo NPN ou PNP e, em alguns casos, seus elementos (base, coletor e emissor).

O primeiro passo consiste em fixar a garra vermelha a um dos terminais, enquanto a outra garra é ligada alternadamente aos outros dois terminais restantes. Um led do aparelho deverá acender em pelo menos uma das posições ocupadas pela garra preta, isto se o transistor estiver '100%'!

Repete-se o processo até que um mesmo diodo do aparelho acenda em ambas posições ocupadas pela garra preta. Quando isto ocorrer, o terminal ligado à garra de cor vermelha (garra 'A') corresponderá à base do transistor e o led que acender indicará o tipo de transistor: se for o verde, ele é do tipo NPN; se for o vermelho, o transistor é do tipo PNP.

Se em alguma dessas situações os dois diodos eletroluminescentes acenderem ao mesmo tempo, a junção sob teste estará em curto e, consequentemente, o transistor se encontra danificado.

Como já foi identificada a base do semi-

condutor, só resta localizar o coletor e emissor do transistor. Ligam-se a esses dois terminais as garras do aparelho, mantendo-se a base livre: nenhum dos leds do aparelho deverá emitir luz caso o transistor se encontre perfeito. Através do dedo umedecido, ou de um resistor de uns 500 ohms, leva-se a base à garra vermelha se o transistor é do tipo NPN e à preta se for PNP; observa-se que o led correspondente ao tipo do transistor (verde → NPN, vermelho → PNP) emitirá luz, caracterizando a amplificação oferecida pelo componente; comutando entre si o par de garras, nota-se que em uma dessas duas condições o led correspondente emite luz mais fortemente que na outra; será de interesse a posição que provoca maior luminosidade, sendo que nesta condição a garra vermelha corresponde ao coletor e a preta ao emissor do transistor.

O leitor deve ter em mente que as considerações acima partem da premissa que o transistor está em perfeitas condições; se alguma coisa falhar... o 'pobre coitado' foi um transistor!

Com o que foi apresentado tem-se uma idéia do vastíssimo campo de utilização do aparelho que, como seu nome indica, é realmente versátil e útil.

LISTA DE MATERIAL

Figura 3:

CI-1, CI-2 – circuito integrado 555

Led1 – fotemissor verde, tamanho grande

Led2 – fotemissor vermelho, tamanho grande

R1, R2 – 2,2k ohms, 1/8W

R3 – 180 ohms, 1/4W

C1 – 0,1 μ F, capacitor de poliéster metalizado

CH1 – interruptor simples do tipo liga-desliga

Diversos: soquetes para os integrados, um par de bornes e respectivos plugues banana (um de cor vermelha e outro de cor preta), placa de circuito impresso, caixa, fio flexível nas cores vermelha e preta, solda, duas garras jacaré, etc.

Figura 7:

D1, D2 – diodos retificadores 1N4001

T1 – transformador, rede para 6+6V, sob 200 mA no máximo

C1 – 470 μ F a 1000 μ F, 16V, eletrolítico

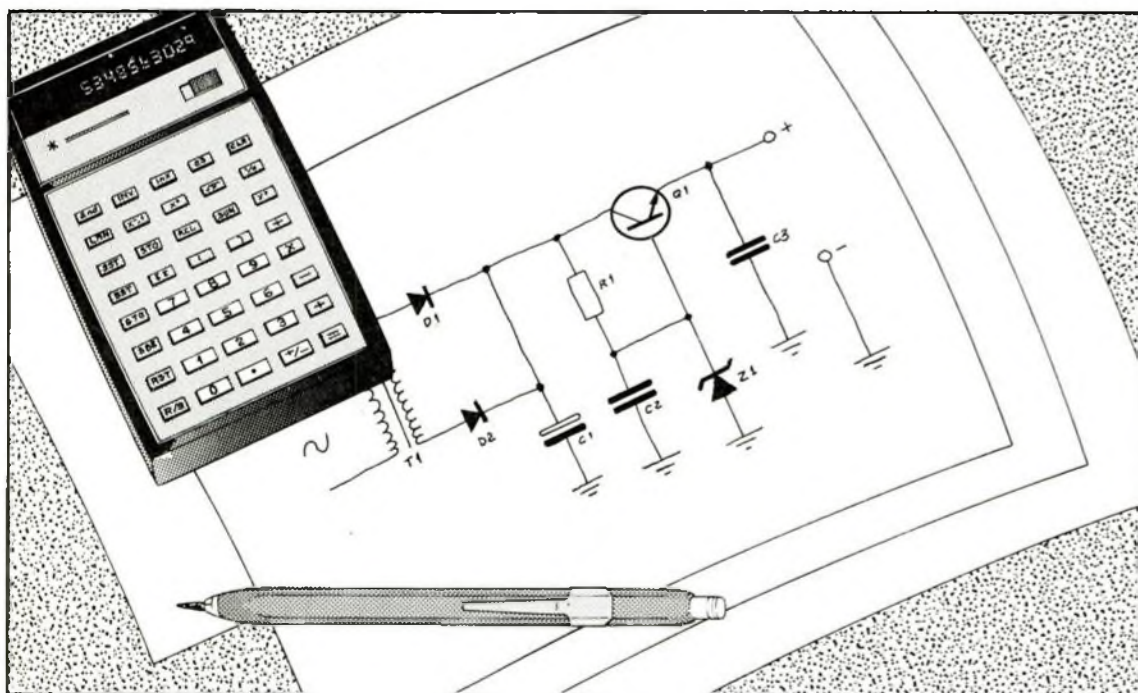
CH1 – interruptor simples do tipo liga-desliga

F1 – fusível (200 mA) e respectivo porta-fusível

Diversos: placa de circuito impresso, fio flexível, solda, caixa, etc.

PROJETANDO REGULADORES À ZENER

Aquilino R. Leal



Muito tem-se escrito a respeito de fontes de alimentação em diversas publicações técnicas, por isso não se pretende com este trabalho reescrever aquilo que é demasiadamente conhecido pelo leitor, nem tampouco dar a última palavra sobre o assunto. Apenas nos limitaremos a fornecer alguns informes e aplicações do diodo zener nas fontes de alimentação.

Um diodo zener é um retificador de estado sólido, cuja característica inversa de ruptura é útil: na condução direta, o diodo zener comporta-se de forma semelhante a um diodo convencional. Com uma tensão inversa aplicada, inferior à tensão de ruptura da união, o mesmo se comporta como praticamente um circuito aberto, como acontece com os diodos convencionais; porém, ao aproximar-se a tensão inversa ao valor da tensão da ruptura, passa a circular uma pequena corrente pelo diodo (figura 1), a qual cresce rapidamente (mas rapidamente que nos diodos usuais); para valores de tensão inversa superiores à tensão de ruptura, também conhecida como 'tensão zener', a queda de tensão nos bornes do diodo mantém-se praticamente constante ao longo de uma ampla gama de intensidades de correntes. É justamente nesta região de controle do diodo zener que o semiconductor se comporta como uma referência de tensão constante.

Em virtude da sua característica inversa ser aplicável na prática, conclui-se que o diodo zener

costuma ser polarizado inversamente de modo que funcione na referida região de controle (figura 1).

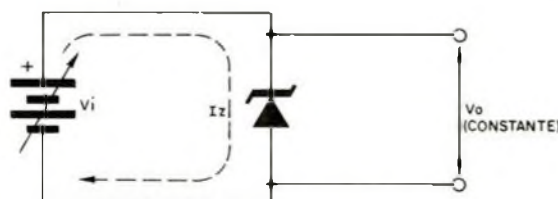


figura 1

Na figura 2, estão apresentadas as curvas características volts x ampères, típicas para alguns diodos zener da série BZY88, extraídas do 'Data Handbook' da Philips. Na figura 2-A, aparece a curva de condução no sentido direto (primeiro quadrante) para esta série de diodos; esta curva já é bastante familiar, em virtude da sua semelhança com a curva dos diodos retificadores convencionais. Na figura 2-B (terceiro quadrante), temos as curvas características para os diversos

tipos de diodos zener quando inversamente polarizados. Observar que as escalas dos gráficos apresentados são diferentes entre si; chama-se ainda a atenção para o fato de que tanto a tensão entre os terminais do diodo e a corrente que por ele circula são ambas negativas no terceiro quadrante, se bem que estejam, por comodismo e pelo seu amplo emprego, representadas como positivas.

Ainda em referência à figura 2-B, observamos que na região do "cotovelo" das curvas, a corrente cresce rapidamente quando se atinge a tensão de ruptura e à medida que a corrente cresce, a tensão zener permanece quase que constante, principalmente para os diodos zener do tipo C5V1 a C9V1, no entanto para os demais diodos desta série, a tensão zener sofre incrementos bastante acentuados à medida que a corrente aumenta. Podemos dizer, de um modo geral, que a tensão zener aumenta à razão de 10mV por mA, o que fornece, em média, uma resistência interna para diodo de 10 ohms.

Desejando-se determinar, efetivamente, qual é a resistência interna de um diodo, para uma dada aplicação prática, basta determinar o coeficiente angular (inclinação) da curva característica do diodo especificado. Este procedimento é válido para qualquer elemento ou componente eletrô-

nico, desde que se tenham as respectivas curvas características tensão versus corrente.

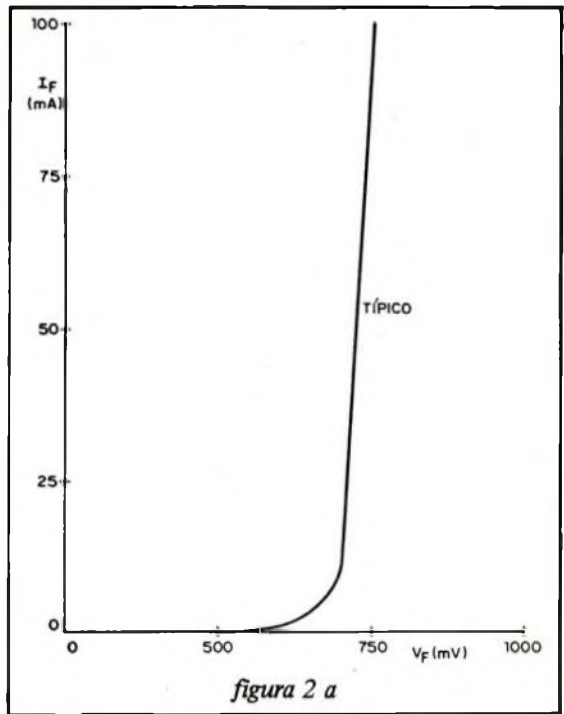


figura 2 a

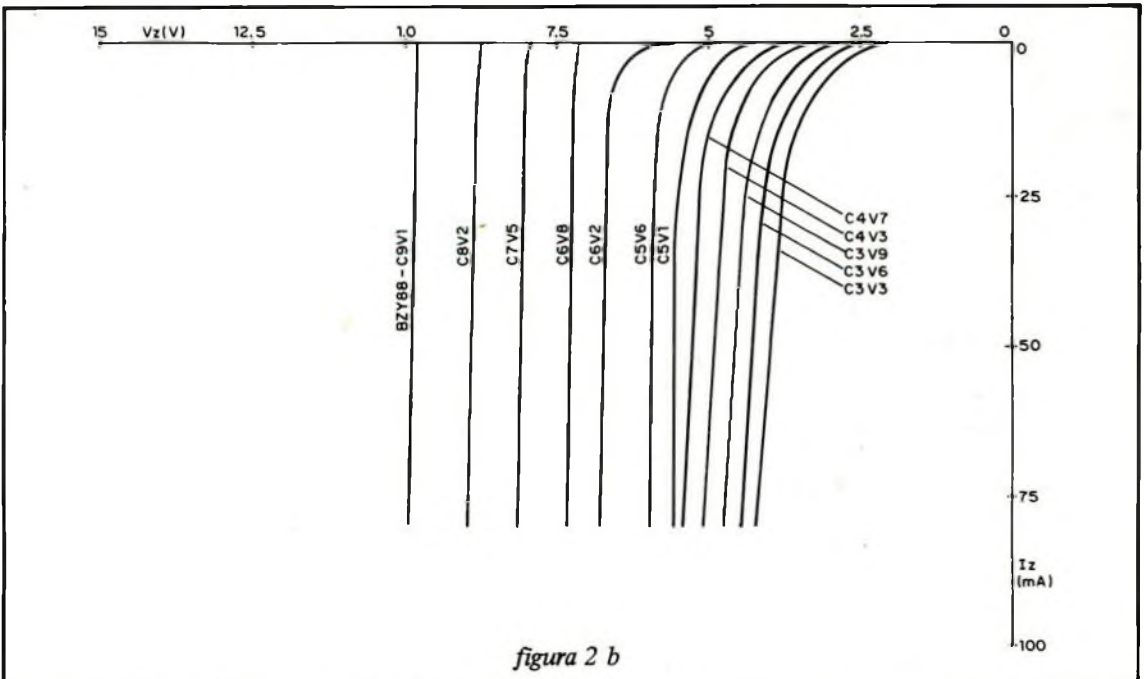


figura 2 b

Já que o diodo zener tem por finalidade manter uma tensão constante, inclusive para elevadas correntes de entrada, o mesmo deve ser protegido contra as flutuações da tensão de entrada. Tal proteção consiste numa resistência conectada em série com o diodo, como se indica na figura 3, isto é, com uma resistência R_s , em série, que limita

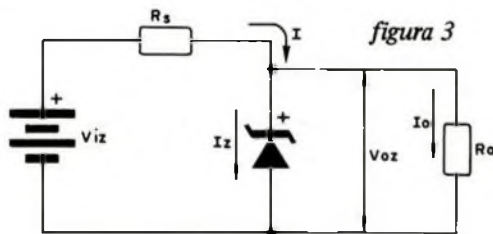
a corrente de entrada. O valor desta resistência em série, como se verá adiante, deverá ser várias vezes maior que a resistência interna R_z do diodo zener.

A figura 4 apresenta a curva característica, em escala ampliada, do diodo C4V7 em estudo, note-se como a tensão zener aumenta ao crescer a corrente de entrada, principalmente no trecho BC.

A inclinação da curva no trecho AB é praticamente constante e vale aproximadamente $\frac{(5,4 - 5,1) \text{ V}}{(80 - 20) \text{ mA}}$ ou 5 ohms, isto é, neste trecho a resistência interna do diodo é praticamente constante, valendo 5 ohms.

Ainda para o diodo da figura 4, no trecho B a C, a sua resistência interna varia exponencialmente com a corrente. Para o ponto E (4,5 e 5mA) o valor desta resistência é dado pela inclinação da reta 't' tangente à curva característica no ponto em questão e vale $\frac{(6,0 - 4,0) \text{ V}}{(20,0 - 0,0) \text{ mA}}$ ou 100 ohms.

A partir do ponto C para a direita, a resistência do diodo cresce violentamente, contanto que no ponto F, por exemplo, esta resistência é de aproximadamente 2k ohms.

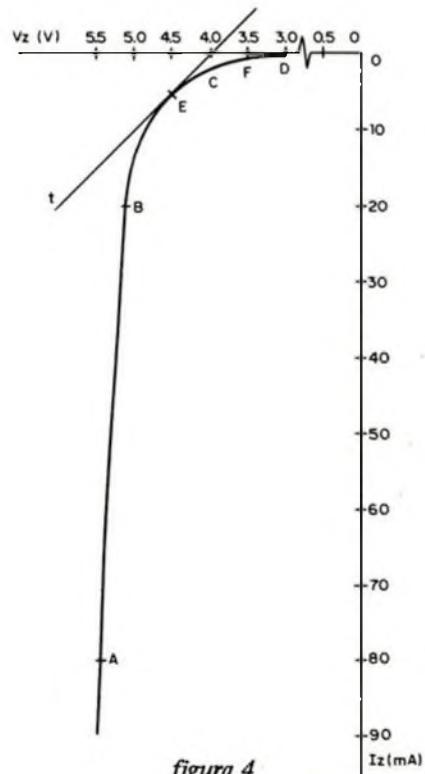


Visto como se determina a resistência interna do diodo zener, voltemos à figura 3; observemos que o diodo está polarizado inversamente, o que significa que V_{oz} é menor que V_{iz} , porém de mesma polaridade. A corrente I que circula pela resistência R_s é dada por $\frac{V_{iz} - V_{oz}}{R_s}$.

Um diodo zener costuma ser especificado pela sua tensão zener e pela potência que ele é capaz de dissipar, sendo que esta última corresponde ao produto da tensão zener pela corrente que circula pelo diodo. Para exemplificar, escolhemos o diodo BZY88 - C4V7, o qual pode ser empregado para estabilizar fontes de alimentação para os circuitos integrados TTL; suponhamos ainda que o mesmo manipule, no projeto, correntes de até 80 mA (tolerâncias de até 10% são permitidas) à temperatura ambiente, isto é, 25°C. Evidentemente o diodo deve dissipar nesta temperatura uma potência de $4,7 \text{ V} \times 80 \text{ mA}$ ou 376mW; optaremos por um diodo zener de maior potência, digamos, de 400mW, desde que a temperatura se mantenha próxima dos 25°C; se houver grandes variações de temperatura, é conveniente optar por um diodo de maior potência; 1W para desencargo de consciência!

Posto isto, estamos aptos a analisar o primeiro projeto de estabilização de tensão. Suponhamos para tal, uma fonte não estabilizada de 13 volts de saída, para alimentar uma carga a 9,1 volts sob 36mA ou, o que é a mesma coisa, uma carga que consuma 327,6mW (esta carga equivale a uma resistência de 252,8 ohms). Designemos por V_M e

V_m , respectivamente, os valores máximo e mínimo de saída entregue pela fonte quando não estabilizada; fixemo-los, digamos, entre 14,5V e 11,1V - estes dois valores são fixados no bom senso e na pior das hipóteses após uma série de medições realizadas em condições temporais diversas.



Para o nosso projeto, optemos pelo diodo BZY88 - C9V1 (1W) para manter a tensão de 9,1 volts nos bornes da nossa carga de 252,8 ohms. A variação de tensões $V_{iz} - V_{oz}$, está compreendida entre um valor mínimo de $11,1 - 9,1 = 2$ volts e um máximo de $14,5 - 9,1 = 5,4$ volts. Devemos selecionar o valor de R_s , de forma a garantir uma corrente no diodo, para a máxima tensão de entrada (14,5V), que seja inferior ao valor máximo admissível para o diodo ou, no nosso caso, 100mA com 10% de tolerância, pois $1000 \text{ mW} \div 9,1 \text{ V} \approx 109 \text{ mA}$.

Vejamoss como uma resistência de 82 ohms limita a corrente do diodo e da carga (figura 5):

- para a máxima tensão de entrada (V_M) a corrente de entrada é:

$$i = \frac{V_{iz} - V_{oz}}{R_s} = \frac{(14,5 - 9,1) \text{ V}}{82 \text{ ohms}} \approx 65,9 \text{ mA}$$

sendo que pela carga circulará uma corrente de 36mA ($9,1 \div 252,8$) e pelo zener irá circular uma corrente de $65,9 \text{ mA} - 36 \text{ mA} = 29,9 \text{ mA}$ (figura 6). Ao retirarmos a carga, a corrente a circular pelo diodo zener aumenta para 65,9mA, requerendo do mesmo a capacidade para dissipar uma potência de aproximadamente 600mW ($65,9 \text{ mA} \times$

9,1V), bem abaixo da máxima potência especificada pelo projeto para o diodo (1000mW).

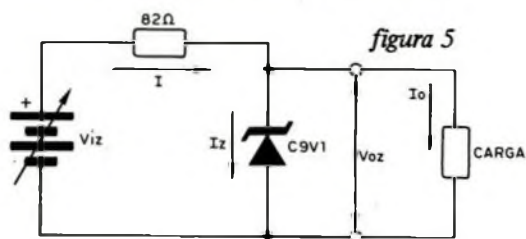


figura 5

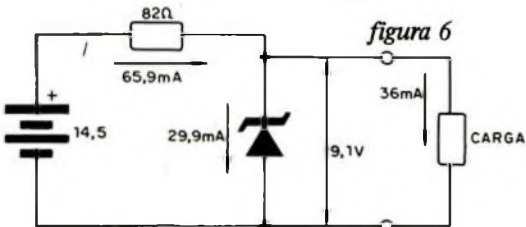


figura 6

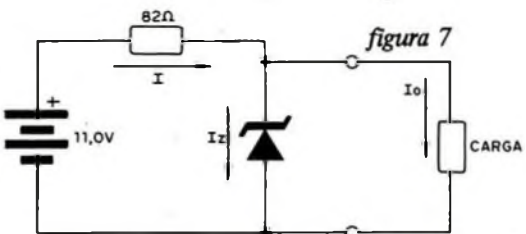


figura 7

— para a mínima tensão de entrada (V_M) — figura 7 — a corrente de entrada seria:

$$I = \frac{(11,1 - 9,1)V}{82 \text{ ohms}} \approx 24,4 \text{ mA.}$$

Observemos que para manter os 9,1 volts sobre os bornes da carga, deverá circular, no mínimo, uma corrente de 36mA pela resistência de 82 ohms, corrente esta que iria alimentar adequadamente a carga, acontece que a corrente circulante é menor que os 36mA exigidos pela carga, daí podemos concluir que a d.d.p. nos seus terminais é menor que 9,1 volts, fazendo o diodo não conduzir; nestas condições, a corrente total do circuito será (figura 8):

$$I = \frac{11,1V}{(82 + 252,8) \text{ ohms}} \approx 33,2 \text{ mA.}$$

Esta corrente acarreta em uma queda de potencial sobre a carga, de: $33,2 \text{ mA} \times 252,8 \approx 8,4 \text{ V}$, fornecendo uma potência de saída aproximadamente igual a 278,9mW contra os 327,6mW entregues à carga no primeiro caso e os 9,1 volts estabilizados que queríamos... 'já eram'!

Para contornar o problema, basta reduzir o valor do resistor R_S de 82 ohms para 47 ohms; nestas condições teremos:

— para V_M (14,5V)

$$I = \frac{(14,5 - 9,1)V}{47 \text{ ohms}} \approx 114,9 \text{ mA}$$

circulando pelo diodo uma corrente de 114,9mA — 36mA = 6,6mA e garantindo neste pior caso uma tensão de saída praticamente igual a 9,1 volts.

— 36mA = 78,9mA e exigindo mesmo um poder de dissipação de $78,9 \text{ mA} \times 9,1 \text{ V} \approx 718 \text{ mW}$ com a carga conectada, e sem carga, 1 000mW.

— para V_M (11,1V)

$$I = \frac{(11,1 - 9,1)V}{47 \text{ ohms}} \approx 42,6 \text{ mA}$$

circulando pelo diodo uma corrente de 42,6mA —

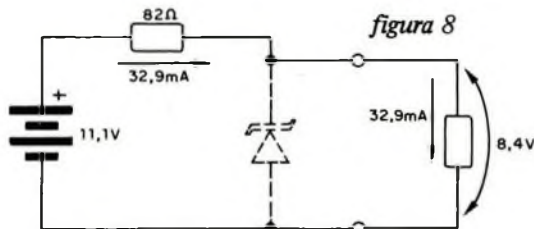


figura 8

Modifiquemos a carga de forma que se necessitem 7,5 volts a 43,7mA, o que equivale dizer que a potência de carga continua a mesma, isto é, $43,7 \times 10^{-3} \times 7,5 \approx 327,8 \text{ mW}$. Empreguemos para este caso o diodo BZY88 — C7V5, 1W (figura 2-B) mantendo, contudo, o resistor em série ainda em 82 ohms. Podemos escrever:

— para V_M (14,5V)

$$I = \frac{(14,5 - 7,5)V}{82 \text{ ohms}} \approx 85,4 \text{ mA.}$$

Nesta condição irá circular pelo diodo, quando a carga estiver conectada, uma corrente de $85,4 \text{ mA} - 43,7 \text{ mA} = 41,7 \text{ mA}$ e em vazio (sem carga) esta corrente será de 85,4mA, onde se conclui que o diodo utilizado é perfeitamente aplicável neste caso, pois $85,4 \text{ mA} \times 7,5 \text{ V} \approx 641 \text{ mW}$. A máxima potência dissipada pelo resistor será: $P_S = I^2 \cdot R_S = (85,4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 82 \approx 598 \text{ mW}$ — optar-se-á por um resistor de 82 ohms e 1 W de dissipação.

— para V_M (11,1V)

$$I = \frac{(11,1 - 7,5)V}{82 \text{ ohms}} \approx 43,9 \text{ mA.}$$

Deduzindo os 43,7mA demandados pela carga, restam 0,2mA para ser a corrente mínima a circular pelo diodo zener, mantendo em torno de 7,5 volts a tensão de saída.

O exemplo precedente, mostrou-nos duas características importantes de um circuito simples regulado a diodo zener:

1) quando a tensão de entrada é variável, deveremos empregar uma tensão zener consideravelmente mais reduzida que a tensão mínima de alimentação (ou entrada) e,

2) a corrente zener para a tensão máxima de entrada pode ser maior que a corrente de carga.

Ambas características nos mostram, por outro lado, que um regulador zener pode ser bastante ineficaz; posto que os reguladores zener operam com baixos níveis de rendimentos, não é costume empregar níveis de potência que excedem alguns watts.

O diodo zener de 7,5V/1W do exemplo, apresenta uma resistência interna de 2 ohms aproximadamente. O regulador apresenta uma resistência em série de 82 ohms em consequência, as trocas de tensão e ondulações da fonte (ripple) de alimentação são reduzidos em um fator de 41. A característica mais importante de um regulador zener é que, ao contrário dos condensadores eletrolíticos, ele é eficiente à baixas frequências e inclusive com c.c.

Como os reguladores zener são empregados constantemente, é conveniente dispor de um método para o projeto de tais reguladores. O método deve atender a um compromisso entre várias condições contraditórias, a fim de torná-lo simples. Um projeto pode resultar difícil e inclusive pode ser irrealizável se a tensão de entrada variar em mais de uns 30%. Se a tensão de entrada é nitidamente bastante constante e ainda se a carga permanece sempre conectada à fonte, devemos escolher uma tensão zener de um ou dois volts abaixo da tensão de entrada e optar por uma resistência em série capaz de suportar a corrente zener e a corrente de carga ao mesmo tempo.

Resultados satisfatórios são conseguidos se aplicarmos o procedimento que a seguir se descreve:

a) selecionar uma tensão zener – V_Z aproximadamente 2/3 da mínima tensão de entrada – V_M – esperada, isto é:

$$V_Z \approx \frac{2}{3} V_M$$

b) a potência P_Z dissipada pelo diodo zener é aproximadamente o produto da tensão zener pela máxima corrente zener. Uma boa margem é considerar que a potência P_Z chegue a valer, no mínimo, 3 vezes a potência ministrada à carga ou, em outros termos:

$$P_Z \approx 3V_Z \cdot I_O$$

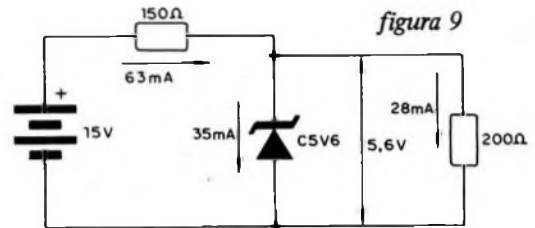
c) o valor nominal da corrente zener – I_Z – deverá valer em torno de $3I_O$ e em consequência, a corrente de carga poderá ser desprezada durante a pesquisa do valor ideal para R_S . É óbvio que a resistência em série deve limitar a corrente zener ao valor máximo da corrente nominal especificada pelo fabricante quando a tensão de entrada na fonte de alimentação for máxima. Desta forma podemos escrever:

$$R_S \approx \frac{(V_M - V_Z)^2}{P_Z}$$

d) comprovaremos o projeto encontrando a corrente de entrada correspondente à máxima tensão de entrada. A partir da corrente de entrada, encontraremos o valor da potência a dissipar pela resistência em série, a máxima corrente no diodo e a máxima entrada de potência ao diodo zener. A partir do valor mínimo de tensão de entrada, determinaremos a entrada mínima de corrente e a mínima corrente no diodo. Se o projeto não apresenta resultados satisfatórios, duplicaremos ou re-

duziremos à metade o valor da resistência em série e comprovaremos novamente o seu rendimento.

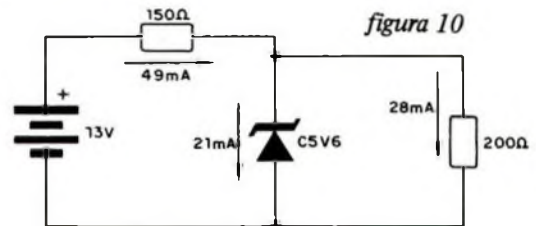
Vamos reportarnos ao seguinte exemplo: dispomos de uma fonte de alimentação, cuja tensão compreende-se entre 13V e 15V e queremos alimentar uma carga, digamos de 200 ohms, sob uma tensão constante, compreendida entre 5,2V e 6,0V e sob uma corrente de 28mA aproximadamente; o problema é determinar o tipo de zener, bem como o valor da resistência R_S que deve ser conectada em série com o mesmo.



Inicialmente, escolhemos, dentre os diodos zener, aquele cuja tensão zener compreende-se entre os 5,2V e 6,0V; optemos pelo zener BZY88 – C5V6 – notar que pelo item ‘a’ anterior que a tensão deveria ser de aproximadamente 8,6V, recaindo a escolha no zener C8V2. Estipulemos a corrente I_Z como sendo de 90mA, já que $I_Z \approx 3I_O$ e $I_O \approx 30$ mA, exatamente, 28mA, então, vem: $P_Z \approx 3V_Z I_O = 3 \times 5,6 \times 30 = 504$ mA ou 0,5W. O valor de R_S é determinado pela aplicação da expressão do item ‘b’ precedente:

$$R_S \approx \frac{(15 - 5,6)^2}{0,5} \approx 176 \text{ ohms; daí, deduzi-$$

mos, conforme vimos anteriormente, o circuito da figura 9, quando $V_{IZ} = 15$ V e considerando $R_S = 150$ ohms, valor comercial. Quando $V_{IZ} = 13$ V, temos o circuito da figura 10 com as respectivas correntes. A potência que o resistor deverá dissipar nas piores condições (circuito aberto) é: $(63 \times 10^{-3})^2 \cdot 150 \approx 600$ mW, optemos por 1W para efeito de segurança.



Posto isto, o projeto final nos fornece os seguintes dados:

R_S : 150 ohms/1W e D: BZY88 – C5V6/0,5W.

Existem recursos a serem aplicados neste tipo de reguladores, que permitem aumentar a sua potência anexando ao circuito outros componentes, isto porém será tema de outra publicação.

SEÇÃO do LEITOR

Nesta seção publicamos projetos ou sugestões enviados por nossos leitores e respondemos à perguntas que julgamos serem 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.



Cuide bem de seu soldador! Para ter êxito nas montagens é importante que o leitor realize bem as conexões soldadas. Para isso, o estado do ferro de soldar é muito importante. Suas pontas, em pouco tempo, tendem a adquirir uma camada de óxido e não raro sofrem uma corrosão que provoca o aparecimento de cavidades e outras irregularidades.

A camada de óxido escuro tende a irradiar o calor, diminuindo deste modo a temperatura da ponta e prejudicando as soldagens. As irregularidades, por outro lado, tendem a impedir o contacto da ponta com os componentes que devem ser soldados.

Para manter seu soldador em boas condições é simples. Periodicamente, notando uma camada de óxido na sua ponta, lime-a com uma esponja de aço ou palha de aço.

A ponta deve ser periodicamente limada de modo a ter a superfície de contacto onde adere a solda, plana.

Mas, vamos às montagens de hoje, que são as escolhidas dentre as muitas que recebemos de nossos leitores.

LUZ ALTA-BAIXA AUTOMÁTICA

Temos aqui um projeto muito interessante enviado pelo leitor Paulo de Almeida de Carpina – PE. Pelo funcionamento do circuito os leitores poderão perceber facilmente sua utilidade.

Vem um carro em sentido contrário ao seu, e você está com a luz alta. O carro em sentido contrário lhe sinaliza, pedindo para abaixar a luz. Você é obrigado a acionar o controle de mudança de luz. Numa viagem prolongada, o número de vezes em que esta

operação deve ser feita é algo que deve ser levado em conta, pois torna-se desagradável depois de certo tempo.

Com o controle sugerido pelo autor deste projeto, a mudança de luz alta para baixa é feita automaticamente com a ação da luz do carro que vem em sentido contrário.

O circuito completo é mostrado na figura 1 e tem por elemento básico um LDR.

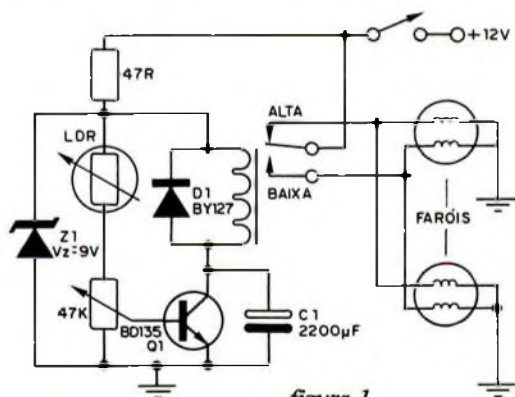


figura 1

Este LDR é colocado num tubo opaco apontado para a frente do carro de modo a receber a luz do farol do veículo que vem em sentido oposto, conforme mostra a figura 2.

Um controle de sensibilidade permite obter o ponto ideal do disparo do circuito.

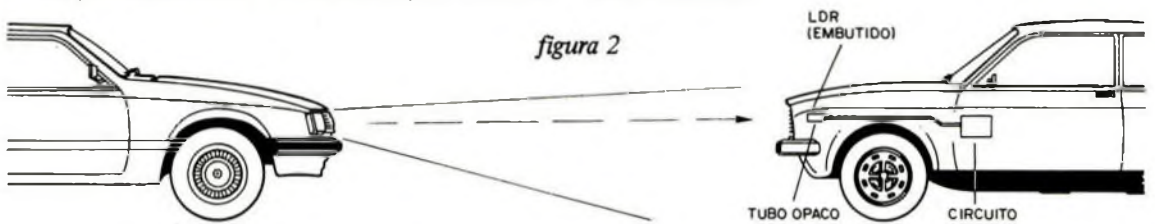
Com a ação da luz sobre o LDR uma corrente de base maior aparece no transistor, tendo por consequência a ação sobre o relê que fecha seus contactos. Nesta ação temos a comutação da luz.

O relê se mantém fechado pelo tempo em que a luz do farol do carro em sentido oposto atuar sobre o LDR mais um pouco,

determinado pelo capacitor de $2\ 200\ \mu\text{F}$ em paralelo com o transistor.

Importante neste circuito é que, estando

ele fora de ação, permanece o funcionamento normal do sistema do carro de luz alta e baixa.



O relê usado é de 12V ou 6V, conforme a alimentação disponível no seu carro, podendo ser um RU101012 ou RU101006 da Schrack.

O transistor pode ser de qualquer tipo NPN para uso geral de média potência como o BC548, BC547 ou TIP29.

Um zener de 9V colocado em paralelo com a alimentação mantém constante a tensão no circuito, melhorando sua estabilidade.

O eletrolítico é de $2\ 200\ \mu\text{F}$ ou $1\ 500\ \mu\text{F}$ com tensão de trabalho de 16 ou 25V.

O ajuste de sensibilidade é feito num potenciômetro de 47k o qual deve ficar em local acessível, preferivelmente no painel. Veja que, colocando este potenciômetro no mínimo, ou seja, com o cursor todo para o lado da terra, o aparelho fica automaticamente fora de ação.

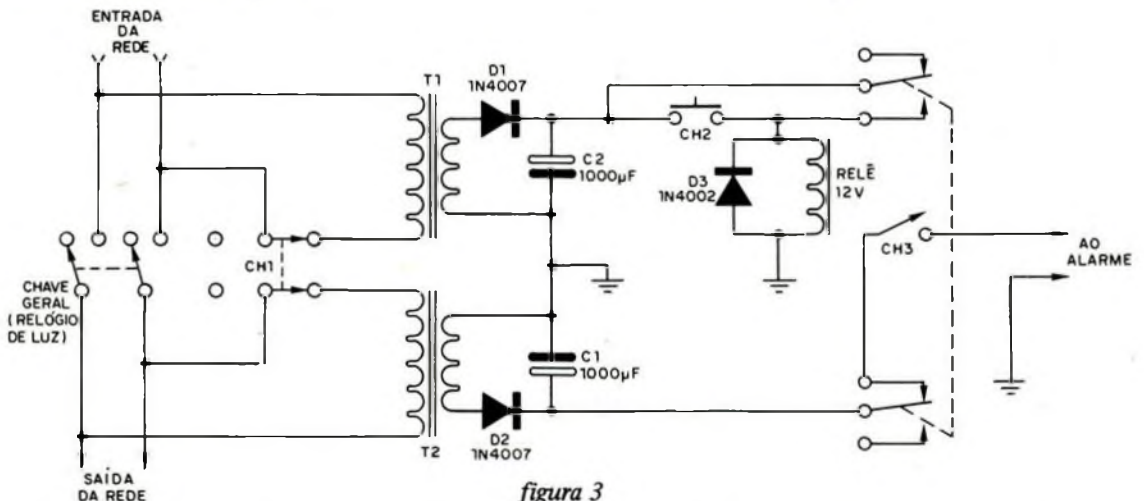
As ligações para os faróis devem ser feitas com fio grosso, de acordo com a corrente exigida pelas lâmpadas.

PEGA LADRÃO-ESPERTO

Afirma o leitor EDIMAR PAULO DE SOUSA de Soledade – PA que nós da eletrônica somos mais ou menos espertos, mas os ladrões de hoje, são muito mais espertos do que podemos pensar.

E foi pensando nisso que o leitor “bolou” uma grande surpresa para os ladrões que tentam eventualmente desarmar o sistema de segurança de uma residência, desligando sua chave geral.

Na figura 3 temos o circuito do sistema em questão.



São usados dois transformadores com o primário de 110V ou 220V, conforme seja sua rede, e secundários de 12V com corrente de pelo menos 100mA, ou de acordo com o relê usado, ou ainda alarme.

Como elementos adicionais temos dois diodos retificadores em cada transforma-

dor, e eletrolíticos de filtragem, além de um relê, um diodo de proteção para este relê e algumas chaves.

O funcionamento do circuito é o seguinte: terminada a instalação do sistema no quadro geral de alimentação da casa (normalmente fora da residência) liga-se

CH1 e em seguida pressiona-se por um instante CH2 (interruptor do tipo normalmente aberto).

Com este procedimento, o relê é energizado, passando seus contactos para a posição fechado. Com isso, o relê fica alimentado pelos seus próprios contactos e ao mesmo tempo mantém o sistema de alarme desativado.

Se alguém desligar a chave geral, o transformador T1 fica sem alimentação, e deste modo o relê é imediatamente desativado, voltando seus contactos para a posição inicial.

Com isso, o sistema de alarme passa a receber a alimentação do outro transformador (T2) que está ligado antes da chave.

Veja que o alarme não pára, mesmo que a chave seja religada. Para isso podemos desligar o alarme acionando CH3, ou então pressionando o interruptor CH2 por alguns instantes.

A chave CH1 desativa o sistema de alarme.

O relê usado deve ter dois contactos reversíveis e uma bobina para 12V com corrente até 100mA. Os eletrolíticos devem ter tensões de trabalho de 16V pelo menos, e os diodos retificadores são do tipo 1N4004 ou equivalentes.

PEQUENO TRANSMISSOR DE FM

Este pequeno transmissor, enviado pelo leitor SÉRGIO APARECIDO CASTRIANI, de Sumaré — SP, envia seus sinais para um receptor de FM colocado nas proximidades, ou para um aparelho de TV sintonizado no canal 6.

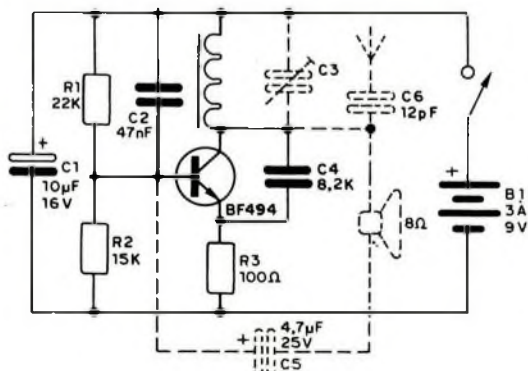


figura 4

O ajuste de frequência exata é feito num trimer. O circuito completo é mostrado na figura 4.

O microfone usado neste aparelho é na verdade um pequeno alto-falante de 8 ohms que é ligado ao circuito de um modo diferente, obtido experimentalmente pelo leitor.

O ajuste de frequência é feito em C3 que é um trimer comum. A antena usada deve ter de 10 à 30 cm de comprimento.

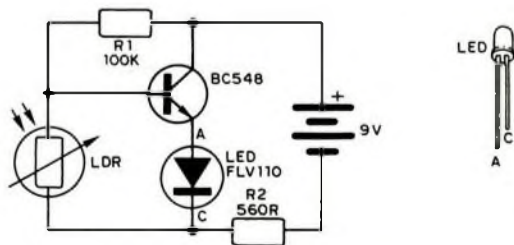
O autor montou este aparelho tendo por base o projeto de um gerador de sinais publicado na Revista Saber Eletrônica, alterando sua bobina que consiste em 4 espiras de fio 28 ou 26 AWG, numa forma de 1 cm de diâmetro com núcleo de ferrite.

A alimentação é feita com tensões entre 3 e 9V vinda de pilhas ou bateria comum.

Os capacitores, com exceção de C5 são cerâmicos. O capacitor C5 é eletrolítico com valor obtido experimentalmente, segundo o microfone.

CÉLULA FOTOSENSÍVEL

O projeto é do leitor MILTON MALDONADO de São Paulo — SP. Este simples circuito faz com que o led se mantenha aceso enquanto o LDR estiver no escuro e apaga quando iluminado. É uma sugestão para um sistema de alarme, já que pode-se substituir o led por um relê sensível e com isso obter-se o seu disparo na ausência de luz.



O transistor usado é o BC548, mas seus equivalentes como o BC237, BC238, podem ser usados, o LDR é de qualquer tipo e o resistor R1 eventualmente deve ter seu valor alterado em função do ganho do transistor e da intensidade da luz com que se deseja o disparo do sistema. A alimentação de 9V é feita com uma bateria.

CURSO DE ELETRÔNICA[©]

LIÇÃO 66

O assunto ainda é o amplificador operacional. Por sua importância devemos abordá-lo em mais algumas aplicações práticas. O leitor, sem dúvida, aproveitará o material desta lição para dar os primeiros passos no projeto de aparelhos tendo por base o amplificador operacional. A base será ainda o 741, mas os princípios abordados servem para outros amplificadores operacionais já que o leitor já está apto a analisar suas características e saber o que é preciso mudar em cada caso.

152. O amplificador operacional como regulador de tensão

Já existem a disposição dos projetistas diversos circuitos integrados específicos para regulação de tensão, sendo usados amplamente em fontes de todos os tipos e com capacidade de correntes bastante elevadas, conforme sugere o tipo da figura 821.

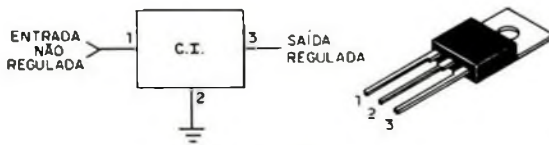


figura 821

O amplificador operacional 741 assim como seus equivalentes, pode também ser usado em fontes como regulador de tensão ou ainda como referência de tensão se sua capacidade de corrente for insuficiente para a finalidade desejada.

Na figura 822 temos o modo de usarmos o amplificador operacional 741 como referência de tensão para uma fonte, ou mesmo como regulador se a capacidade de corrente desejada estiver em torno de 10mA.

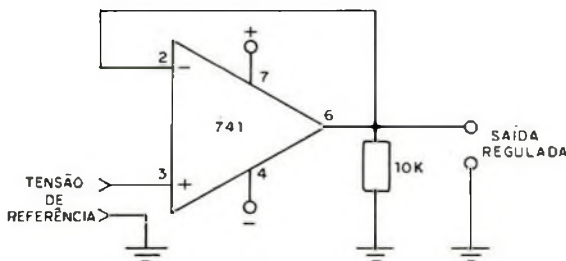


figura 822

Integrados reguladores de tensão

Operacionais como referência de tensão

Instrução Programada

O funcionamento deste circuito é o seguinte:

Na entrada não inversora, ou seja (+), aplicamos a tensão de referência, ou seja, a tensão que queremos na saída. Esta tensão pode vir de um diodo zener como mostra a figura 823, ou então de uma fonte externa conforme mostra a figura 824.

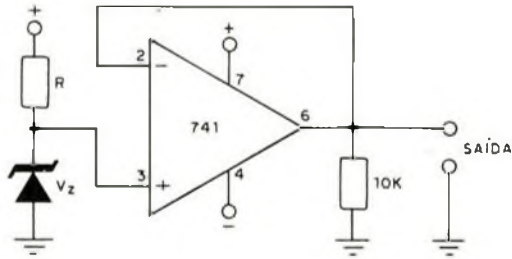


figura 823

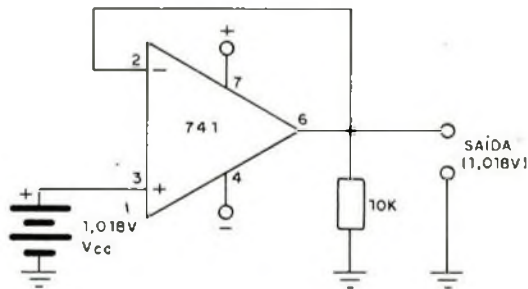


figura 824

A fonte externa é usada como a chamada "pilha de Weston" que mantém a ddp padrão de 1,018V sendo por isso usada na calibração de instrumentos. A altíssima impedância de entrada do amplificador operacional que consome apenas $0,03\mu\text{A}$ de corrente da pilha de Weston impede seu desgaste e não a carrega.

A entrada inversora (-) do amplificador operacional é ligada à saída obtendo-se a configuração já conhecida de seguidor de tensão.

Pela configuração indicada percebe o leitor que a saída tende a manter-se no mesmo valor da tensão de referência. Se a tensão na saída cai, temos tensão maior na entrada de referência do que na inversora, sendo a diferença amplificada de modo a tender a haver uma subida na tensão de saída.

Se a tensão de saída sobe, temos uma tensão na entrada inversora maior do que na entrada de referência. A diferença, no caso negativa, é amplificada, diminuindo portanto a saída.

Em suma, a saída tende a manter-se sempre no valor de referência.

Conforme vimos, o amplificador operacional 741 não é um dispositivo de potência, de modo que, com esta configuração podemos no máximo obter uma corrente de alguns miliampères em sua saída.

Para obter uma corrente maior com uma fonte que use o 741 como referência ou regulador, podemos utilizar dispositivos amplificadores adicionais.

Na figura 825 temos então a colocação de um transistor de

Referências externas

Pilha de Weston

Ação reguladora

Aumento de capacidade de corrente

uso geral que já nos permite a capacidade de corrente da fonte para 50mA.

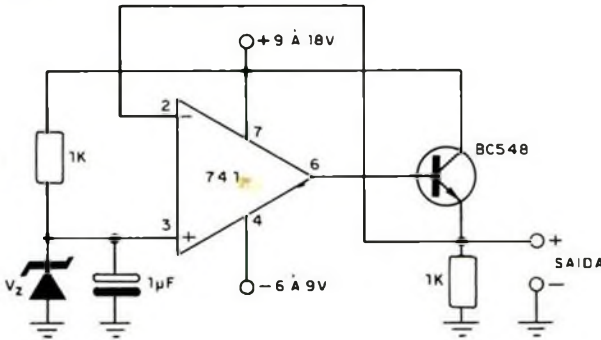


figura 825

O funcionamento é o mesmo. Veja que a entrada inversora continua sendo ligada à saída da fonte e a entrada não inversora a uma tensão de referência que é justamente a desejada na saída.

Uma fonte variável pode ser feita com a ligação de um potenciômetro na entrada não inversora, usada como referência.

Neste caso, mostrado na figura 826 podemos variar a tensão de saída entre 0 e a tensão dada pelo diodo zener.

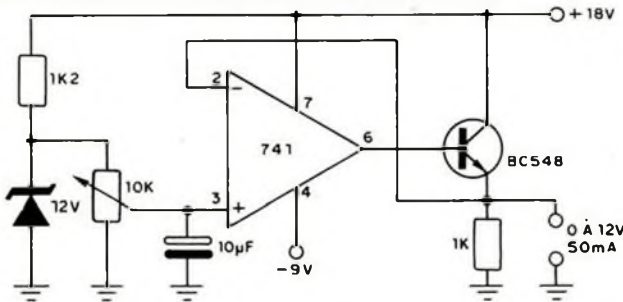


figura 826

Veja o leitor que a tensão de referência neste caso não pode superar o valor máximo suportado pelo circuito integrado.

Uma característica importante deste circuito é a linearidade que se consegue no funcionamento do ajuste de tensão de saída.

De fato, a corrente de entrada do amplificador operacional sendo mínima, pois a impedância é da ordem de megohms, não carrega o potenciômetro. Isso significa que a tensão na entrada do amplificador corresponde com grande precisão ao ângulo de giro do potenciômetro.

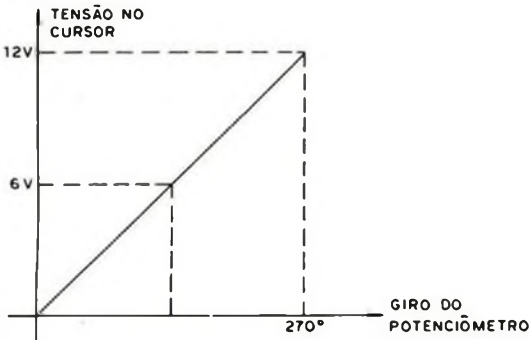


figura 827

Fonte variável

Limites

Atuação linear do controle

Instrução Programada

Para se obter uma corrente maior de saída, podemos utilizar transistores de maior capacidade de corrente e também de maior ganho.

Na figura 828 temos uma configuração Darlington que permite obter correntes de até 1A.

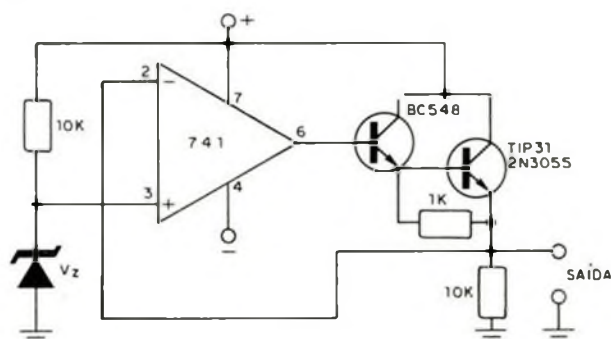


figura 828

O transistor de potência que pode ser o TIP31 ou o 2N3055 deve ser montado num bom dissipador de calor.

Se a tensão desejada para a fonte for maior que a suportada pelo amplificador operacional existe uma saída que é mostrada na figura 829.

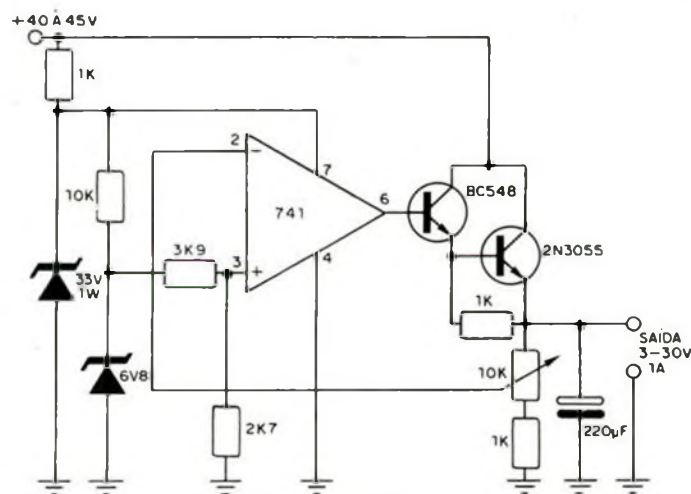


figura 829

Nesta configuração temos dois zeners. O primeiro permite obter uma tensão da ordem de 30V para o amplificador operacional. O segundo é a referência para a tensão de saída, que no caso, evidentemente não pode ser maior que a tensão de alimentação do operacional.

Esta referência é então obtida de um divisor na saída do circuito, de modo a se fazer o ajuste compensado da tensão de saída.

Por exemplo, se ajustarmos o trim-pot para uma resistência média, isso significa que uma tensão de 15V na entrada de referência significará uma saída de 30V na fonte.

Fonte de corrente maior

Regulagem de tensões elevadas

Para este circuito, a faixa de tensões de entrada situa-se entre 40 e 45V.

Evidentemente, o leitor pode usar outros valores para os componentes principais e projetar fontes com tensões de saída de acordo com suas necessidades.

Importante nestes projetos é respeitar as limitações de todos os componentes, isso tanto em relação às suas tensões como às suas correntes.

Em suma estas limitações são:

a) O amplificador operacional suporta uma tensão máxima de alimentação de 36V ou 18-0-18V.

b) Sua corrente máxima de saída está em torno de 10mA.

c) A tensão das entradas inversora e não inversora não podem ser maiores do que a tensão de sua alimentação.

d) Os transistores têm correntes máximas de acordo com sua capacidade de dissipação.

e) A tensão de saída da fonte não pode ser maior do que a tensão máxima entre coletor e emissor do transistor (VCEO).

Limitações

Resumo do quadro 152

- Existem circuitos integrados especiais destinados a regulagem de tensão.
- Os reguladores de tensão são usados em fontes de alimentação.
- O 741 pode ser usado como regulador de tensão.
- Pela sua pequena corrente de saída, ele só pode ser usado diretamente em fontes de pequena corrente.
- A tensão de referência é aplicada à entrada não inversora.
- A entrada inversora é ligada à saída.
- Obtém-se a configuração de seguidor de tensão para o 741 como regulador de tensão.
- Quando a tensão de entrada difere da tensão de saída, o 741 atua no sentido de haver igualdade.
- Para se obter mais corrente de um regulador com o 741 são usados transistores como amplificadores.
- Os transistores determinam a corrente máxima que pode ser obtida.
- A base do transistor é ligada a saída do amplificador operacional.
- Do emissor do transistor se obtém a tensão regulada.
- Com recursos adicionais pode-se obter a regulagem de tensões maiores do que a máxima suportada pelo integrado 741.

Avaliação 462

Um circuito integrado que se destina exclusivamente à manter constante a tensão de saída de uma fonte é um:

- a) amplificador operacional
- b) amplificador diferencial
- c) seguidor de tensão
- d) regulador de tensão

Resposta D

Instrução Programada

Explicação

De fato, muitos amplificadores operacionais e mesmo diferenciais podem ser utilizados em diversas aplicações e entre elas a regulagem de tensão em fontes de alimentação. No caso, entretanto, os circuitos integrados que se destinam exclusivamente a regulagem de tensão são os reguladores de tensão. A resposta correta é a da letra d.

Avaliação 463

De que modo um amplificador operacional como o 741 deve ser ligado para funcionar como regulador de tensão numa fonte?

- a) a saída no diodo zener e a entrada inversora à terra
- b) a saída na entrada inversora e a entrada não inversora na referência
- c) a saída na entrada não inversora e a entrada inversora na referência
- d) a entrada inversora na referência e a saída no zener

Resposta B

Explicação

Conforme vimos, o amplificador operacional como regulador funciona mantendo nula a diferença de tensão nas duas entradas, ou seja, entre a entrada inversora e a entrada não inversora. Assim, a saída é ligada à entrada inversora, proporcionando uma realimentação, e a entrada não inversora é ligada à referência que pode ser um diodo zener. A resposta correta é a da letra b.

Avaliação 464

A configuração em que a entrada é ligada à saída é denominada:

- a) oscilador hartley
- b) duplo T
- c) seguidor de tensão
- d) seguidor de corrente

Resposta C

Explicação

A ligação da entrada inversora à saída de um amplificador operacional faz com que ele funcione com ganho unitário. Isso quer dizer que se obtém uma pequena amplificação mas uma elevada impedância de entrada. A configuração em questão é denominada seguidor de tensão.

Avaliação 465

Para obter mais corrente de uma fonte em que a referência ou regulagem é dada por um amplificador operacional, o que devemos fazer?

- a) aumentar o ganho do amplificador operacional
- b) trabalhar com tensões elevadas de entrada
- c) usar zeners de maior capacidade de tensão
- d) utilizar transistores amplificadores

Resposta D

Explicação

Os amplificadores operacionais são dispositivos de pequena potência o que significa que podem fornecer apenas pequenas correntes de saída. Numa fonte de maior capacidade devemos utilizar dispositivos amplificadores que suportem as correntes desejadas, ou seja, transistores. A resposta deste teste é portanto a da letra d.

LIÇÃO PRÁTICA

O 741 é um dos mais versáteis amplificadores operacionais integrados com que podemos contar no momento. Temos explorado muitas de suas montagens em nossa revista. Os leitores que estão acompanhando o nosso curso não poderiam ficar somente na teoria de modo que incluímos agora uma lição prática em que este componente é usado.

O leitor aprenderá a mexer com este integrado de modo simples e verificar algumas de suas características.

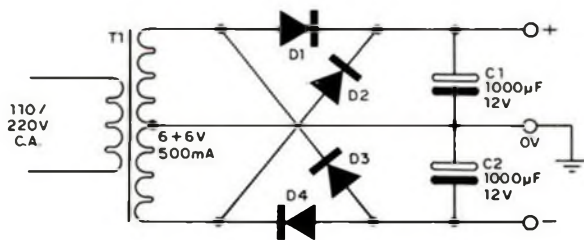
A montagem poderá ser feita facilmente com um único circuito integrado 741 e alguns componentes de fácil obtenção.

Verificaremos nesta lição prática dois comportamentos importantes do 741:

- a) como alterar seu ganho
- b) o funcionamento da entrada inversora e não inversora

1. Fonte de alimentação

Para a realização da lição prática o leitor precisará de uma fonte simétrica que é dada a seguir:



4 x 1N4004
figura 830

Outra possibilidade consiste na montagem da fonte com duas baterias de 6V, cada qual tendo 4 pilhas pequenas ou médias.

Para a fonte simétrica, damos a montagem em ponte de terminais na figura 831.

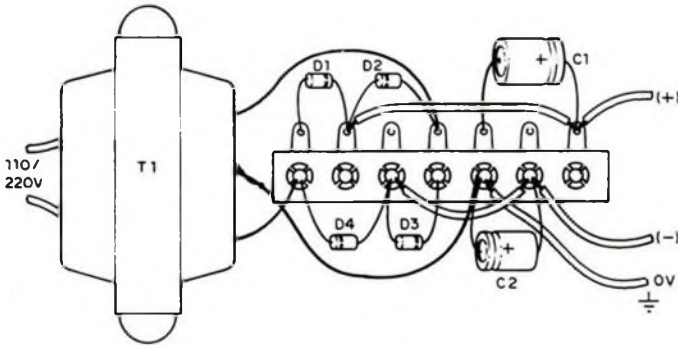


figura 831

Observe a polaridade dos diodos e dos capacitores eletrolíticos ao realizar esta montagem.

EXPERIÊNCIA 1 O Ganho do Amplificador Operacional

Nesta experiência mostraremos aos alunos como a realimentação negativa determina o ganho do amplificador operacional.

Para a montagem do amplificador operacional podemos usar uma placa de circuito universal ou ainda um simples soquete com duas pontes de terminais.

A primeira possibilidade é mostrada na figura 832.

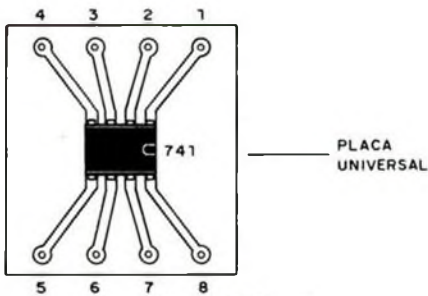


figura 832

A segunda possibilidade é dada na figura 833.

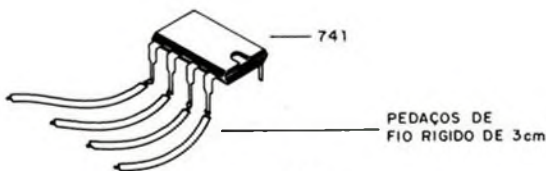


figura 833

O circuito correspondente é mostrado na figura 834.

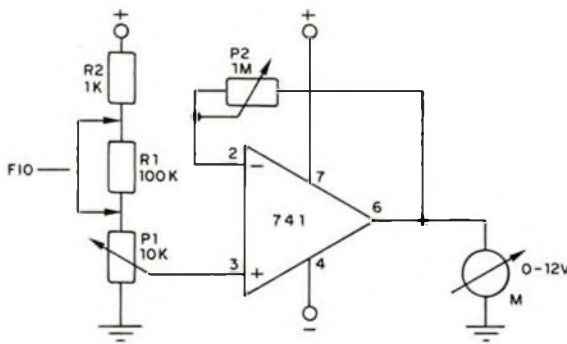


figura 834

Neste circuito o potenciômetro no circuito de realimentação determinará o ganho do amplificador operacional. Na posição de mínima resistência, ou seja, zero, o ganho será unitário.

Na posição de máxima resistência, ou seja, com 1M, o ganho será 100.

Podemos portanto variar o ganho do circuito entre zero e 100, conforme movimentamos o eixo do potenciômetro de 1M.

O segundo potenciômetro, de 10k, ligado à entrada do circuito permite aplicar tensões na entrada não inversora do amplificador operacional, ou ainda na entrada inversora.

Estas tensões são então ajustadas entre 0 e um valor máximo que será determinado pela existência ou não de um resistor em série com o potenciômetro.

Com o resistor de 100k, a tensão no cursor do potenciômetro, e portanto na entrada do amplificador operacional poderá ser variada entre 0 e aproximadamente 10% da tensão da fonte, ou seja, 0,6V.

Sem o resistor, a tensão variará entre 0 e 6V, ou seja, o valor total da tensão da fonte.

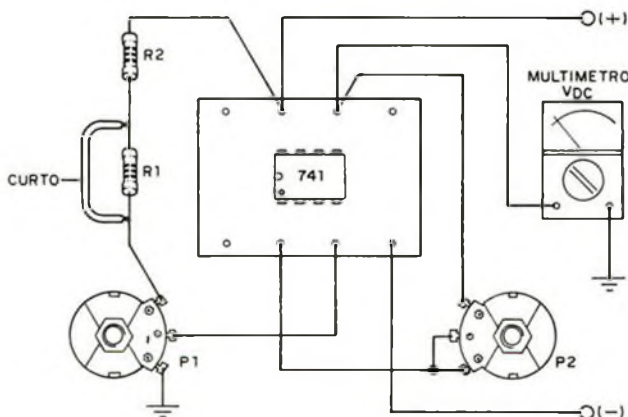


figura 835

O multímetro ligado na saída será para verificar a tensão amplificada pelo operacional. O multímetro comum será ajustado para uma escala de tensão contínua (VDC) com fundo de 10 ou 15V.

A experiência:

1ª fase

Inicialmente, sem o resistor R1 no circuito, ou seja, com o potenciômetro de 10k direto no circuito, e o potenciômetro de 1M na sua mínima resistência (todo para a esquerda), ligamos o circuito.

O potenciômetro de 10k deverá estar também em seu mínimo (todo para a esquerda).

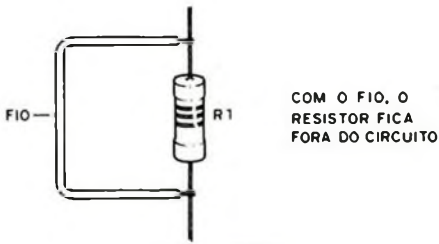


figura 836

A leitura do multímetro deve ser zero volt ou um valor próximo disso, pois não haverá tensão na entrada não inversora.

Girando então lentamente o potenciômetro de 10k, veremos que a tensão no multímetro irá aumentando. Ela aumentará até quase o valor da fonte no máximo de giro do potenciômetro.

Nesta experiência, vemos que o aumento lento da tensão na saída indica seu ganho unitário. A tensão aplicada à entrada do amplificador sobe na mesma proporção que a tensão de saída.

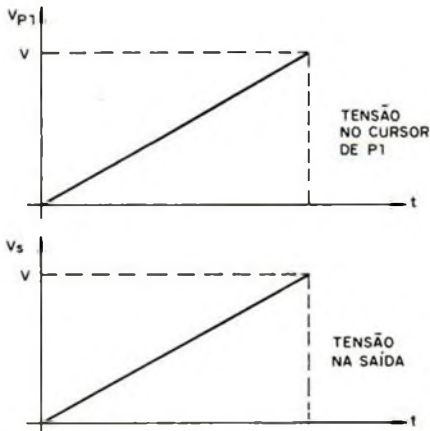


figura 837

Voltando o potenciômetro de 10k para a posição de leitura de tensão nula no multímetro, podemos passar à segunda fase da experiência:

2ª fase

Giramos o potenciômetro de 1M até aproximadamente metade de seu curso, obtendo-se com isso uma resistência de realimentação de aproximadamente 50 vezes.

Nestas condições, observamos que um movimento mínimo do potenciômetro de 10k com a aplicação de uma tensão mínima na entrada do amplificador faz com que a agulha do multímetro salte, saturando-o rapidamente.

O ganho do amplificador é muito maior, para a variação de tensão na entrada do circuito. (figura 838)

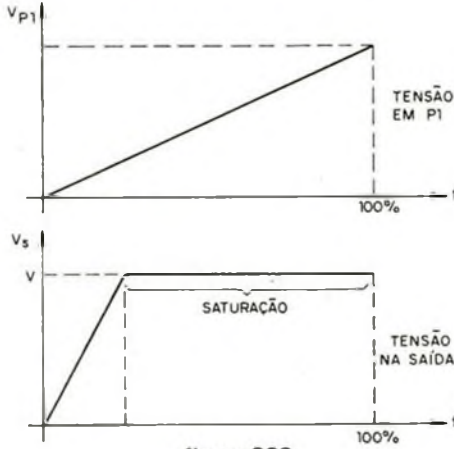


figura 838

Desfazemos a ligação que coloca o resistor R1 em curto, de modo que ele entre no circuito.

Voltamos o potenciômetro de 10k à sua posição de indicação zero no instrumento para passar à 3ª fase da experiência.

3ª fase

Com a colocação do resistor R1 no circuito a tensão de entrada no amplificador variará entre aproximadamente 0 e 0,6V.

Com isso, ao movimentarmos o potenciômetro de 10k, a tensão será amplificada em 50 vezes aproximadamente de modo a termos uma variação rápida da leitura de tensão de saída.

A saturação ocorrerá com aproximadamente 0,1V de entrada ou 18% do giro do potenciômetro quando a tensão na saída se aproximará de 6V, ou seja, valor da tensão da fonte.

O gráfico da figura 839 mostra o que ocorre nesta fase.

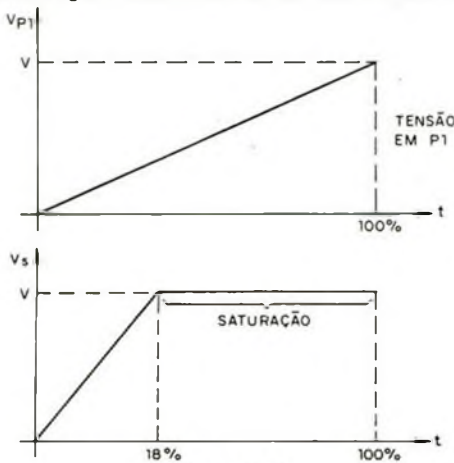


figura 839

Veja então o leitor o seguinte:

Na primeira fase o ganho é unitário de modo que as variações da tensão de saída acompanha exatamente as variações da tensão de entrada.

Na segunda fase temos um ganho de aproximadamente 50 vezes. As variações muito grandes da tensão de entrada logo saturam o amplificador, fazendo com que em sua saída rapidamente a tensão suba até o máximo e pare.

Na terceira fase, a faixa de tensões de entrada é menor, mas há amplificação. A tensão sobe até o valor de saturação e estaciona. O valor da tensão de saída será sempre 50 vezes maior que o da tensão de entrada até o ponto em que ocorre a saturação.

EXPERIÊNCIA 2

Amplificação com Inversão e sem Inversão

Nesta experiência veremos de que modo o amplificador operacional pode inverter ou não inverter a polaridade de uma tensão aplicada a sua entrada inversora e não inversora.

O circuito é o mostrado na figura 840.

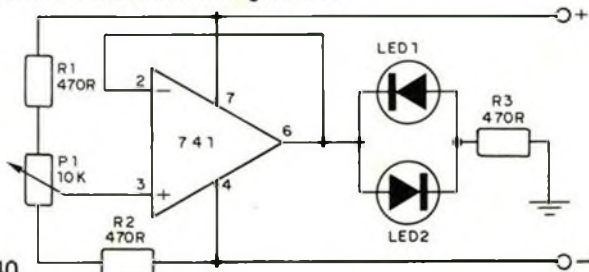


figura 840

Neste circuito o amplificador operacional opera como seguidor de tensão, ou seja, com ganho unitário, sendo para isso usado um resistor de 10k entre a saída e a entrada inversora.

Os indicadores usados nesta experiência são leds comuns em oposição. Um led acende quando a saída é positiva em relação à referência e o outro acende quando a saída é negativa em relação à referência.

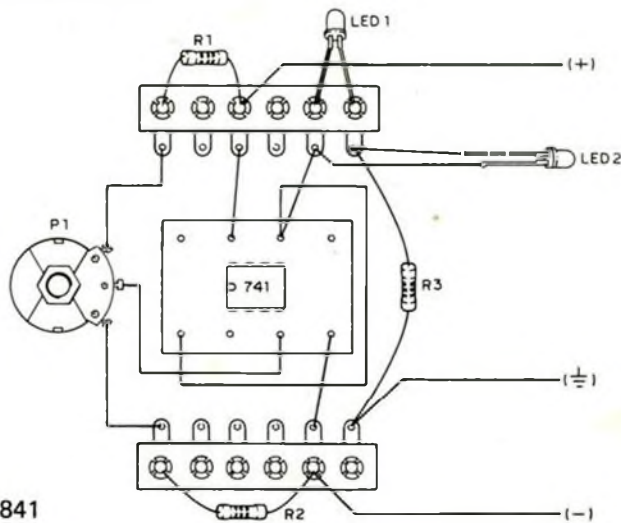


figura 841

Na figura 841 temos a montagem em ponte do circuito usado na experiência.

O amplificador operacional funciona também como seguidor de tensão, ou seja, com ganho unitário.

Na primeira fase da experiência o sinal é aplicado à entrada não inversora.

Observa-se então que movimentando-se o cursor do potenciômetro de um extremo a outro, com a aplicação de uma tensão entre aproximadamente $-6V$ e $6V$, os leds passam de brilho máximo de um até o brilho máximo do outro, tendo um ponto intermediário em que ambos ficam apagados.

A figura 842 mostra em gráfico o que ocorre.

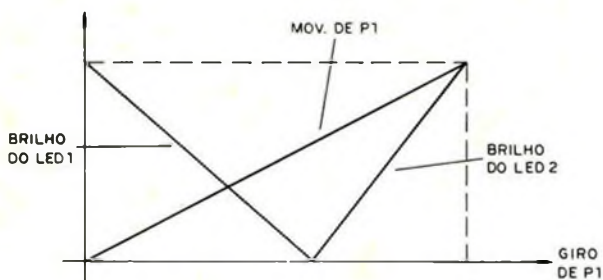


figura 842

O sinal aplicado a entrada é amplificado e aplicado aos leds. No máximo de intensidade negativa, com o potenciômetro todo para a esquerda, acende com brilho máximo um led. No meio do curso temos a tensão nula, e portanto os dois leds permanecem apagados. No extremo para a direita temos o máximo de tensão positiva e o outro led acende com máximo brilho.

Na segunda fase da experiência, aplicamos a tensão na entrada inversora.

O que ocorre é então o comportamento inverso da fase anterior. O led que acende no extremo mínimo do potenciômetro não é o mesmo da fase anterior, mas sim o outro. O comportamento é mostrado na figura 843.

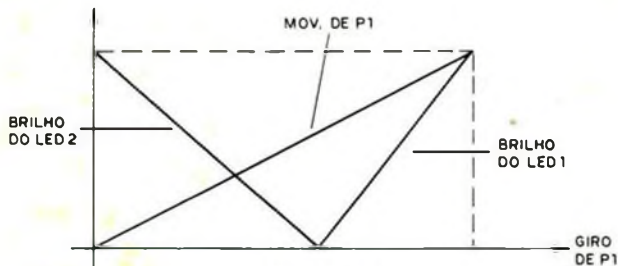


figura 843

Para aumentar o ganho nesta experiência basta colocar um potenciômetro no circuito de realimentação.