

ELETRÔNICA

AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA
ESPECIFICAÇÕES
ESPANTA MOSQUITO ELETRÔNICO
SISTEMAS DE NUMERAÇÃO
E CODIFICAÇÃO
ÓRGÃO ELETRÔNICO DE DUAS
OITAVAS



ALERTA DE
VELOCIDADE
MÁXIMA



RÁDIO CONTROLE
(CIRCUITO PRÁTICO)

GERADOR
DE
ÁUDIO



Revista

ELETRÔNICA

Nº 57
ABRIL
1977



**EDITORA
SABER
LTD.A.**

Serviço
Fittipaldi
Élio Mendes
de Oliveira
Hélio
Fittipaldi

**REVISTA
SABER
ELETRÔNICA**

Newton
C. Braga

W. Roth
& Cia. Ltda.

**ABRIL S.A. -
Cultural e
Industrial**

Élio Mendes
de Oliveira

**REDAÇÃO
ADMINISTRAÇÃO
E PUBLICIDADE:**
Av. Dr. Carlos de
Campos, nº 275/9
Tel.: 93-1497
03028 - S. Paulo-SP

CORRESPONDÊNCIA:
Endereço à
**REVISTA SABER
ELETRÔNICA**
Caixa Postal 30450
03028 - S. Paulo - SP

sumário

Gerador de Áudio	2
Órgão Eletrônico de Duas Oitavas	7
Reparação de TV - Curso Senai	14
Micro-Transmissor de FM -	20
Alerta de Velocidade Máxima	22
Digital: Contadores - Decodificador - Displays	28
Orientação para o Montador	34
Rádio Controle (Circuito Prático)	35
Sistemas de Numeração & Codificação	41
Espanta Mosquito Eletrônico	48
Especificações para Amplificadores de Potência	53
Uma Luz Rítmica para o Carro	59
Curso de Eletrônica	65

TIRAGEM: **60000** exemplares

CAPA: Foto do protótipo do Gerador de Áudio e do Alerta de Velocidade Máxima.

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.
É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, sob pena das sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.
NÚMEROS ATRASADOS: ao preço de última edição em banca, por intermédio do seu jornaleiro, no distribuidor Abril de sua cidade ou pedidos pela Caixa Postal 50 450 - 03028 - São Paulo.
SOMENTE A PARTIR DO NÚMERO 45 (MARÇO/76).

GERADOR DE ÁUDIO



NEWTON C. BRAGA

O gerador de áudio é um dos instrumentos de maior utilidade em qualquer bancada de serviços eletrônicos. Para o técnico, para o montador hobbyista, este instrumento não pode faltar, prestando inestimáveis auxílios na pesquisa de defeitos, no ajuste e avaliação do desempenho dos mais diversos equipamentos eletrônicos.

Um gerador de áudio pode ser descrito como um instrumento depreciação que gera sinais de baixas frequências correspondentes à gama que vai dos 10 Hz ou menos até aproximadamente 20.000 Hz ou mais, os quais podem ser aplicados em equipamentos que possuam etapas amplificadoras desses sinais; através da sua reprodução pode-se proceder à localização de falhas, ajustes ou a uma avaliação do seu desempenho.

O gerador de sinais que propomos neste artigo, se bem que seja bastante simples, possui um desempenho bastante bom para suprir as necessidades do técnico principiante, do amador e até mesmo do reparador que não possua capital suficien-

te para empregar na aquisição de modelo profissional.

Os componentes nesta montagem são do tipo bastante comum, e como não se necessita de nenhum ajuste para sua colocação em funcionamento, acreditamos que até mesmo os que não sejam dotados de muita experiência poderão completar esta montagem com êxito.

O CIRCUITO

Como vimos acima de tudo simplicidade, sacrificamos um pouco o desempenho do circuito em função deste requisito. Mesmo assim, obtivemos uma configuração final que pode ser considerada satisfatória para aplicações que não exijam o

rigor e a precisão de um equipamento profissional.

A maneira mais simples de se gerar um sinal de baixa frequência que esteja na faixa das audiodfrequências é por meio de um multivibrador estável (figura 1). Nesta con-

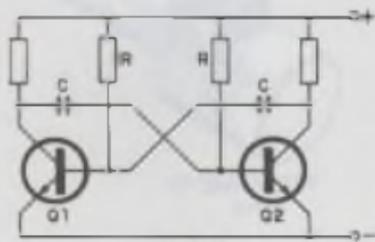


figura 1

figuração são utilizados dois transistores, os quais trocam constantemente de estado de condução em função da constante de tempo do circuito RC (Resistor + Capacitor) que polariza suas bases. Explicamos melhor: o tempo de carga de cada capacitor ligado à base de um transistor por meio do resistor que a polariza determina o tempo de condução de cada transistor e portanto a duração de cada semiciclo. Se as duas redes RC tiverem a mesma constante de tempo, os dois somos terão a mesma duração e a forma de onda obtida será simétrica em relação à duração (figura 2).

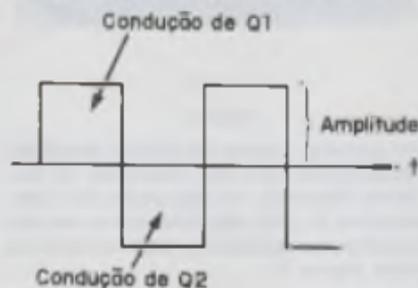


figura 2

Podemos variar a frequência dos sinais obtidos de dois modos: podemos trocar os valores dos capacitores o que entretanto permite a variação de frequência por meio de saltos, ou podemos variar a frequência modificando um ou outro (ou ambos) os resistores de polarização de base, o que pode ser feito com mais facilidade por meio de um potenciômetro.

Se bem que esta solução seja a mais econômica, ela apresenta problema da alteração de apenas um dos semiciclos, havendo portanto um desequilíbrio em relação à simetria da forma de onda (figura 3).

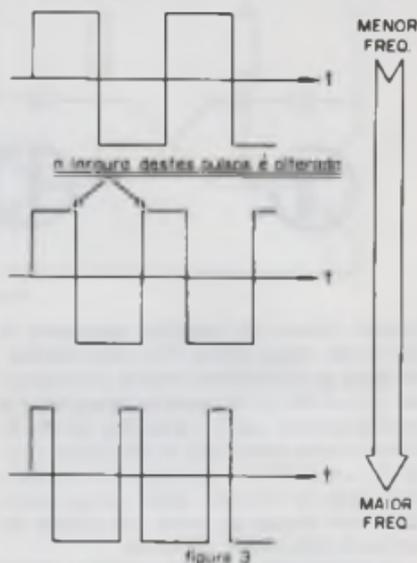


figura 3

Esta deficiência pode ser evitada pela utilização de potenciômetros duplos de mesmo valor, ou seja, potenciômetros que podem ser controlados por meio de um mesmo eixo, cada um controlando a polarização de uma das bases dos transistores (figura 4).

No nosso gerador de áudio, utilizaremos os dois tipos de variação de frequência. Utilizaremos a troca dos capacitores colocados no circuito para termos as grandes variações de frequência dentro de cada faixa.

O circuito oscilador será alimentado por meio de uma fonte estabilizada bastante simples que usa um único transistor para o caso de ligação na rede de corrente alternada, mas também podem ser usadas 4 pilhas pequenas para sua alimentação que terão bastante durabilidade em vista do baixo consumo do circuito.

COMPONENTES, FERRAMENTAS E CAIXA

Como o circuito eletrônico é montado em placa de circuito impresso, o leitor

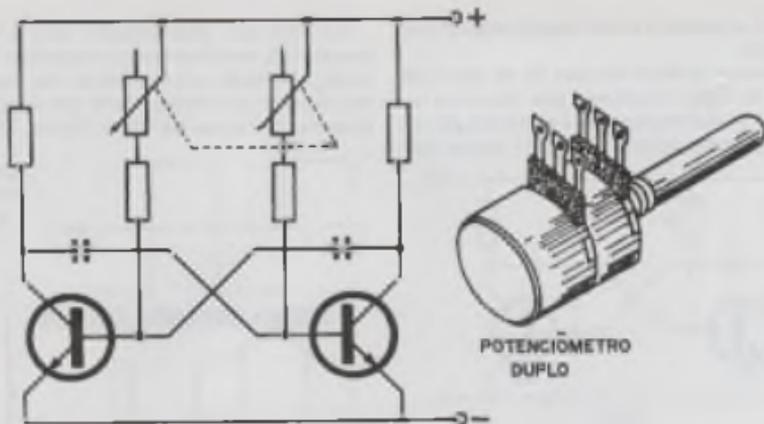


figura 4

deverá dispor do material necessário à confecção dessa placa. Para esta finalidade deve ter a furadeira própria, o percloroto, a banheira, o removedor (acetona) e a caneta própria para o desenho na placa. Como outros acessórios, o leitor necessitará de um soldador de pequena potência (30 watts no máximo), solda de boa qualidade, um alicate de corte, um alicate de ponta e uma chave de fenda.

Devemos observar que a caixa usada para montagem do protótipo foi a do rádio-relógio Philco, mas outras caixas de boa aparência, que inclusive poderão ser confeccionadas pelo leitor, servem perfeitamente para alojar o aparelho.

Para o painel frontal usamos uma folha de acrílico a qual foi furada de modo a poder receber os potenciômetros, a chave de comutação, o jaque e bornes de saída e o LED indicador de que o aparelho se encontra ligado (figura 5).

Para poder colar o acrílico o leitor pode usar o clorofórmio, o qual dissolve o acrílico e ao evaporar, forma uma junção bastante rígida.

Com relação aos componentes usados na montagem, todos são de fácil obtenção. Os resistores podem ser de 1/8 ou 1/4 W e os capacitores de poliéster metalizado. O transformador pode ser de 6 V com 100, 150, 250 ou 500 mA, não havendo restrição quanto ao valor.

MONTAGEM

Para a montagem o leitor deve começar



figura 5

por preparar a placa de circuito impresso, baseando-se para esta finalidade no diagrama (figura 6), na disposição dos componentes do lado não cobreado e nas disposições das ligações do lado cobreado da placa (figura 7).

Para a instalação da placa na caixa devem ser previstos os orifícios necessários, e também a conexão aos potenciômetros e à chave de comutação de faixas.

Para esta, as ligações devem ser feitas com o máximo de atenção, pois pelo contrário poderão ocorrer erros que comprometerão o desempenho do aparelho.

O transformador de alimentação é montado na própria placa do circuito impresso.

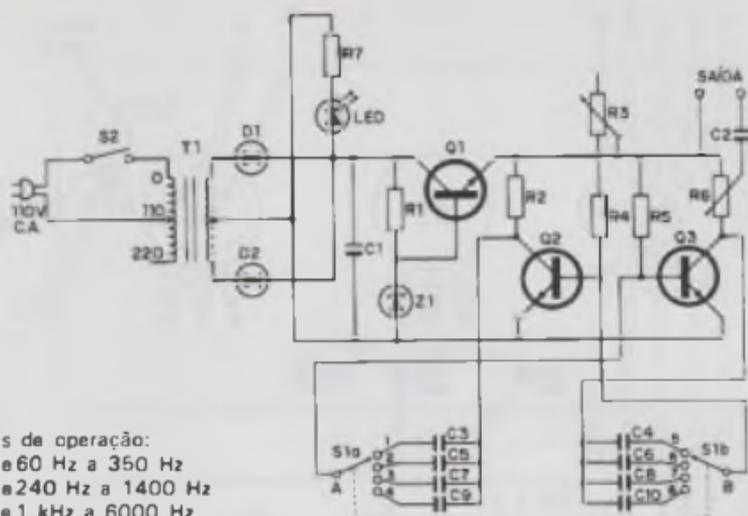


figura 6

Faixas de operação:

A - de 60 Hz a 350 Hz

B - de 240 Hz a 1400 Hz

C - de 1 kHz a 6000 Hz

D - de 6 kHz a 35 kHz

Como conforme o tipo, podem ocorrer variações de suas dimensões, é conveniente que o leitor tenha antes este componente em mãos para depois, em função de seu tamanho, fazer os furos para sua fixação.

Com relação aos demais componentes, nenhuma observação precisa ser feita. Na soldagem, observe a posição dos diodos retificadores, do diodo zener e dos capacitores eletrolíticos.

USO DO GERADOR

Completada a montagem, confira todas as ligações cuidadosamente e se tudo estiver em ordem, ligue a unidade. A saída deve ser feita a partir dos dois bornes ou se o leitor preferir, por meio de um jaque ao qual são ligados dois fios, um tendo uma ponta de prova e outro garra jacaré (solda 1 e solda 2).

O sinal de prova pode ser injetado na entrada de um amplificador ou num fone de cristal o qual deverá ser ouvido com facilidade.

LISTA DE MATERIAL

Q1, Q2, Q3 - BC548 ou equivalente
 D1, D2 - 1N4001 ou equivalente (diodo retificador)
 C1 - 500 F x 12 Volts - capacitor eletrolítico

C2 - 0,01 μ F - capacitor de poliéster (marrom, preto, laranja)

C3, C4 - 0,22 μ F - poliéster (vermelho, vermelho, amarelo)

C5, C6 - 0,047 μ F - poliéster (amarelo, violeta, laranja)

C7, C8 - 0,01 μ F - poliéster (marrom, preto, laranja)

C9, C10 - 0,0022 μ F - poliéster (vermelho, vermelho, vermelho)

R1 - 330 ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, marrom)

R2 - 2,2 k Ω x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)

R3 - 220 k Ω - potenciômetro linear

R4 - 22 k Ω x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, laranja)

R5 - 100 k Ω x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)

R6 - 2,2 k Ω - potenciômetro linear com chave

R7 - 220 ohms x 1/2 W - resistor (vermelho, vermelho, marrom)

S1 - chave de dois polos x 4 posições

LED - FLV110 ou equivalente - diodo emissor de luz vermelho

Z1 - diodo zener para 6 V x 400 mW

T1 - transformador de 6 + 6 V x 250 mA

Diversos: caixa de plástico, acrílico, jakes, fios, solda, etc.

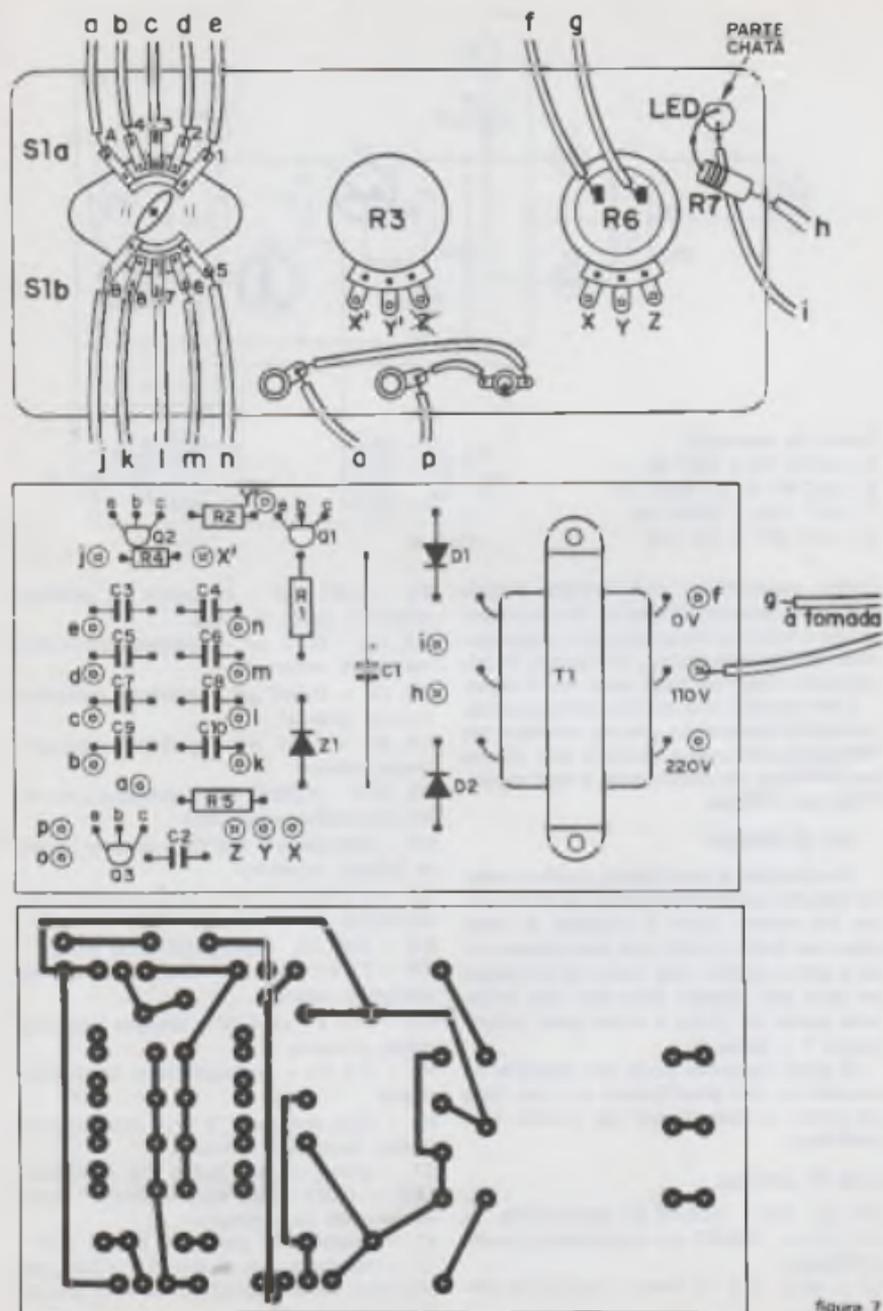


Figura 7

ORGÃO ELETRÔNICO DE DUAS OITAVAS



A alguns números, publicamos um projeto de órgão eletrônico de brinquedo, numa versão simplificada de uma oitava apenas, mas prometendo que, com o tempo, iríamos fornecendo versões cada vez mais complexas de modo a atender os leitores de todas as faixas. Pois bem, damos mais um passo em nossa evolução, chegando agora ao órgão de duas oitavas com sustenido ainda capaz de permitir acordes. Como naquela versão inicial, a simplicidade do circuito deve ser observada e as explicações pormenorizadas que permitem sua execução mesmo por parte dos que pouco ou nenhuma experiência prévia tenham em eletrônica.

A música é um dos setores em que a eletrônica encontra as mais amplas possibilidades. Não só no que se refere à reprodução propriamente dita ou à obtenção de efeitos especiais, como sua própria execução. Os instrumentos musicais eletrônicos de grande complexidade como os MUGs e os Sintetizadores fornecem um campo de trabalho muito vasto aos que pretendem dedicar-se à música eletrônica.

Se bem que, logo de início, em nossa série não pretendamos chegar a tais equipamentos de grande complexidade pela dificuldade que determinadas disposições oferecem aos que não sejam dotados de recursos técnicos especializados, pretendemos evoluir bastante na nossa série de instrumentos eletrônicos, que iniciando pelos tipos exclusivamente destinados ao uso como brinquedo ou curiosidade, poderão chegar a versões que tenham a com-

plexidade e o desempenho de órgãos semi-profissionais.

Nesta versão, por exemplo, damos o projeto completo de um órgão eletrônico de brinquedo de duas oitavas com sustenidos (22 notas) que além de incluir recursos para a afinação independente de todas as notas possui um ajuste de equilíbrio entre os dois osciladores que garante um bom

comportamento na obtenção de acordes (figura 1).

De modo a facilitar os principiantes e estudantes, damos a versão completa montada em ponte de terminais, facilitando a visão dos componentes quanto à sua fixação, e para o teclado também oferecemos duas possibilidades. A primeira é a sua elaboração em placa de circuito impresso onde também serão colocados os trim-pots de ajuste e a segunda consiste na confecção de modo rudimentar de um teclado com tiras de lata que podem ser obtidas com facilidade (figura 2).

Todos os componentes utilizados nesta montagem são de muito fácil obtenção em nosso comércio e o volume do som obtido é bastante bom em vista da simplicidade do projeto.

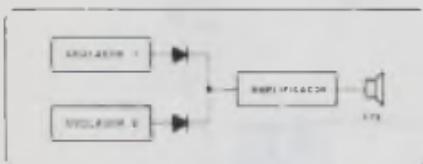


figura 1

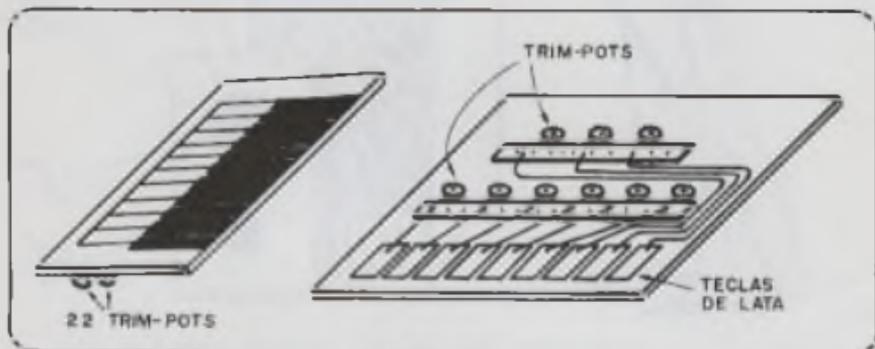


figura 2

O CIRCUITO

Para gerar um sinal de áudio que possa resultar na emissão de um som quando aplicado a um alto-falante, necessitamos de circuitos denominados osciladores. No caso, usamos osciladores de relaxação com transistores unijunção, que funcionam pela carga e descarga de um capacitor. A carga do capacitor se faz por meio de um resistor e a frequência do som fica determinada pelo valor do capacitor e desse resistor. Se usarmos um resistor de valor variável (trim-pot) podemos ajustar a frequência do som emitido, ou seja, obter um processo de afinação para o órgão (figura 3).

No nosso circuito, como desejamos obter acordes, ou seja, a emissão de duas

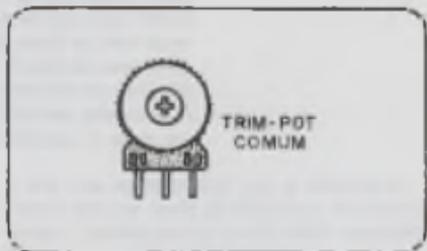


figura 3

notas simultaneamente, usamos dois circuitos osciladores o que resulta na repetição do circuito básico (figura 4).

O leitor interessado em maiores informações sobre o princípio de funcionamento do oscilador de relaxação com transistor

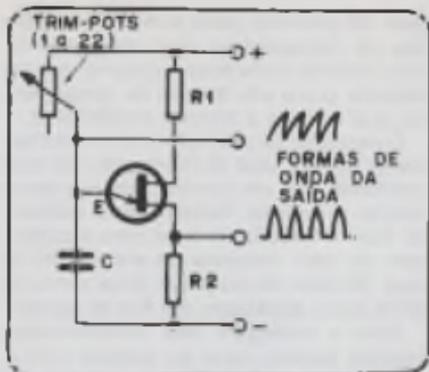


figura 4

uniunção deve consultar outros artigos publicados em que tivemos oportunidade de usá-lo, como por exemplo a versão inicial deste órgão (Revista 51); pisca-pisca eletrônico (revista 53).

O sinal dos osciladores é fraco demais para poder excitar os alto-falantes, fornecendo som com bom volume. Deste modo usamos um circuito amplificador Darling-ton em que dois transistores são acoplados diretamente, fornecendo uma boa potência de som (figura 5).

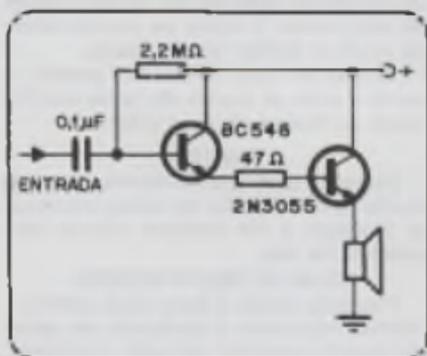


figura 5

Com isso o órgão pode ser alimentado com tensões entre 6 e 12 volts, fornecendo um som considerável.

MATERIAL E FERRAMENTAS

Para esta montagem todo o material usado é de fácil obtenção havendo inclusive algumas possibilidades de substituição por equivalentes.

Como ferramentas recomenda-se a utilização de um ferro de soldar de pequena potência (máximo de 30 watts) e solda de boa qualidade. Completam o jogo de ferramentas, um alicate de corte, um alicate de ponta e uma chave de fenda.

A base de montagem pode ser uma tábua ou pedaço de acrílico ou ainda qualquer outro material isolante de 22 x 22 cm na qual são fixados pés de borracha. O leitor mais caprichoso poderá fazer uma caixa para instalar o conjunto mantendo à vista apenas o teclado, orifícios para o alto-falante além das pontas de prova. Um interruptor conjugado a um controle de volume pode completar o conjunto (figura 6).

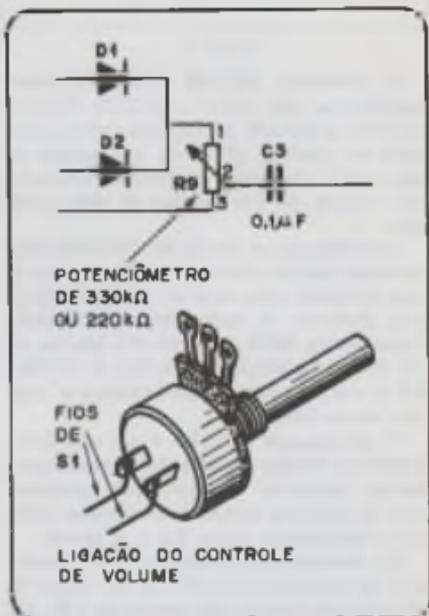


figura 6

Com relação aos componentes, os transistores uniunção são de tipo bastante comum em nosso mercado podendo ser encontrados de diversas procedências. Se bem que praticamente qualquer transistor uniunção possa ser usado, outros tipos, em geral, custam bem mais caro que o indicado.

Os trim-pots que são exigidos em grandes quantidade (24) devem ser adquiridos

do tipo mais barato, sendo que no nosso caso são recomendados os de botão plástico que facilitam sensivelmente o ajuste sem a necessidade chave de fenda (figura 7).

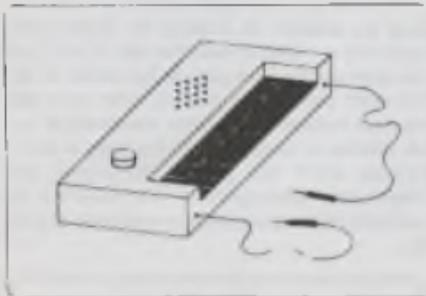


figura 7

O transistor BC548 admite diversos substitutos, tais como o BC238, BC237, ou ainda o BC108, sendo este último colocado em posição diferente em função da disposição dos seus terminais. Consulte um manual de transistores se tiver dúvidas.

Com relação ao transistor 2N3055, este também admite diversos equivalentes, já que no nosso caso, apenas uma parcela de sua potência é realmente aproveitada. Transistores NPN de potência (acima de 10 W) de qualquer tipo como o AD162, PN10 etc, podem ser perfeitamente usados nesta função.

O alto-falante também é um dos componentes menos críticos desta montagem sendo admitido praticamente qualquer tipo de qualquer tamanho desde que tenha uma impedância entre 3,2 e 8 ohms.

Os demais componentes não necessitam de maiores comentários. Os resistores são do tipo comum de carvão de 1/8, 1/2 ou 1/4 W, com tolerância de 10% ou 20%, e os capacitores podem ser tanto de poliéster metalizado como de cerâmica como de qualquer outro tipo, respeitados seus valores.

A MONTAGEM

Os componentes são soldados diretamente em duas pontes de terminais as quais são fixadas conforme mostra a figura 8. Por este figura e pelo diagrama da figura 9 o leitor deve orientar-se para a monta-

gem. Na primeira ponte, a maior, são fixados os componentes que compõem os dois circuitos osciladores, enquanto que na segunda ponte são fixados os componentes que formam o circuito amplificador.

O transistor de potência pode ser diretamente preso à base de montagem por dois parafusos, com um terminal simples para a ligação do coletor. Deve-se ter o cuidado de fazer a furação na base para a passagem de seus terminais de emissor (E) e base (B) além de mais dois furos perto da ponte para a passagem dos fios de ligação.

Para a soldagem dos componentes, especial cuidado deve ser tomado com a posição dos transistores. Os transistores unijunção, por exemplo, devem ficar com o ressalto voltado para cima e ligeiramente para a direita, enquanto que o transistor Q3 deve ficar com a sua parte achatada voltada para cima. Com relação ao transistor de potência, no seu próprio corpo (parte inferior) está gravada a identificação dos terminais de base (B) e emissor (E).

Os diodos D1 e D2 também têm posição certa para serem ligados e esta posição é identificada pelo anel marcado em seu corpo.

As pontas de prova devem ser ligadas ao circuito por meio de um cabinho flexível de pelo menos 1 metro de comprimento, de modo a facilitar sua utilização.

As ligações entre os diversos pontos da ponte e entre as pontas são feitas com fio rígido ou flexível de capa plástica.

O TECLADO

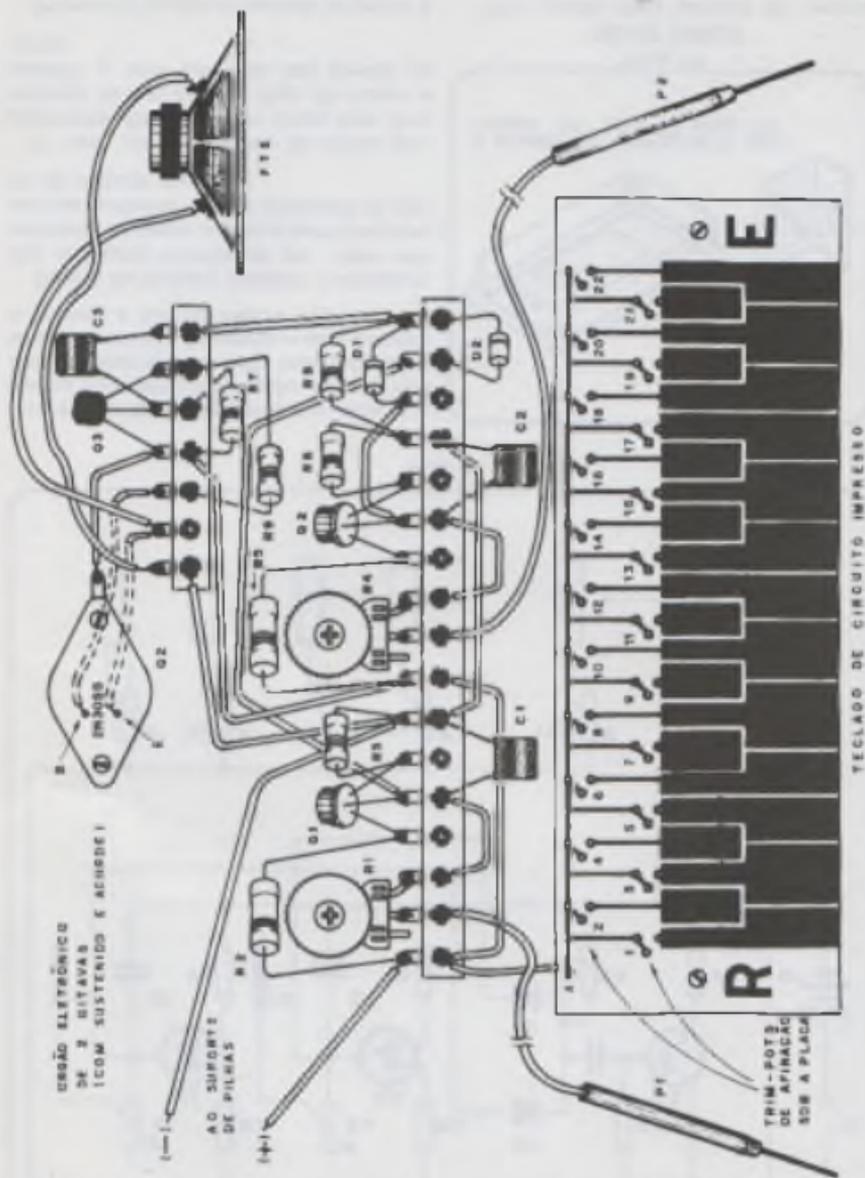
Daremos duas possibilidades de construção para o teclado: em chapa de circuito impresso e em madeira comum com pedaços de lata.

TECLADO DE CIRCUITO IMPRESSO:

Para esta versão o leitor deve possuir o material necessário à confecção de placas de circuito impresso, ou seja, percloroeto, caneta especial ou equivalente, furadeira, banheira plástica, etc.

Comece por cortar uma placa de circuito impresso virgem de 20 x 27 cm e desenhe com a caneta especial o traçado de circuito impresso conforme mostra a figura 8. Os locais marcados com os números de 1 a 22 correspondem à fixação dos trim-pots para a afinação. Para cada trim-pot são usados três furos. Desenhada a placa,

figura 8



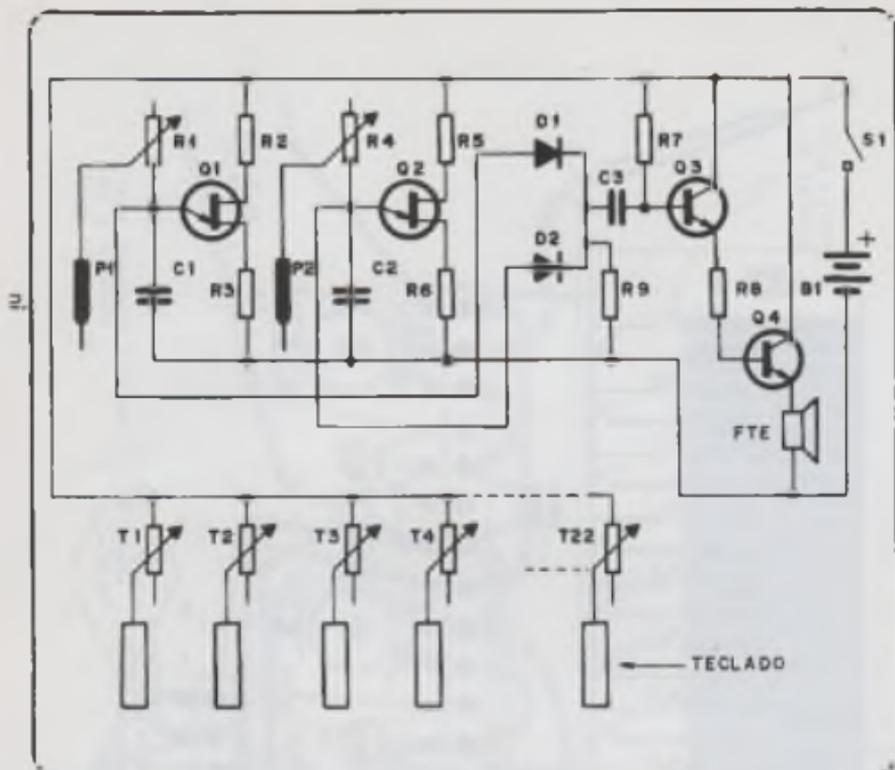


figura 9

leve-a a um banho de percloroeto durante o tempo necessário à corrosão da parte que deve desaparecer e após isso proceda a seu acabamento, limpando-a com acetona e fazendo a furação (figura 10).

Depois da furação, proceda à soldagem dos trim-pots fixando-os do lado não cobreado de modo que seus terminais possam ser soldados do lado cobreado da placa de circuito impresso.

O local correspondente às teclas propriamente ditas deve ser limpo com uma esponja de aço ou lixa fina, de modo a garantir o bom contacto das pontas de prova.

Proceda à ligação do teclado no ponto X da placa, e então o órgão poderá ser ligado à fonte de alimentação e feita a calibração.



figura 10

TECLADO SIMPLES

Uma versão mais simples de teclado pode ser feita cortando-se pedacinhos de lata e pregando-os numa tábua numa dis-

posição que seja equivalente à do teclado de circuito impresso (figura 11).

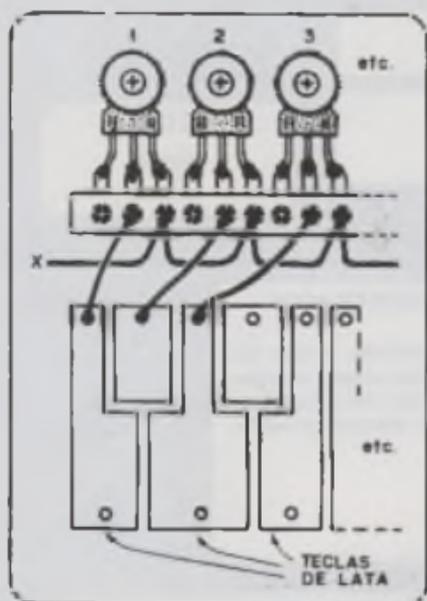


figura 11

As latinhas podem ser pregadas ou colocadas na base de madeira e os fios de ligação para os trim-pots fixados em pontes de terminais, as quais são presas na mesma ponte de terminais.

AJUSTE E USO

O órgão poderá ser alimentado por tensões entre 6 e 12 volts. Para o caso de 12 volts (quando o volume máximo é obtido)

o transistor de potência deve ser montado num dissipador de calor, uma placa de metal de pelo menos 10 x 10 cm.

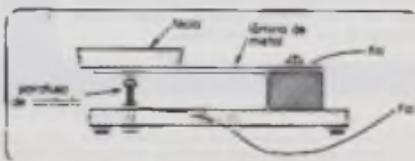
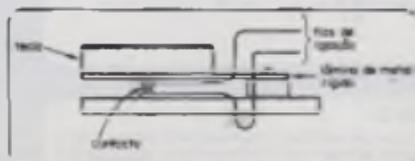
Para a colocação de um controle de volume, o diagrama é dado na figura 6.

LISTA DE MATERIAL

- Q1Q2 - 2N2646 transistores unijunção
 - Q2 - BC548 - transistor para uso geral NPN (ver texto)
 - Q4 - 2N3055 - transistor de potência NPN (ver texto)
 - R1, R4 - 10K Ω - trim-pot
 - R2, R5 - 470 ohms x 1/8 W - resistor - (amarelo, violeta, marrom)
 - R3, R6 - 47 ohms x 1/8 W - resistor - (amarelo, violeta, preto)
 - R7 - 2,2 M Ω x 1/8 W - resistor (vermelho, vermelho, verde)
 - R8 - 47 ohms x 1/8 W - resistor (amarelo, violeta, preto)
 - R9 - 330k Ω x 1/8 W - resistor (laranja, laranja, amarelo)
 - C1 - 0,033 μ F - capacitor de poliéster ou equivalente
 - C2 - 0,033 μ F - capacitor de poliéster ou equivalente (laranja, laranja, laranja)
 - C3 - 0,1 μ F - capacitor de poliéster - marrom, preto, amarelo
 - D1, D2 - 1N4001 - diodos de silício
 - S1 - interruptor simples
 - T1, e T22 - trim-pots de 100 K Ω
 - P1, P2 - pontas de prova
 - FTE - 4 ohms (ver texto)
- Diversos: bateria de 6 ou 12 volts (4 ou 8 pilhas em série); suporte para pilhas, pontes de terminais, base de montagem, placa de circuito impresso, fios, solda, parafusos, etc.

CONSTRUÇÃO DE UM TECLADO

Se o leitor quiser, e tiver um pouco de habilidade manual, poderá construir um teclado para este órgão. Diversas são as possibilidades para sua execução.



IMAGEM

Vertical correndo; a imagem corre continuamente



SOM
Normal

CÍRCUITOS A SEREM VERIFICADOS

Se a falha consiste num corrimento vertical da imagem, devemos suspeitar das etapas responsáveis por esta função no aparelho. Podemos suspeitar de dois circuitos que deverão ser analisados:

- Circuito integrador
- Oscilador vertical

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Deixa-se o receptor aquecer por algum tempo, após o qual com um instrumental apropriado, ou seja, voltímetro eletrônico, procede-se a análise das etapas suspeitas.

- Medidas realizadas nos transistores T701 e T702 revelam tensões abaixo do normal.
- A polarização desses transistores foi verificada e constatada ser normal
- Uma medida posterior no resistor R706 revelou estar este componente com valor acima do normal alterado.

A providência a ser tomada refere-se a substituição desse resistor por um de valor apropriado.

FALHA CONSTATADA

De fato, uma polarização de emissor no transistor em questão impossibilita a estabilização do sincronismo vertical o que resulta exatamente na falha constatada.

COMPONENTES SUBSTITUÍDOS

O resistor R706 de valor alterado é substituído por um de 3,9 ohms

CONCLUSÃO

Mais uma vez tem-se facilidade em localizar a falha a partir do sintoma por ser este tipo de manifestação de defeito devida a poucos circuitos que podem estar deficientes num aparelho. A simples medida de tensão pode revelar ao técnico dotado de bom senso quando está ou não tudo em ordem. Um resistor de emissor de valor elevado leva o transistor a um funcionamento anormal responsável pela deficiência do sincronismo, ou seja, o sinal não passa convenientemente à etapa seguinte.

VERIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS

INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S): VOLTÍMETRO ELETRÔNICO

TELEVISOR ANALISADO: PHILCO MOD. TV 374/374 ULD-1

Tensões no Receptor Defeituoso

T701

$V_b = 17 \text{ V}$
 $V_e = 17 \text{ V}$
 $V_c = 16 \text{ V}$

T702

$V_b = 16,2 \text{ V}$
 $V_e = 15,5 \text{ V}$
 $V_c = 17,2 \text{ V}$

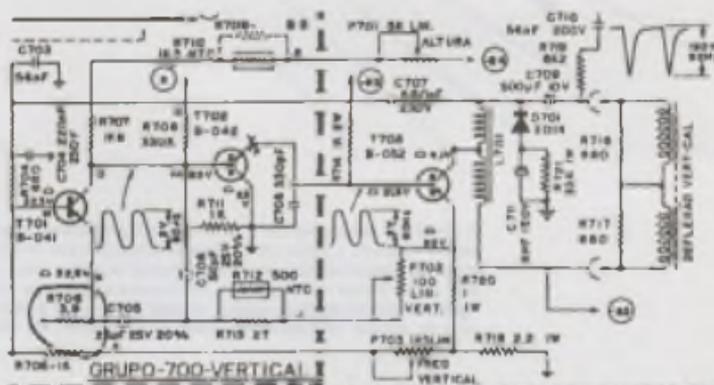
Tensões no Receptor Bom

T701

$V_b = 18,5 \text{ V}$
 $V_e = 18,5 \text{ V}$
 $V_c = 17,5 \text{ V}$

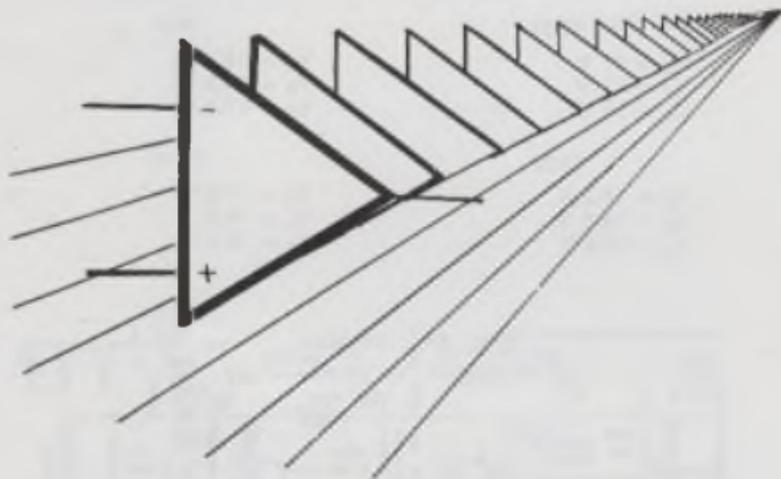
T702

$V_b = 17,5 \text{ V}$
 $V_e = 16,5 \text{ V}$
 $V_c = 18,2 \text{ V}$



VOCÊ ESTÁ APRENDENDO A METODOLOGIA
 DE ANÁLISE DE DEFEITOS "SENAI"
 ESCOLA ROBERTO SIMONSEN - SÃO PAULO

CIRCUITOS COM AMPLIFICADORES OPERACIONAIS



A gama de aplicações para os amplificadores operacionais é praticamente ilimitada a ponto de podermos, quantas vezes quisermos, explorar suas possibilidades sem praticamente repetir a mesma configuração. Neste artigo, mais uma vez, voltamos a explorar os amplificadores operacionais, especificamente o versátil 741 que já é bastante conhecido de nossos leitores e de todos os praticantes de eletrônica.

De fato, o amplificador operacional 741 apresenta características elétricas bastante interessantes entre as quais podemos destacar as seguintes:

- a) o ganho compreendido entre 20 000 e 200 000 (sem realimentação)
- b) Proteção contra curto circuito na saída
- c) Tensão de alimentação 18 - 0 - 18 volts
- d) Não necessidade de compensação externa de frequência
- e) Baixo consumo de potência

Os amplificadores operacionais conhecidos por "741" podem também ser encontrados com outras denominações como por exemplo as devidas ao acréscimo de siglas e números de determinados fabricantes como: MC1741, μ A741, SN72741, etc. Em alguns casos, podem ser encontrados circuitos equivalentes com denominações bastante diferentes tais como: TBA221, LH101, etc.

A disposição dos terminais para os invólucros metálicos e de plásticos é dada na figura 1.

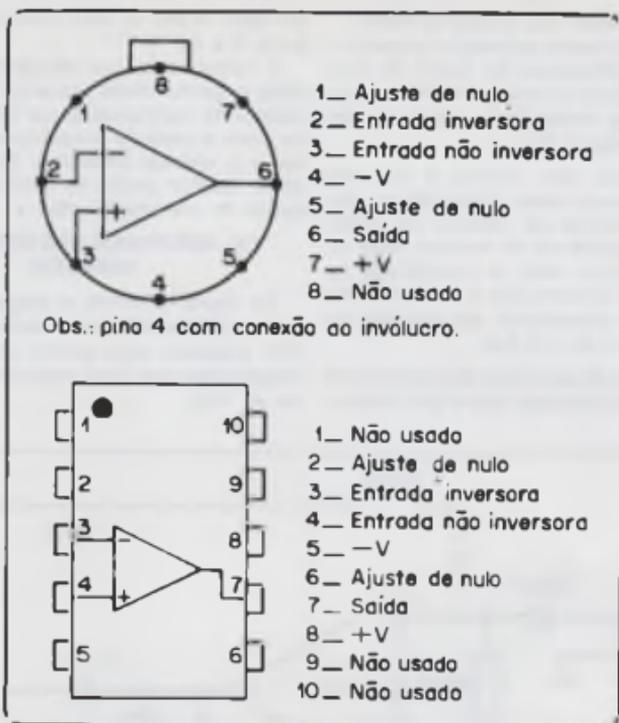


figura 1

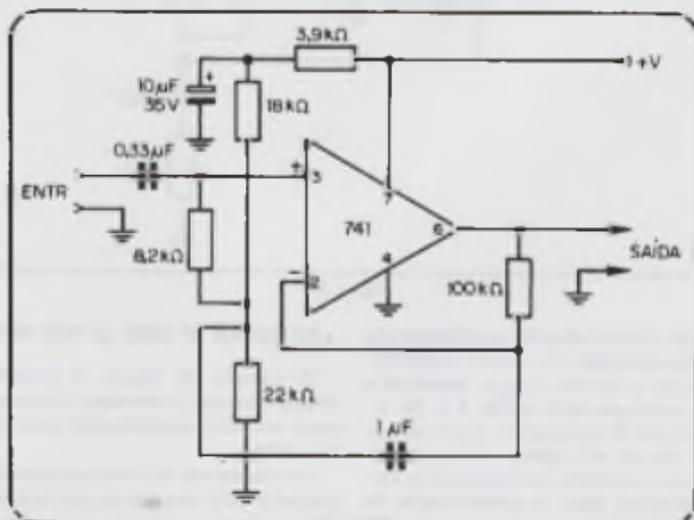


figura 2

1) Pré-amplificador para cápsulas de cristal

Este circuito pode ser usado em conjunto com amplificadores de áudio de alta fidelidade o qual se deseja excitar com o sinal de uma cápsula de cristal de um toca-discos (figura 2).

Em especial este circuito é utilizado quando se deseja casar a impedância relativamente elevada da cápsula de cristal com uma impedância de entrada baixa do amplificador. No caso, a impedância de saída do pré-amplificador e que portanto deve ser a impedância de entrada do amplificador é de $1,5 \text{ K}\Omega$.

A alimentação que pode ser aproveitada do próprio amplificador com o qual o circu-

to deve operar é feita com uma tensão entre 9 e 36 V.

O componente que basicamente determina o ganho deste pré-amplificador é o resistor de realimentação de $100 \text{ K}\Omega$ ligado entre a saída do amplificador operacional e a entrada inversora. Pela redução deste resistor obtém-se uma redução do ganho do pré-amplificador.

PRÉ-AMPLIFICADOR PARA MICROFONES MAGNÉTICOS

Na figura 3 temos o diagrama de um pré-amplificador com circuito integrado 741 projetado para operar com cápsulas magnéticas com uma impedância em torno de $1 \text{ K}\Omega$.

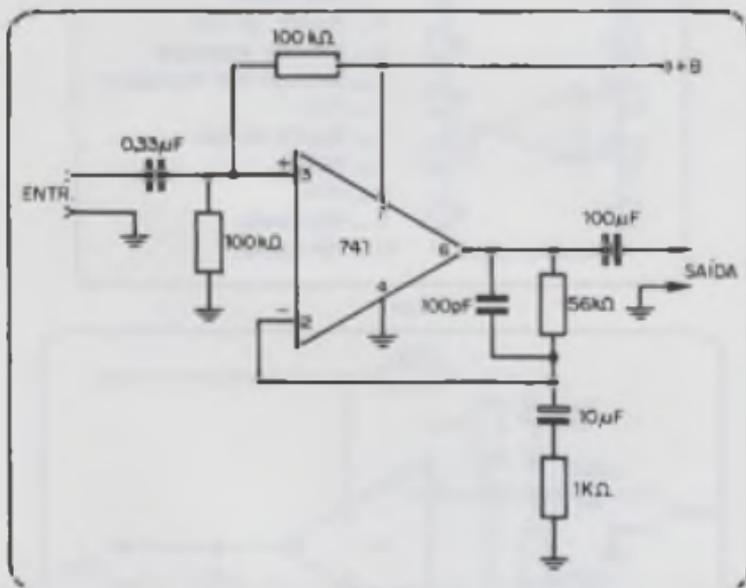


figura 3

Como no circuito anterior, a alimentação pode ser aproveitada do próprio amplificador com que o circuito opera, devendo a tensão de entrada estar entre 9 e 36 V.

Com relação à montagem, como se trata de circuito de alto ganho, deve ela ser feita em caixa metálica com conexões curtas ou blindadas dada a possibilidade de captação de ruído ou de componente CA da rede de alimentação.

MISTURADOR DE ÁUDIO DE TRÊS ENTRADAS

O circuito da figura 4 consiste num misturador de 3 entradas utilizando como base um único amplificador operacional do tipo 741.

Normalmente os misturadores de áudio passivos tem seu ganho afetado em vista das perdas introduzidas nos resistores em série necessários ao desacoplamento dos

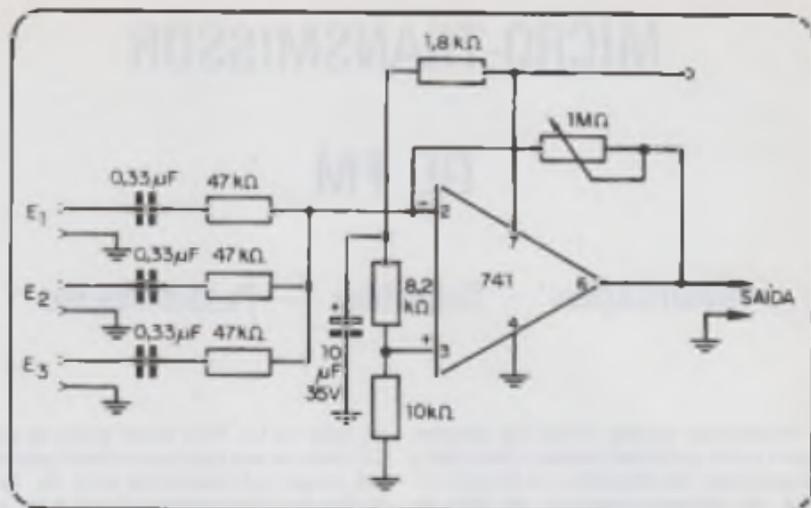


figura 4

sinais. Estas perdas, neste caso são compensadas por uma amplificação linear do sinal.

A tensão de alimentação para este misturador também pode ser aproveitada do próprio amplificador com o qual ele tiver de operar, estando esta compreendida entre 9 e 36 volts.

O ganho do pré-amplificador depende do resistor variável de realimentação de $1\text{M}\Omega$, podendo portanto ser ajustado conforme as necessidades.

Novamente alertamos para este circuito sobre a necessidade de uma montagem com conexões diretas ou blindadas nas entradas de modo a se evitar a captação de zumbidos.

PREZADO LEITOR: POR ENQUANTO NÃO ESTAMOS ACEITANDO ASSINATURAS NÃO PODEMOS FORNECER OS NÚMEROS 1 A 44

MAIORES INFORMAÇÕES E CATALOGOS

GER-SOM

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO PARA TODO O BRASIL

ÚNICA CASA ESPECIALIZADA EM ALTO-FALANTES

Rua Santa Ildegonda, 622

INTEGRADORA DE SOM

para seu carro



São Paulo - CEP. 01207

Fones: 220-2562 - 220-6490

MICRO-TRANSMISSOR DE FM

Modificações — Sugestões — Possibilidades

Recebemos muitas cartas de leitores, assim como consultas diretas referentes a possibilidade de alterações no projeto original do micro-transmissor de FM de modo a se modificar seu desempenho, comportamento e até mesmo a sua finalidade. De fato, o Micro-transmissor admite uma séria bastante grande de modificações que podem levar a resultados mais diversos dependendo naturalmente de habilidade do leitor e de seu conhecimento do princípio básico de funcionamento de seu circuito. Voltamos portanto a falar neste artigo do Micro-transmissor, fazendo algumas sugestões que visam melhorar seu desempenho, qualidade de som, sensibilidade e até mesmo a durabilidade de microfona.

1) No diagrama da página 5 (Revista 56) houve uma inversão entre os resistores R1 e R2. Se bem que o micro-transmissor ainda funcione assim, será conveniente que o leitor faça a troca: R2 é o resistor de 10k Ω (marrom, preto, laranja) enquanto que R1 é o resistor de 2,2 M Ω (vermelho, vermelho, verde).

2) Estes resistores também admitem modificações conforme o tipo de microfone usado. Por exemplo, R2 pode ter valores entre k Ω e 10k Ω , assim como R1 pode ter valores entre 220k Ω e 2,2M Ω . As alterações modificam a sensibilidade do aparelho.

3) Um considerável reforço de sons graves, que tornarão o microfone menos estridente pode ser obtida com a modificação

do valor de C2. Para tornar grave os sons, C2 deve ter seu valor aumentado podendo até chegar até mesmo ao valor de 1 μ F. 4) Para operação contínua em 9 volts, uma melhoria que visa diminuir o consumo e poupar o transistor BF 494 consiste em se fazer uma alteração nos valores de R3 e R5. R3 passará a ter 15k Ω enquanto que R5 passará a ter 5,6 k Ω .

5) Um conselho referente ao fone de cristal usado como microfone é a respeito de sua delicadeza a sensibilidade à humanidade e calor. Será conveniente que o leitor proteja sua abertura por meio de um pequeno disco de feltro ou outro tecido poroso de modo a evitar que a umidade venha afetar o cristal. Com a umidade o fone perde a sensibilidade e não se obtém reprodução do som no receptor de FM (não há modulação). Se depois da montagem do transmissor o leitor notar que o FM recebe um sinal, mas o som não é transmitido é bem provável que o fone esteja danificado pela umidade.

6) Nossa observação seguinte é a referente ao valor de C1. Se bem que este tipo de capacitor seja dos mais comuns, houve quem encontrasse dificuldade para sua obtenção. Neste caso, pode ser usado um equivalente (capacitor de disco de cerâmica) de valor 0,02 μ F ou ainda 0,1 μ F.

7) Outro componente sobre o qual fomos consultados é o transistor Q2. Muitos leitores quiseram saber da possibilidade de usarem o BF254 em lugar do BF494. Esta substituição é perfeitamente possível.



Completa linha de resistores de fio

Se você ainda tem problemas com resistores de fio, consulte mais uma vez o catálogo da Telewatt.

Você verá que está à sua disposição uma completa linha para as mais variadas aplicações e exigências:

- Resistores de 1 a 20 watts, com terminais axiais
- Resistores de 10 e 200 watts, com terminais radiais

● Potenciômetros de fio

● Um número praticamente infinito de possibilidades de variação das características normais (inclusive potência) para uso específico em aparelhos de entretenimento ou aplicação profissional.

Se o tipo de resistor de fio que você precisa não está no catálogo da Telewatt, isso não quer dizer que não possa ser fabricado. Consulte-nos.

Fabricado pela Telewatt do Brasil S.A.

Representante exclusivo:

CONSTANTA
ELETRÔTÉCNICA S.A.

Escritório de vendas: Rua Peixoto Gomide, 898 - 3º andar - Tel: 289-1722
Caixa Postal 1.980 - São Paulo SP

ALERTA DE VELOCIDADE MÁXIMA



Álvaro Ribeiro

Em todo o país, brasileiros de rças e credos diferentes, estão empenhados numa luta muito dura. É uma guerra fria imposta pelo tão quente petróleo. Este líquido precioso nos dias atuais, gera enormes conflitos quando escasso. Nós temos petróleo, mas ainda é muito pouco o disponível, e para compensar a demanda o governo importa o restante, de várias países. Este petróleo IMPORTADO está sendo muito caro ao país, sendo por isso adotadas várias medidas para a contenção de seu consumo. Uma delas é o CONTROLE DA VELOCIDADE MÁXIMA.

Nenhum automóvel poderá exercer a velocidade de 50 km/h nas cidades, e 80 km/h nas estradas de rodagem. Mas, apesar do controle do governo sobre a velocidade máxima, muitos motoristas, cansados de dirigir, aumentam gradativamente a velocidade do veículo sem perceber. Nestes casos, se o motorista não tiver a preocupação de verificar constantemente a velocidade no velocímetro ele não perceberá quando o limite de velocidade for atingido.

Neste artigo, propomos um "alerte de

velocidade máxima", um dispositivo que avisa o condutor do veículo quando a velocidade máxima é atingida, por meio de emissão de um sinal sonoro.

Como este projeto tem grande utilidade imediata, seu circuito foi projetado de tal maneira a não se necessitar de alterações nas características do veículo no qual for instalado.

O circuito completo do limitador é mostrado na figura 1.

Para a execução deste projeto, o principal problema a ser enfrentado foi o da

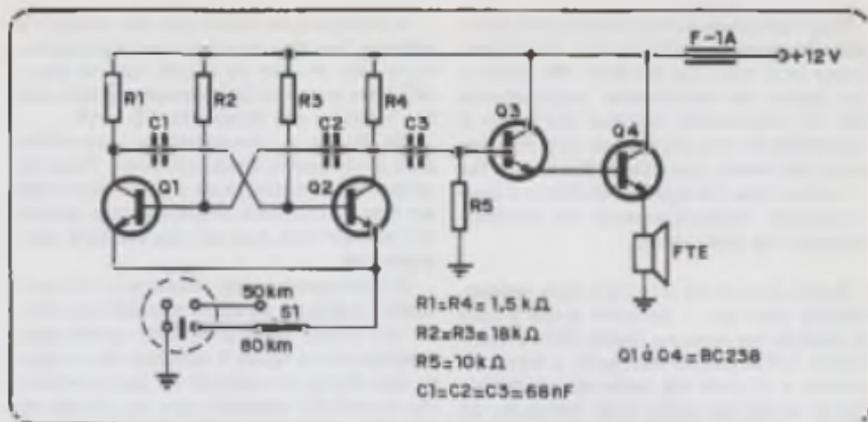


figura 1

escolha do sensor a ser usado. O sensor teria de ser simples de modo a poder ser facilmente encontrado ou confeccionado, ser barato e de fácil instalação.

Existe um sensor bastante preciso, que é encontrado em todos os veículos, o VELOCIMETRO. (figura 2)

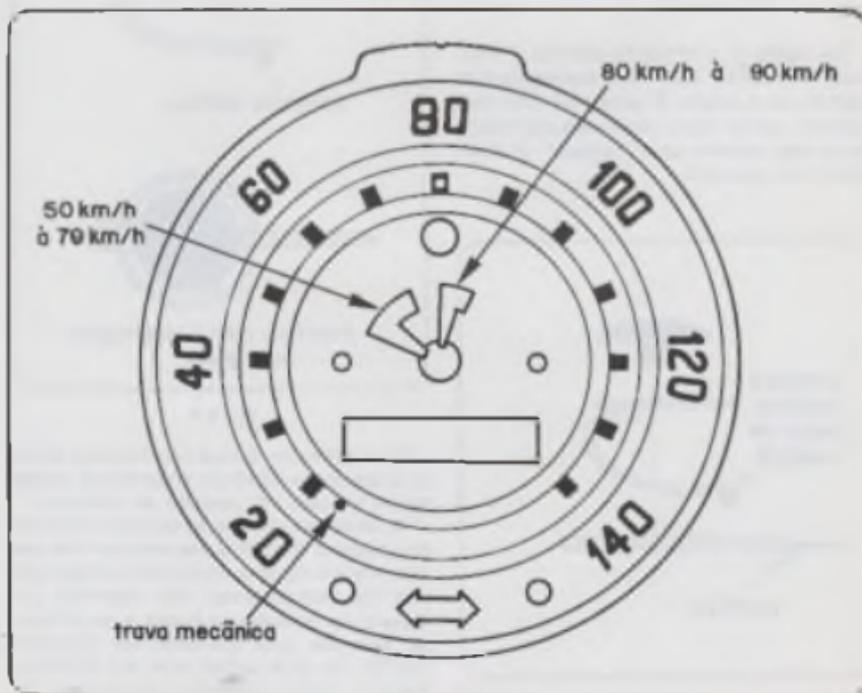


figura 2

Esse instrumento nos fornece as velocidades instantâneas do veículo, sendo seu sensor uma roda que faz girar um cabo de aço ligado ao velocímetro propriamente dito. O movimento rotativo do cabo é transferido a uma peça polar (um ímã em forma de disco), que magneticamente faz o "arrasto" de um copo de alumínio o qual é acoplado mecanicamente ao ponteiro indicador de velocidade.

Existe uma mola que freia este arrasto, fazendo com que o ponteiro tenda a ficar na posição de repouso (zero). Com a velocidade aumentando, aumenta a força de arrasto, e a mola vai cedendo gradativamente, tendo-se assim uma indicação da velocidade do veículo.

Nosso sensor está situado nesse ponto. O ponteiro recebe um pequeno mas eficiente contacto elétrico, que corre sobre uma trilha de alumínio ou outro material condutor previamente colada no mostrador.

Na figura 3, o contacto elétrico é mostrado, devendo este ser confeccionado com muito cuidado. É necessário dar uma pressão exata nesta mola para que o contacto seja perfeito sem "segurar" o movimento do ponteiro.



Figura 3

A pressão que se deve dar ao contacto é mínima, fazendo com que o ponteiro quando levado ao fim da escala retorne naturalmente ao ponto de repouso, ou seja, em seu encosto em torno dos 20 km/h.

Na figura 4, encontramos alternativa para a confecção deste contacto. Para tal, utilizamos uma chave de onda, velha (mas em boa forma). Esta chave de onda deverá ser desmontada para ser aproveitada parcialmente.

O único ponto a ser observado com cuidado é o tipo de contacto existente na chave de onda. Para a correta confecção, mostramos na figura 6 este tipo de contacto que depois de cortado no ponto indicado, deverá ser dobrado com um alicate de bico fino, também como mostra a figura.



Figura 4

Este contacto deverá ser montado entre as duas peças plásticas do ponteiro, sendo assim travado em posição de trabalho.

A conexão elétrica do contacto à bucha do ponteiro (metálica) deverá ser feita por meio de um fio fino, como por exemplo um dos fios componentes dos cabinhos 22. Deverá ser soldado na bucha e no contacto, devendo esta operação ser realizada ANTES DE SER MONTADA AO PONTEIRO que, sendo de plástico, derreteria com o calor desenvolvido no processo.

Com o contacto da ex-chave de onda feito, passamos a nos preocupar com o segundo contacto, o dos 50 km/h e 80 km/h, confeccionado com um pedaço de papel metálico de cigarro. (Este papel é o de alumínio que é encontrado em uma das faces do papel de cigarro)

O suporte de alumínio é o papel, utilizado para fazer a isolação necessária entre o contacto e o velocímetro, e servir como agente suporte da cola, ou melhor dizendo, o papel é colocado no velocímetro sendo assim suportado o contacto de alumínio.

A ligação elétrica de fio de cobre (ou cabinho) é feita enrolando-se um pedaço do papel alumínio previamente cortado em torno do fio, pressionando-os.

Precisa ser feito um pequeno furo no corpo do velocímetro, para a saída dos fios correspondentes aos 50 km/h e 80 km/h. Pode-se também utilizar uma das entradas das lâmpadas para se passar os fios em questão. Sugerimos para a confecção do contacto de alumínio dois tipos de alerta: o do motorista esquecido que deve ser respidamente lembrado e o do motorista que apenas com um breve alerta já se obtém os efeitos desejados. Veja em que caso voce se encontra e parta para a execução do mesmo.

Descrição do Circuito Elétrico

O diagrama completo é dado na figura 1. Como o leitor pode notar trata-se de um circuito bastante simples.

De qualquer maneira, considerando que se trata de uma montagem caseira, destinada aos principiantes e aos curiosos, sua execução pode ser amplamente justificada pelas multas que o dispositivo lhe evitará.

O contacto elétrico atua da seguinte forma: até os 50 km/h o circuito estará desligado, pois não existem contactos fechados nesse trecho de faixa de velocidades. Dependendo da posição de chave seletora CIDADE—ESTRADA (50 ou 80 km/h), o circuito irá funcionar assim que o contacto for fechado, correspondente a velocidade máxima a ser controlada. Este contacto liga ou desliga a alimentação do gerador de áudio.

O gerador de áudio ou oscilador é um circuito muito utilizado para se gerar o sinal alternado, cuja frequência e forma de onda corresponda ao som que se deseja obter.

Nosso circuito é um multivibrador estável, cujo transistor que inicialmente conduz não pode permanecer indefinidamente nesta condição, trocando de estado constantemente com o outro transistor numa velocidade que dependerá da constante de tempo do circuito RC que polariza sua base:

$$f = \frac{1}{2 \times R1 \times C1}$$

onde: $R1 = R2$ e $C1 = C2$

O sinal obtido na saída é uma onda quadrada. O amplificador etapa-seguinte do circuito, tem por finalidade amplificar os sinais bastante fracos proveniente do gerador e fornecer potência suficiente para excitar um alto-falante. São usados dois transistores comuns de áudio em acoplamento Darlington. Notamos que a polarização do Darlington está em classe C, ou seja, o circuito não irá funcionar quando houver pulsos a amplificar.

Assim, economizamos sensivelmente energia elétrica, podendo o circuito ficar ligado indefinidamente, sem acusar problemas térmicos, e sem trazer qualquer alteração no auto-rádio, caso o circuito seja ligado ao mesmo alto-falante.

MONTAGEM

O leitor deverá possuir como ferramenta mínimo uma chave de fenda pequena, um alicate de corte, um alicate de ponta, ferro de soldar, e solda de boa qualidade.

Para executar a colagem (segundo a figura 5) deve ser retirado o velocímetro do painel do carro, soltando-se para esta finalidade seu cabo, retirando-se as lâmpadas indicadoras (5) e soltando completamente os parafusos que fixam o velocímetro ao painel.

A retirada do velocímetro (para os carros VW) dá-se rodando levemente no sentido anti-horário. Com esta operação completada, você estará com o velocímetro solto para as operações seguintes.

Com a chave de fenda, levanta-se a aba que segura o painel de vidro ao corpo do velocímetro, separando-se as duas peças.

Agora, com muito cuidado, levante levemente o ponteiro, fazendo-o passar por cima da trava mecânica existente no painel. Esta operação tem por finalidade mar-

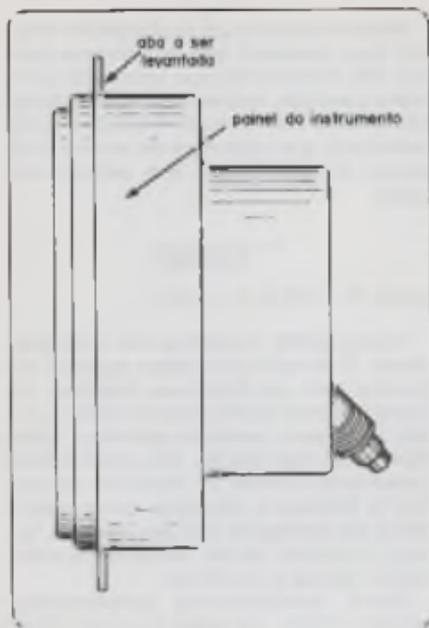


figura 5

car o ponto em que o ponteiro fica parado, para depois retirar o ponteiro e na montagem, se poder colocá-lo na mesma posição de repouso, não alterando assim a faixa de velocidade que o mesmo indica.

Puxa-se o ponteiro o qual deverá sair facilmente, ficando sua bucha presa ao eixo. A retirada desta bucha é feita apoiando-se o alicate em sua base, puxando firmemente para cima. Não use força demais pois o eixo poderá partir-se!

Agora, retira-se os dois pequenos parafusos que seguram o painel do velocímetro, para efetuar a colagem do papel de alumínio.

Após a colagem do papel de alumínio, devemos soldar o contacto elétrico fixando-o na bucha. Espere esfriar a solda, e verifique se ficou bem firme no ponteiro. (figura 6)

Agora, com papel alumínio bem seco em seu lugar, ligamos dois fios bem finos nos lugares indicados, passando-os por trás do painel, e a seguir, devemos soldá-los em fio tipo cabinho, que sairá do velocímetro por um furo feito em seu corpo.

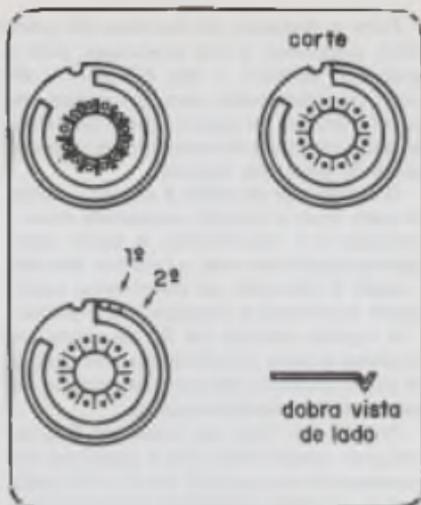


figura 6

Com estas soldas isoladas, fios passados, podemos montar o velocímetro. Reponha o painel, aparafusando os pequenos parafusos em seu lugar. Coloque a bucha sem o ponteiro, para só no final por este em seu lugar. Verifique se o contacto percorre toda a faixa do painel encostando no painel de alumínio sem enroscar em nenhuma parte, fazendo contacto nas partes escolhidas. (figura 8)

É importante no momento da colocação do ponteiro observar a marca feita na retirada. O ponteiro deve ser fixado na mesma posição.

Estando tudo em ordem, podemos fechar o velocímetro e recolocá-lo na sua posição.

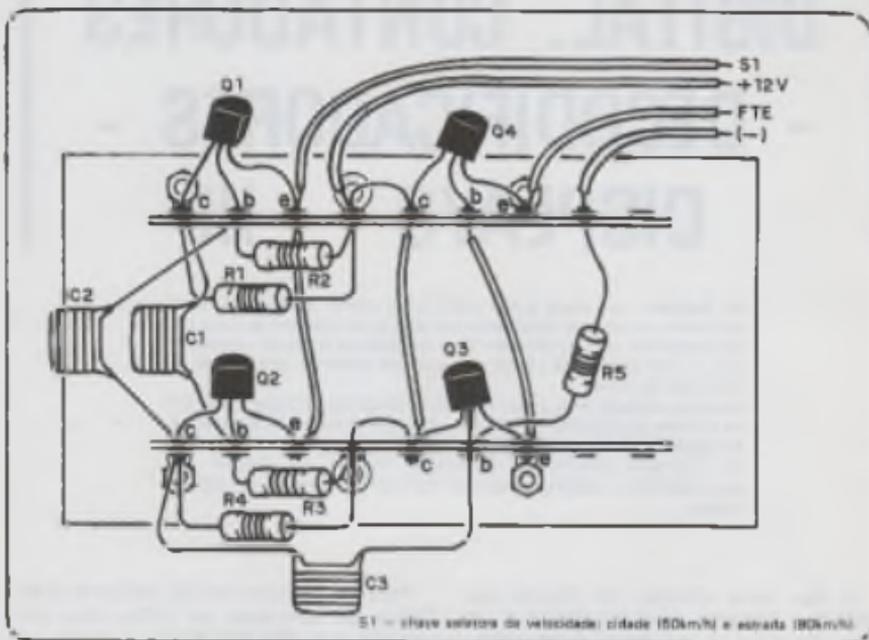
(Observe o leitor que não se mexe no lacre do velocímetro em nenhuma das operações feitas)

O circuito eletrônico pode então ser montado e conectado ao velocímetro. Boa viagem... sem multas por excesso de velocidade.

OBSERVAÇÃO

Este dispositivo de controle poderá acionar qualquer tipo de alarme podendo

fazê-lo de várias maneiras, mas o importante é manter uma baixa corrente nos contactos do sensor, para aumentar sua vida útil.



OBS: A tensão de + 12 V deverá ser retirada de um ponto onde essa corrente é alimentada pela chave de contacto de partida. O circuito só funciona com a "partida" ligada.

figura 7



figura 8

LISTA DE MATERIAL

- 4 transistores para uso geral NPN áudio (BC238, BC548 ou equivalentes)
- 1 chave de 1 polo x 2 posições
- 2 resistores de 1,5 k Ω x 1/8 W (marrom, verde, vermelho)
- 2 resistores de 18 k Ω x 1/8 X (marrom, cinza, laranja)
- 1 resistor de 10 k Ω x 1/8 W (marrom, preto, laranja)
- 3 capacitores de poliéster metalizado de 68 nF
- 1 alto-falante de 4 ohms (pode ser usado o do próprio rádio do carro)
- Diversos - ponte de terminais, parafusos, solda, fios, etc.

DIGITAL: CONTADORES - DECODIFICADORES - DISPLAYS — III

Na segunda parte deste artigo verificamos como pode uma saída em binário ou decimal codificados em binário, ser convertida numa saída compatível com os diversos tipos de displays ou ainda compatível com outras aplicações, como por exemplo sistemas sequenciais ou controles remotos.

Nesta terceira parte do artigo focalizaremos os displays que consistem no elo final da cadeia que formam os circuitos de saída dos equipamentos digitais. Os displays tem sua maior importância no fato de levarem ao operador humano a informação contida no circuito. De sua eficiência e aparência depende muito a qualidade de um equipamento.

O tipo mais simples de display que podemos imaginar para ser ligado a um decodificador que nos forneça 10 saídas, correspondentes aos algarismos de 0 a 9 seria o formato por 10 lâmpadas ou LEDs aos quais associamos os algarismos correspondentes. (figura 1)

Para um contador até 99 teríamos duas fileiras de lâmpadas ou LEDs; para um contador até 999 três fileiras e assim por diante.

Em alguns equipamentos digitais menos elaborados ou destinados a aplicações

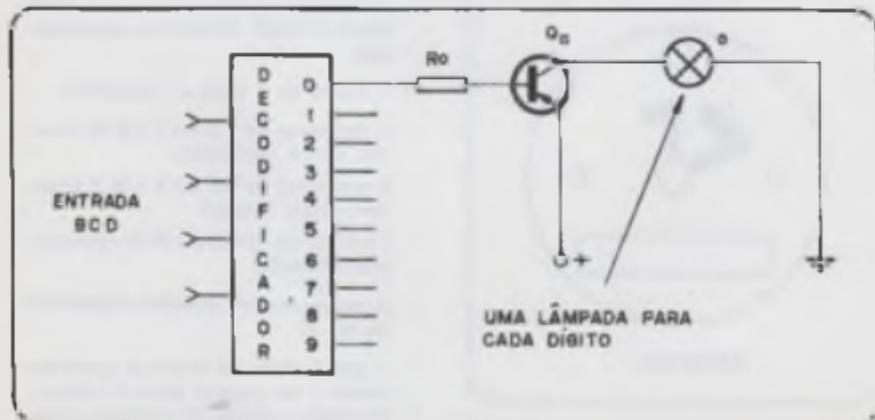


Figura 1

didáticas podemos ainda encontrar este tipo de display.

O leitor pode perceber facilmente que a maior desvantagem desse tipo de mostrador reside no número de LEDs ou lâmpadas que devem ser utilizados para cada dígito, isso sem se falar na eventual necessidade de um circuito excitador para cada lâmpada ou LED e o espaço ocupado no painel.

Entretanto, também operando em conjunto com decodificadores comuns encontramos as "válvulas" Nixie que são dotadas de 10 eletrodos, cada um com o formato de um algarismo (figura 2).

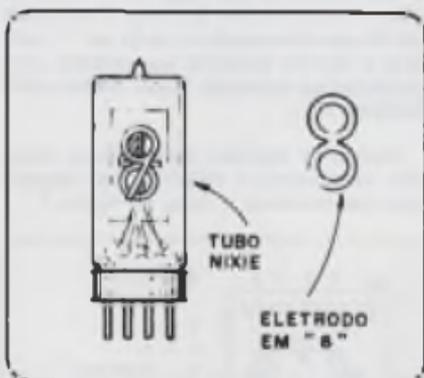


figura 2

Conforme a entrada que seja excitada apenas um dos eletrodos torna-se luminoso de modo que, para o observador, aparece apenas um algarismo. Em alguns casos, num único tubo podem ser colocados diversos jogos desses eletrodos de modo a se obter a possibilidade da formação de números com diversos dígitos. É o caso de algumas máquinas de calcular que ainda usam este tipo de mostrador (figura 3).

Uma certa desvantagem existe no uso deste tipo de display que é a necessidade de uma alta tensão para tornar seus eletrodos luminosos já que a sua operação é feita por ionização. Para os tubos desse tipo mais comuns a tensão de operação é da ordem de 100 volts, o que significa a necessidade da utilização de um inversor de alta tensão para o caso da alimentação do circuito por pilhas.

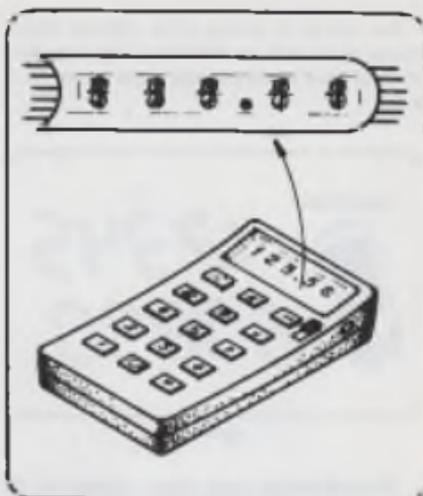


figura 3

Na figura 4 temos um circuito de excitação para estes tubos excluindo-se a fonte de alta tensão para a sua alimentação.

Além dos tubos nixie podemos citar na mesma categoria as válvulas do tipo Numitron que constam de 7 segmentos formados por finos filamentos de tungstênio montados numa base de material escuro. Conforme a combinação dos filamentos que acendem podemos ter a formação de um algarismo de 0 a 9, e em alguns casos o aparecimento de um ponto que corresponde ao decimal, ou ainda dos sinais + ou -.

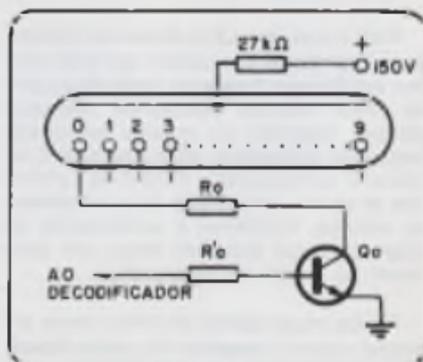


figura 4

Na figura 5 temos uma válvula típica desse tipo com as combinações dos filamentos que resultem nos algarismos de 0 a 9.

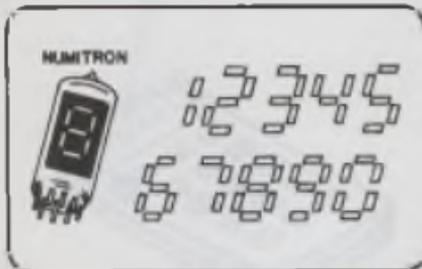


figura 5

Normalmente, pelo baixo consumo de corrente desses filamentos as válvulas numitron como a VR2000 (RCA) podem ser excitadas diretamente pelos decodificadores TTL.

Variações de válvulas numitron com tamanhos diversos permitem uma gama bastante grande de aplicações práticas. Entretanto, nos casos em que se exige um alto grau de miniaturização esta não é a solução mais indicada para um projeto.

Os mais comuns dos displays em uso nos circuitos lógicos atuais são os de estado sólido correspondendo aos LEDs e aos cristais líquidos.

Para o caso dos LEDs temos os displays de 7 segmentos que podem ser encontrados em diversos formatos e tamanhos para as mais diversas aplicações operando sempre segundo os mesmos princípios: pequenos segmentos, em número de 7, de material semicondutor tornam-se luminosos ao serem percorridos por uma corrente elétrica. Conforme a combinação de segmentos que acendem temos um algarismo no mostrador (figura 6).

Nestes mostradores também temos em alguns casos a presença do ponto indicador de número decimal (correspondente à nossa vírgula) e os sinais + ou -.

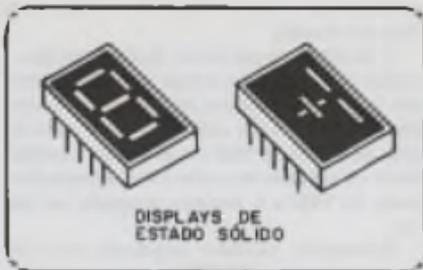


figura 6

O mais importante neste tipo de display é seu consumo por segmento bastante baixo (entre 2 mA e 20 mA) e sua baixa tensão de alimentação (a partir de 1,7 volt) que o tornam bastante apropriados para operação por excitação direta dos decodificadores TTL.

Dentre os displays mais comuns desse tipo destacamos o FND500 cuja disposição dos terminais é dada na figura 7.

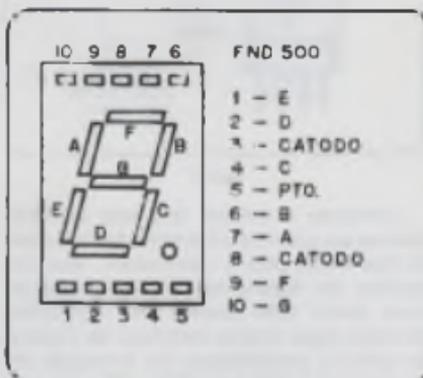


figura 7

Outro tipo de display que começa a se tornar popular é o de cristal líquido. Neste, a aplicação de uma diferença de potencial numa substância muda suas propriedades ópticas, especificamente a transparência, tornando visível a região no qual ocorre a excitação. Assim, temos também 7 segmentos que podem tornar-se visíveis conforme a excitação do circuito interno, aparecendo portanto, conforme sua combinação um algarismo entre 0 e 9 (figura 8).

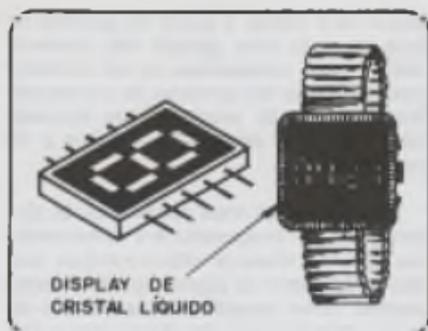


Figura 8

Uma das maiores vantagens desse sistema é seu baixíssimo consumo de energia, podendo já serem vistos esses displays em relógios eletrônicos de pulso, calculadoras (Sharp EL800) e em muitos outros equipamentos digitais mais sofisticados.

A desvantagem maior entretanto para este tipo de mostrador reside na necessidade de haver uma fonte de luz externa já que o cristal líquido não "acende" como os demais mostradores. Assim, no escuro não se vê indicação alguma neste tipo de display.

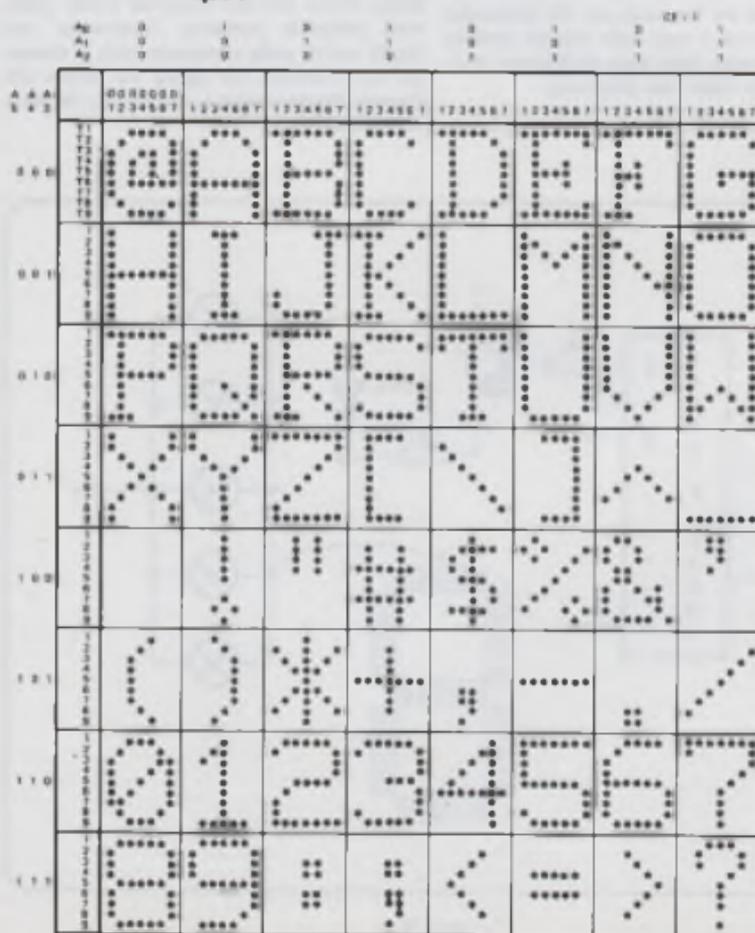


Figura 9

É claro que displays de 7 segmentos "gigantes" podem ser obtidos de diversas outras formas como por exemplo pela excitação por meio de triacs de lâmpadas numa disposição apropriada.

No caso de relógios no alto de edifícios, o sinal tirado de um relógio digital comum, pode excitar triacs por um circuito apropriado a fornecer uma indicação em tamanho gigante num display formado por 7 fileiras de lâmpadas (figura 9).

Para o caso de um triac de 8 ampères numa alimentação de 220 volts, cada segmento pode ser formado por 16 lâmpadas de 200 watts o que sem dúvida resulta numa potência luminosa suficiente para ser vista de uma boa distância!

Este mesmo tipo de mostrador pode ser

usado para indicar o placar de partidas de bola-ao-cesto num ginásio não havendo neste caso a necessidade de um contador eletrônico mas tão somente de um decodificador acionado manualmente formado por uma chave apropriada (7 polos x 10 posições).

Uma categoria mais sofisticada de display pode ser encontrada em computadores. São os displays alfa-numéricos que não só fornecem os algarismos do sistema decimal como também formam letras de nosso alfabeto. Uma sequência destes displays forma não só números como palavras podendo portanto "conversar" de modo muito mais completo com o operador da máquina. Na figura 10 temos um desses displays com a disposição de seus caracteres.

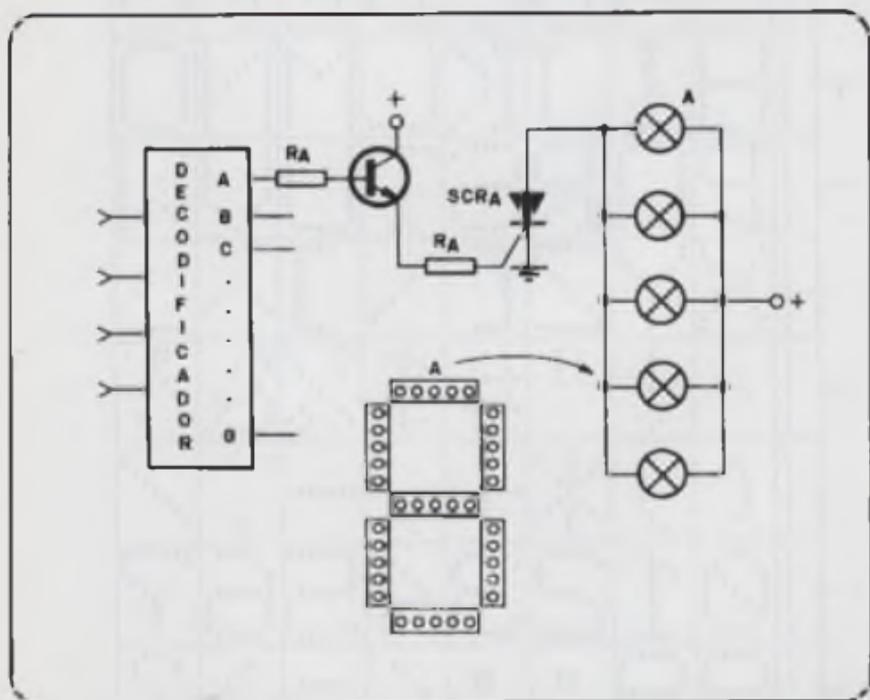


figura 10

Faça você mesmo os seus CIRCUITOS IMPRESSOS



MALIKIT

Um completo laboratório

(Da furadeira elétrica
à placa virgem)

Cr\$ 390,00

(sem mais despesas)

PEDIDOS PELO REEMBOLSO
POSTAL À SABER PUBLICIDADE
E PROMOÇÕES LTDA
CAIXA POSTAL 50450
SÃO PAULO - SP
OU AO SEU FORNECEDOR DE
MATERIAL ELETRÔNICO



orientação para o montador

ORGÃO ELETRÔNICO DE DUAS CITAVAS

O leitor não terá dificuldades para obter os componentes usados nesta montagem. Os transistores unijunção são de tipo bastante comum podendo ser obtidos a um custo entre Cr\$ 15,00 e Cr\$ 30,00 a unidade, dependendo da procedência. O transistor de potência permite diversas opções, ficando o 2N3055 a um custo entre Cr\$ 15,00 e Cr\$ 30,00 dependendo do invólucro, da procedência e da qualidade. Os triacs que são os componentes usados em maior quantidade devem ser escolhidos de modo a não pesar no orçamento do montador. O custo por unidade varia entre Cr\$ 4,00 e Cr\$ 6,00 dependendo do local onde seja adquirido e da sua procedência. Os maiores problemas poderão ser encontrados na confecção do teclado de circuito impresso. A placa virgem necessária a sua elaboração em vista de suas dimensões custa entre Cr\$ 15,00 e Cr\$ 20,00 devendo o leitor, naturalmente possuir o ferramental necessário a sua elaboração. Somando os demais componentes, e levando em conta a parte elétrica mais o teclado o custo do órgão para o montador deverá ficar no máximo em torno de Cr\$ 100,00 quantia esta que pode ficar sensivelmente reduzida se parte do material usado no órgão anterior for usado.

ESPANTA MOSQUITO

Este circuito de extrema simplicidade não oferece qualquer tipo de dificuldade de montagem, nem para obtenção dos componentes. O transistor unijunção pode ser encontrado com facilidade a um custo em torno de Cr\$ 15,00 e o fone deve ser do tipo de cristal ou ainda magnético, quando então a versão própria deve ser montada. Esses fones podem ser adquiridos a um custo entre Cr\$ 15,00 e Cr\$ 25,00 com o que podemos dizer que o gasto total com a montagem, inclusive a caixa deverá ficar em torno de Cr\$ 50,00 no máximo. O leitor que tiver todo o material preparado não deverá gastar mais do que 1 hora na sua montagem.

ALARME DE VELOCIDADE

Os componentes para esta montagem são extremamente comuns em nosso mercado sendo todos de muito baixo custo. Os transistores tem um custo médio em torno de Cr\$ 5,00 e com a montagem em ponte de terminais, mais a caixa que alojará o conjunto o leitor não deverá gastar mais do que Cr\$ 70,00.

O trabalho mais crítico desta montagem é a adaptação que deve ser feita no velocímetro. O máximo de cuidado deve ser tomado com a sua desmontagem e colocação dos contatos que devem ser perfeitos e não devem prejudicar o movimento do ponteiro. A instalação do circuito no veículo também exige certa habilidade e conhecimento da parte elétrica do carro que será envolvida no seu funcionamento. O tempo total gasto com a montagem da parte elétrica, exceto a adaptação do velocímetro será da ordem de 1 hora.

GERADOR DE SINAIS

Esta montagem pode ser considerada de um grau de dificuldade médio em vista da necessidade de se elaborar a placa de circuito impresso. Os componentes usados são todos muito comuns em nosso mercado, custando cada transistor em torno de Cr\$ 6,00. Com relação à caixa, o leitor pode construí-la de plástico, acrílico ou madeira, mas também pode conseguir a caixa do Rádio Relógio Philco que pode ser encontrada em algumas casas de materiais eletrônicos e qual fornece ao aparelho uma excelente apresentação. Sem considerar a caixa, o gasto com a montagem deste aparelho será da ordem de Cr\$ 100,00. Para a elaboração de placa o leitor deve dispor do material necessário a isso. O tempo gasto com a montagem dependerá muito da habilidade de cada um, devendo a placa mais a elaboração da soldagem demorar em torno de duas horas.

RADIO CONTROLE

TRANSMISSOR DE 1 CANAL

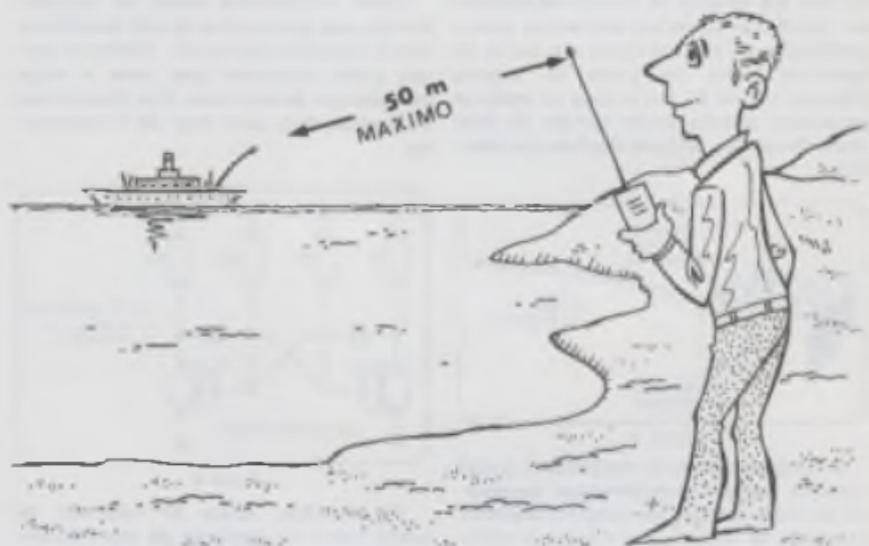


figura 1

Neste artigo descreveremos um projeto prático de um transmissor de rádio controle simplificado de um canal o qual poderá ser utilizado em diversas aplicações. Modelos de barco, carros e até mesmo aeromodelos poderão ser comandados a distância, e o projeto poderá abranger sistemas de aberturas de portas a distância, o comando de projetores de slides ou máquinas fotográficas. Todo o material empregado é disponível em nosso mercado e a montagem é simples o bastante para ser acessível aos principiantes.

Montar um sistema de rádio controle tem sido quase uma obsessão de muitos de nossos leitores. Entretanto, como a montagem pura e simples a partir de um diagrama nem sempre leva aos resultados esperados, na nossa série, nos artigos anteriores procuramos dar uma visão geral dos problemas e das técnicas envolvidas no rádio controle de modo que nossos leitores possam saber o que esperar e como agir nos casos em que isso se torne necessário.

O transmissor que descreveremos é de uma configuração bastante simples, como projeto inicial de uma série, apresentando no entanto um desempenho bastante bom; pode ser usado quando não se exigir uma alta precisão de controle ou longo alcance. Com ele poderemos ter segurança de controle até uma distância da ordem de 50 metros, sendo por isso recomendado para as aplicações em que o modelo ou o sistema controlado não se afaste mais do que 50 metros do operador (figura 1).

É claro que o alcance também depende da eficiência (sensibilidade estabilidade, etc) do receptor, mas para este daremos diversas opções de montagem que serão feitas de acordo com a finalidade a que se destinar o projeto.

A montagem em especial é feita com uma descrição pormenorizada de modo a facilitar até mesmo os menos experientes em eletrônica. Daremos elementos para a elaboração do circuito tanto em ponte de terminais como em placa de circuito impresso (figura 2). Em ambos os casos os resultados obtidos serão função da total observância das recomendações que daremos.

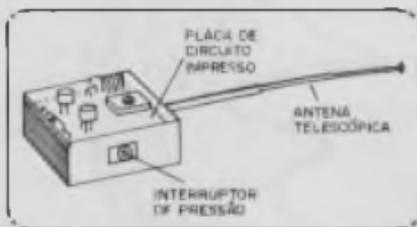


figura 2

O receptor para este transmissor, assim como os demais complementos do sistema de rádio controle tal como o calibrador, o sistema de servos e até mesmo o modelo, serão dados nos artigos seguintes desta série.

O CIRCUITO

Basicamente este circuito transmissor consiste num oscilador Hartley operando numa frequência em torno dos 27 MHz (destinada aos sistemas de rádio controle em nosso país) fornecendo uma potência reduzida, dentro dos limites exigidos para uma aplicação simples (figura 3).

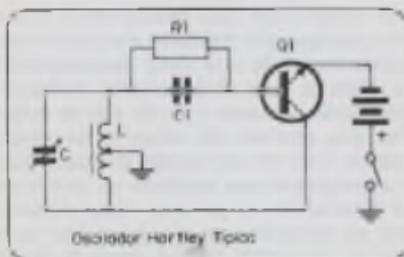


figura 3

Este oscilador Hartley é modulado por um sinal de baixa frequência entre 100 e 1.000 Hz, gerado por um multivibrador estável. Essa modulação, conforme tivemos oportunidade de explicar em artigos anteriores desta série, é necessária para a obtenção do sinal de corrente alternada no receptor que acionará os servos (figura 4).

Como componente básico do oscilador Hartley que gera o sinal de alta frequência, temos operando um único transistor para uso geral, enquanto que, para a etapa moduladora temos mais dois transistores do mesmo tipo, num total de 3 transistores.

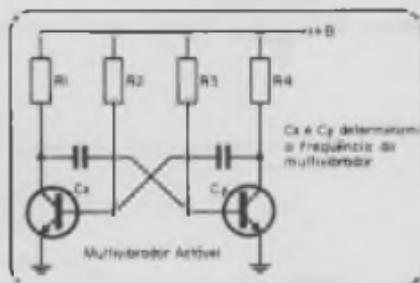


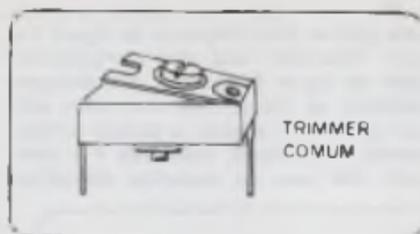
figura 4

Os circuitos, tanto do oscilador de áudio, como do oscilador de alta frequência, podem ser alimentados com tensões de 6 ou 9 volts.

O ponto mais crítico do circuito é o referente à bobina osciladora, pois, dela depende a frequência de operação do transmissor. Posteriormente forneceremos um circuito de um calibrador para o transmissor, de modo que se faça com que este opere nas frequências que lhe são destinadas. É bastante importante, portanto, que a bobina seja confeccionada com o máximo de cuidado, tanto no caso do transmissor como também do receptor, sob pena do projeto não funcionar adequadamente.

O ajuste da frequência dentro dos limites de tolerância admitidos para a confecção da bobina é feito por meio de um trimmer (figura 5).

Como todo circuito de alta frequência, este também é sensível a capacitâncias parasitas, isto quer dizer que a montagem deve ser feita de maneira que não se possa



TRIMMER
COMUM

figura 5

chegar a mão muito próxima dos circuitos oscilantes, especificamente a bobina, o trimmer e a antena. Uma aproximação da antena durante o funcionamento do transmissor pode provocar fugas de frequência e portanto o escape do modelo.

MONTAGEM

Damos duas opções para a montagem.

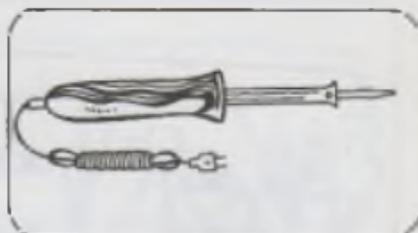


figura 6

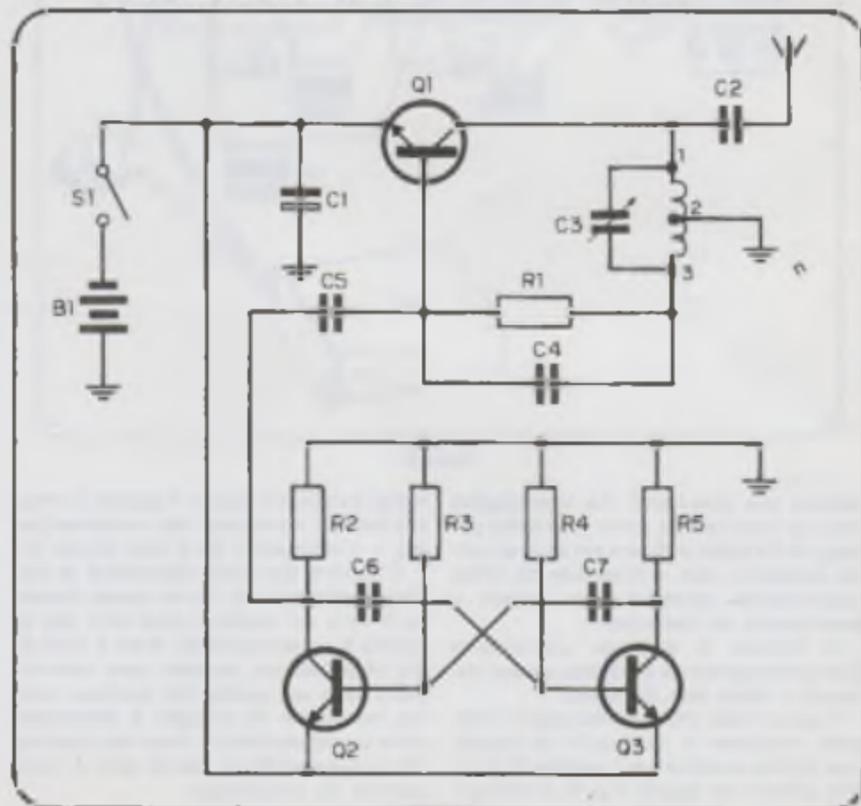


figura 7

Em ambos os casos, dada a delicadeza dos componentes, deve ser usado um soldador de pequena potência (máximo de 30 watts) e solda de boa qualidade (1 mm ou 1,2 mm). As demais ferramentas necessárias a esta montagem são um alicate de corte, um alicate de ponta e uma chave de fenda (figura 8).

Para a montagem em ponte de terminais guie-se pelo diagrama da figura 7 e pela disposição real dos componentes dada na figura 8. Comece a montagem soldando os transistores, atentando para suas posições e depois os demais componentes (capacitores, resistores e o trimmer). No caso do capacitor eletrolítico

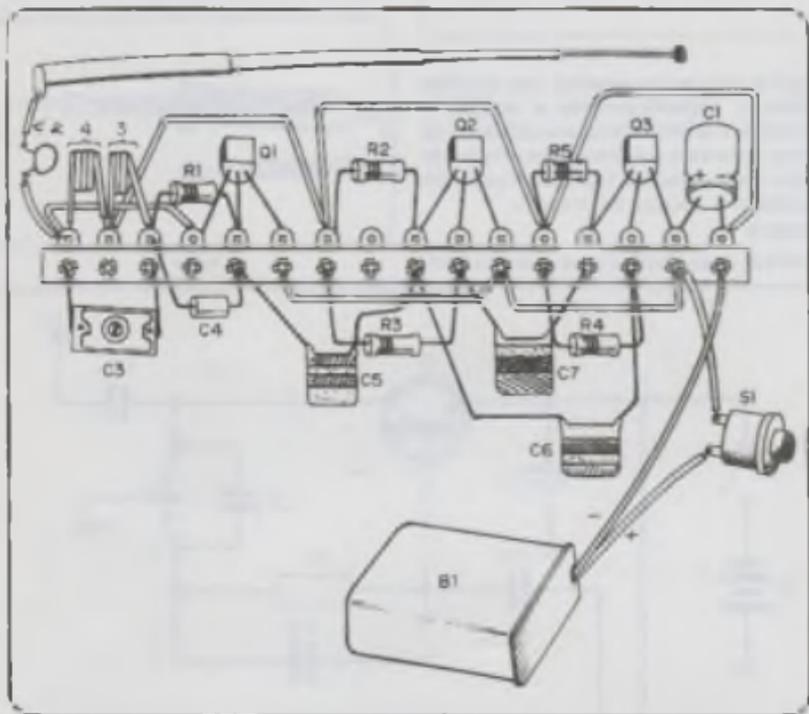


figura 8

observe sua polaridade. As interligações entre os terminais da ponte são feitas por meio de fio rígido e devem ser as mais curtas possíveis, com a finalidade de evitar capacitâncias parasitas que afetem o desempenho do transmissor.

O trimmer é montado utilizando-se dois prolongamentos soldados a seus terminais e feitos com fio rígido.

O ponto mais crítico da montagem refere-se entretanto à confecção da bobina. Esta bobina consiste em 7 espiras de fio rígido comum de ligação (ou fio esmaltado 22) sendo enrolada em duas partes: pri-

meiro 3 espiras e depois 4 espiras no mesmo sentido. As espiras são enroladas juntas, e o diâmetro é de 8 mm (figura 9).

O suporte das pilhas dependerá da tensão de alimentação. Se for usada bateria de 9 volts um conector para este tipo de bateria é o recomendado. Para o caso de 6 V (4 pilhas) um suporte para este número deve ser usado. Em qualquer caso um interruptor de pressão é intercalado entre o polo positivo da fonte de alimentação e o transmissor, sendo este o único controle do transmissor.

Temos também a observar os valores

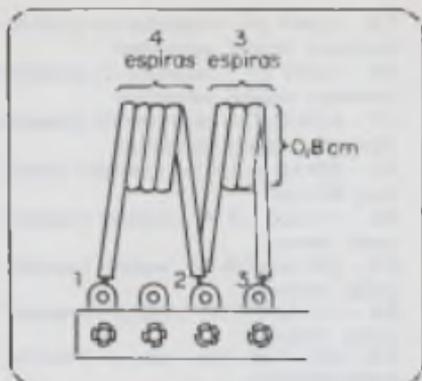


figura 9

dos capacitores do multivibrador, C6 e C7, os quais determinam a frequência do sinal de áudio do modulador. Esses capacitores poderão ter seus valores modificados conforme a vontade do leitor em função de uma possível utilização de filtro no receptor. (As explicações que ensinarão como usar o transmissor num sistema de mais de um canal serão dadas em artigo futuro)

Após a montagem o leitor poderá instalar o transmissor numa caixa plástica conforme sugere a figura 10, devendo-se

observar que deve ser evitada a aproximação de mão ou de qualquer objeto metálico da antena assim como do circuito formado pela bobina e o trimmer.

Para a montagem em placa de circuito impresso, seu desenho é dado na figura 11, e a disposição dos componentes do lado não cobreado é dada na figura 12. Na revista anterior temos artigo completo que ensina como confeccionar placas de circuito impresso.



figura 10

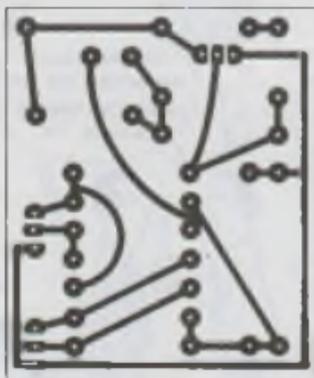
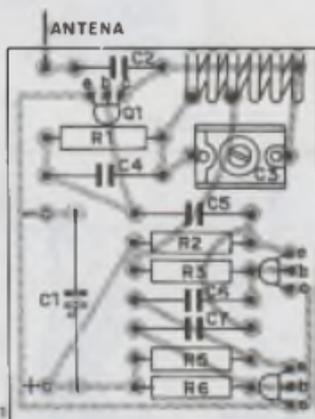


figura 11



FUNCIONAMENTO E AJUSTE

Para colocar em funcionamento esse transmissor e ajustá-lo o leitor tem diversas possibilidades:

- a) Se o leitor dispuser de um receptor

para a faixa do cidadão (11 metros ou 27 MHz) poderá usá-lo como monitor para localizar e sintonizar corretamente este transmissor. Para isso, sintonize o receptor na frequência de um sinal destinado ao rádio controle e ajuste o trimmer do transmissor até captar o sinal deste.

b) Se o leitor não dispõe do receptor, deverá ter em mãos o próprio receptor de rádio controle, devendo portanto aguardar os próximos números de nossas revistas quando então daremos não só o diagrama do receptor como também do calibrador

LISTA DE MATERIAL

Q1, Q2, Q3, - BC548 ou equivalente (BC238, etc)

C1 - 100 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico

C2 - 50 pF - capacitor de mica ou equivalente

C3 - trimmer comum (2-25 pF)

C4 - 680 pF - capacitor de mica ou polí-carbonato

C5 - 0,047 μ F - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, vermelho)

C6 - 0,047 μ F - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, vermelho)

C7 - 0,047 μ F - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, vermelho)

R1 - 56 k Ω x 1/4 W - resistor (verde, azul, laranja)

R2 - 10 k Ω x 1/4 W - resistor (marrom, preto, laranja)

R3 - 100 k Ω x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)

R4 - 10 k Ω x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)

R5 - 100 k Ω x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)

L - bobina (ver texto)

B1 - 6 ou 9 V (ver texto)

S1 - Interruptor de pressão.



"SISTEMAS DE NUMERAÇÃO & CODIFICAÇÃO"

Aquilino R. Leal

O nosso sistema de contagem é o decimal porque emprega dez símbolos ou algarismos para representar qualquer número; além disso o sistema é posicional: dependendo da posição relativa ocupada por um algarismo num dado número, o mesmo pode assumir valores (relativos) diferentes que serão o seu próprio valor absoluto fora de uma potência inteira, positiva ou negativa, de dez.

A formação de um número no sistema de numeração decimal é feita obedecendo à seguinte lei: "dez unidades de qualquer ordem formam uma unidade de ordem imediatamente superior e, reciprocamente". É por isto que o número dez constitui a base do sistema.

Qualquer número decimal N de n dígitos pode ser escrito da forma:

$$N = a_0 + 10^1 a_1 + 10^2 a_2 + 10^3 a_3 + \dots + 10^{n-1} a_{n-1}$$

$$a_{n-1} \text{ ou } N = \sum_{i=0}^{n-1} 10^i a_i$$

em que a_i é o valor do i -ésimo dígito, podendo assumir um dos valores 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9.

Quando o número for menor que a unidade também pode ser composto como:

$$N = \sum_{i=1}^{n-1} 10^{-i} a_i$$

Desta forma, o número decimal 1585,96 por exemplo pode ser escrito como:

$$1585,96 = 10^3 \cdot 6 + 10^{-1} \cdot 9 + 10^0 \cdot 5 + 10^1 \cdot 8 + 10^2 \cdot 5 + 10^2 \cdot 1$$

O sistema decimal não é o único sistema posicional nem tampouco é o único que encontra aplicações práticas; pode-se citar, a título de exemplo, o sistema romano que também é posicional. O número VI (seis) é diferenciado do número IV (quatro) apenas pela posição dos "algarismos" já que estes são os mesmos para os dois números em questão. Outros sistemas posicionais que são largamente empregados em técnicas digitais são o binário, octal e hexadecimal cujas bases b são 2, 8 e 16 respectivamente.

De uma forma geral, um número inteiro N de um sistema posicional qualquer pode ser escrito da forma:

$$N = \sum_{i=0}^{n-1} b^i a_i$$

em que b representa a base do sistema, a_i é o valor do i -ésimo dígito e $n-1$ é a quantidade de dígitos de que é formado o número.

Um sistema de base b apresenta, exatamente, b algarismos ou dígitos; por isto, o sistema binário - base 2 - emprega dois algarismos; o sistema octal - $b=8$ - e hexadecimal - $b=16$ - empregam 8 e 16 algarismos respectivamente.

Observa-se que um número expresso num sistema de base b , quando o mesmo é representado num outro sistema de base menor que a primeira, apresenta uma maior quantidade de algarismos e vice-versa.

No sistema binário, os algarismos empregados para representar qualquer número no referido sistema são: 0 e 1; no octal: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 e, no hexadecimal:

mal: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, A, B, C, D, E e F. Neste último, os dígitos A, B, C, D, E e F representam, respectivamente, os "algarismos" 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

O número binário $N = 100111$, por exemplo, é representado no sistema decimal de acordo com o que foi dito acima, como: $N = 1 + 2 \cdot 1 + 2^2 \cdot 1 + 2^3 \cdot 0 + 2^4 \cdot 0 + 2^5 \cdot 1 = 1 + 2 + 4 + 0 + 0 + 32 = 39$

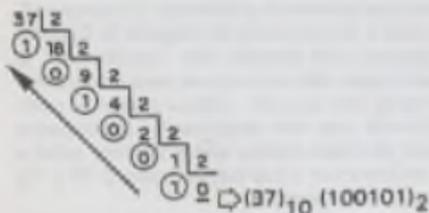
isto é: $(10011)_2 \rightarrow (39)_{10}$.

Da mesma forma para o número $(20B)_{16}$ tem-se:

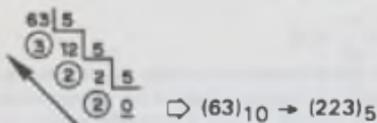
$$(20B)_{16} \rightarrow B + 16 \cdot 0 + 16^2 \cdot 2 = 11 + 0 + 512 = (523)_{10}$$

A transformação de um número da base 10 para um sistema não decimal é ligeiramente mais trabalhosa porém requer o mesmo princípio que o anterior, ou seja:

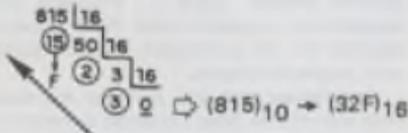
$$(37)_{10} \rightarrow (?)_2$$



$$(63)_{10} \rightarrow (?)_5$$



$$(815)_{10} \rightarrow (?)_{16}$$



Verifica-se uma correspondência interessante entre os sistemas binário, octal e hexadecimal, respectivamente, $b=2$, $b=2^3$, e $b=2^4$, a qual é ilustrada abaixo

$$(10101111)_2 \rightarrow (?)_8$$

$$\frac{101.011.111}{5 \quad 1 \quad 7} \text{ então: } (10101111)_2 \rightarrow$$

$$(517)_8$$

$$(100010110111)_2 \rightarrow (?)_{16}$$

$$\frac{1000.1011.0111}{8 \quad 11(8) \quad 3} \text{ então:}$$

$$(100010110111)_2 \rightarrow (883)_{16}$$

A propriedade acima facilita a transformação de um número binário em decimal fazendo-se "ponte" no sistema octal, ou seja:

$$(1100101)_2 \rightarrow (?)_{10}$$

$$\frac{1.100.101}{1 \quad 4 \quad 5} \text{ então: } (1100101)_2 \rightarrow$$

$$(145)_8 \rightarrow 5 + 8 \cdot 4 + 8^2 \cdot 1 \rightarrow (101)_{10}$$

$$(10110)_2 \rightarrow (?)_{10}$$

$$(10110)_2 \rightarrow (26)_8 \times 6 + 8 \cdot 2 \rightarrow (22)_{10}$$

Em resumo, tem-se as seguintes propriedades:

- I - quanto menor for o valor da base, maior quantidade de dígitos é necessária para representar uma mesma quantidade;
- II - um número será tanto maior conforme seja maior o valor de sua base: $(143(10))_{10} > (143)_8$;
- III - o maior dígito possível que se pode empregar num sistema de base b é $b-1$;
- IV - uma potência inteira de uma base b qualquer será escrita: $b^n = \frac{1000 \dots 000}{n \text{ zeros}}$

exemplificando:

- sistema binário: $(2^5)_2 = (100000)_2$ - - cinco zeros;
- sistema octal: $(8^3)_8 = (1000)_8$ - - três zeros;
- sistema decimal: $(10^4)_{10} = (10000)_{10}$ - - quatro zeros.

Com esta breve e resumida introdução aos sistemas de numeração, tratemos dos códigos.

Um código é um conjunto de regras pelo qual as informações numéricas ou não, podem ser convertidas a uma representação do código e vice-versa.

Um código, para ser ótimo, deve apresentar as seguintes propriedades:

- I - todas as palavras do código devem ser distintas;
- II - a codificação deve ser única - palavras de mesmo comprimento;
- III - cada dígito deve ser significativo;
- IV - mínima redundância e
- V - a ordem dos dígitos deve ser significativa.

A unidade básica da informação é o dígito binário ou bits. O bit pode ter o valor "0" ou "1". Um conjunto de, digamos, 7 bits é chamado carácter ou palavra, podendo representar 128 (2^7) caracteres alfa-numéricos.

Convém salientar que:

- I - um código é dito *relativo* se ao passar-se de um estado para o seguinte, se verifica a variação de, somente, um bit;
- II - um código é dito *ponderado* se for possível encontrar um número decimal equivalente ao número codificado por intermédio da relação:

$$N_d = \sum_{i=1}^n P_i \cdot a_i$$

onde:

- N_d - número ou valor decimal;
- P_i - peso do dígito, em valor decimal, de ordem i e
- a_i - valor decimal do dígito de ordem i .

- III - um código é dito *autocomplementar* quando é obtido o complemento a nove (9) de um número, pelo complemento de seus bits.

Dentre os principais códigos destinados à codificação de números decimais, destacam-se:

I. BCD ("BINARY CODED DECIMAL")

Este código, também conhecido como decimal codificado em binário, apresenta para cada um dos dez algarismos decimais um conjunto ("bloco") de quatro (4) dígitos binários.

Assim, o número decimal 713 é representado por três desses "blocos" de quatro dígitos cada um - cada "bloco" representa o valor absoluto de cada um dos algarismos do número decimal, isto é:

$$\{0111\} \{0001\} \{0011\}$$

pois sabe-se que: $(7)_{10} \rightarrow (0111)_2$; $(1)_{10}$

$\rightarrow (0001)_2$ e $(3)_{10} \rightarrow (0011)_2$
Da mesma forma, o número decimal 1098 será codificado como:

$$\{0001\} \{0000\} \{1001\} \{1000\}$$

A principal vantagem deste código é a de ser simples, sendo amplamente empregado. Em contrapartida o mesmo não utiliza todas as combinações possíveis capazes de se realizarem com os quatro dígitos binários de cada "bloco" - o quarto dígito binário de cada "bloco" é empregado unicamente quando se codificar o algarismo decimal 8 ou 9; além disso, apresenta pouca possibilidade de detecção de erro, com a desvantagem de dois bits variarem simultaneamente quando da passagem de um para outro estado, é o caso quando se representa, por exemplo, o dígito decimal 8 - 1000 - em que variarem os três dígitos da direita.

Outra desvantagem deste código é a de o mesmo não ser autocomplementar ainda que a seu favor se tenha a vantagem de suas palavras apresentarem o mesmo comprimento, isto é: quatro bits.

O código BCD também é conhecido por código ponderado já que os algarismos decimais podem ser detectados dos "blocos" dos dígitos binários $a_3 a_2 a_1 a_0$ ao se realizar a seguinte operação:

$$D_d = 8 \cdot a_3 + 4 \cdot a_2 + 2 \cdot a_1 + 1 \cdot a_0$$

em que os números 8 (2^3), 4 (2^2), 2 (2^1) e 1 (2^0) são chamados pesos do código e D_d representa o dígito decimal codificado.

Exemplificando: para o último exemplo acima, vem:

$$D_{du} = 8 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \cdot 0 = 8$$

$$D_{dd} = 8 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \cdot 1 = 9$$

$$D_{dc} = 8 \cdot 0 + 4 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \cdot 0 = 0$$

$$D_{dum} = 8 \cdot 0 + 4 \cdot 0 + 2 \cdot 0 + 1 \cdot 1 = 1$$

e o número decimal codificado é: $N_d = D_{dum} D_{dc} D_{dd} D_{du}$ ou $N_d = 1098$.

As abreviaturas D_{dum} , D_{dc} , etc. significam: dígito decimal em unidades de milhar; dígito decimal em centenas, etc..

II. CÓDIGO 3 EM EXCESSO

É um código obtido do anterior pela adição de 0011 (três) a cada "bloco" ou palavra do código 8421 - BCD.

Desta forma os números decimais 713 e 1098 acima, serão codificados respectivamente em:

1010 0100 0110 : e
 0100 0011 1100 1011

Este código, ao contrário do anterior, é autocomplementar e apresenta uma aritmética simples, no entanto não é ponderado nem tampouco refletido.

A tabela 1 mostra a codificação dos dez dígitos decimais para o código BCD e código 3 em excesso, entre outros.

Por ser este código autocomplementar a nove, o mesmo permite a detecção de erros. O complemento a nove é obtido trocando-se os "0" por "1" e vice-versa, senão vejamos:

o complemento a nove do dígito decimal 4 é 5, pois $4 + 5 = 9$; da mesma maneira, o complemento a nove de 3 é 6, de 1 é 8 etc., assim sendo, e de acordo com a tabela ao fim do trabalho, vem, para os três exemplos:

4 → 0111; determinando o complemento, ou seja, trocando "0" por "1" e vice-versa, tem-se: 1000 que, de acordo com essa mesma tabela corresponde à codificação do dígito decimal 5;

3 → 0110; complemento a 9 → 1001, correspondendo ao dígito decimal 6;

1 → 0100; complemento a nove → 1011 → 8.

III. CÓDIGO 2 4 2 1

Este código pode ser considerado como uma parte da fusão dos dois códigos anteriormente apresentados. É um código que representa os dígitos decimais, até o valor 4, de forma binária convencional (código BCD) e de 5 a 9 adiciona-se o valor 0110 - 6 decimal. Veja tabela no fim do trabalho.

Observar que o código 2 4 2 1 além de ser autocomplementar é ponderado pois, por exemplo:

0100 → $2 \cdot 0 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 0 + 1 \cdot 0 = 0 + 4 + 0 + 0 = 4$ (decimal)

1011 → $2 \cdot 1 + 4 \cdot 0 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 2 + 0 + 2 + 1 = 5$ (decimal)

1110 → $2 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 2 + 4 + 2 + 0 = 8$ (decimal)

Por estes exemplos conclui-se o porquê da sua denominação de código 2421. A principal desvantagem apresentada por este código é a dificuldade aritmética que o mesmo acarreta, sendo por isso pouco difundido.

IV. CÓDIGO 2 ENTRE 5 (ou código 2 de 5)

Como já se viu, 4 bits são mais do que suficientes para representar todos os dígitos decimais, no entanto convém empregar mais um bit com a finalidade de obter-se simplificações aritméticas ou, mesmo, facilidade de detecção de erro. Por estas razões foi criado o código 2 entre 5 ("2 out of 5") que apresenta a característica de conter nas suas palavras de 5 bits cada uma, apenas 2 bits "1"; desta maneira, ao detectar-se uma palavra com mais (ou menos) de 2 bits "1", poderemos afirmar a presença de erro na referida palavra.

Este, também, é um código ponderado, cujos pesos são, 7, 4, 2, 1 e 0; a "palavra" 2 será codificada como 00101; a "palavra" 3, por 00110; 7 por 10001 e assim sucessivamente. Notar que o código emprega o "princípio dos blocos" visto anteriormente.

A principal desvantagem deste código é a de ser redundante: emprega 5 bits e somente usa 10 das 32 (2^5) combinações possíveis com esses bits. Além disso, o mesmo não é autocomplementar nem reflexo, além de suas regras aritméticas serem bastante complexas.

O último bit da direita é conhecido pela denominação de "bit de paridade".

V. CÓDIGO 1 ou 2 ENTRE 4 (ou código 1 ou 2 de 4)

Este código é semelhante ao anterior (código 2 entre 5). Suas palavras são formadas de 4 bits cujos pesos são: 7, 4, 2, 1 - não emprega o bit de paridade.

As vantagens e desvantagens são as mesmas que as do código anterior, só que aqui é praticamente impossível a detecção de erros por não se verificar a existência do bit de paridade, porém, o mesmo é menos redundante que o anterior: das 16 combinações (2^4) possíveis, emprega 10.

VI. CÓDIGO BIQUINÁRIO

O código biquinário é semelhante aos dois últimos acima: emprega 7 bits de pesos respectivamente iguais a 5, 0, 4, 3, 2, 1 e 0. Todos os algarismos codificados, obrigatoriamente, contêm 2 bits "1". Emprega o mesmo princípio que o anterior ("blocos"). A sua codificação obedece o princípio convencional, ou seja:

para o algarismo decimal 2 → 0100010
 para o algarismo decimal 7 → 1000100
 Os algarismos menores que 5 apresentam o bit "1" na segunda posição, da esquerda para a direita, da palavra e os maiores que 5 (inclusive o próprio) na primeira posição - veja a tabela 1.

As principais vantagens deste código são a facilidade de detecção de erro, facilidade aritmética além de permitir a separação dos múltiplos de 5. A principal desvantagem é a redundância: emprega 7 bits, isto é, 128 (2^7) estados e somente utiliza 10.

VII. CÓDIGO GRAY

O código GRAY, ao contrário dos anteriores, não codifica um número em "blocos" e sim como um todo. O número decimal 18, por exemplo, é codificado, em código GRAY, com 11011, não requerendo pois de dois "blocos": um para representar a unidade e o outro o algarismo 8.

A lei de codificação é mais complexa que a dos anteriormente apresentados, porém, é muito semelhante ao sistema binário - código binário. O código GRAY emprega a totalidade da quantidade de combinações que são possíveis com uma certa quantidade de bits fornecida. Assim, se o número de bits for 3, poder-se-á codificar 8 números - os oito primeiros dígitos, isto é: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Para um bit apenas, ter-se-ão dois "números" ($2^1 = 2$) que são 0 e 1, respectivamente o zero e a unidade decimais. Com dois bits, poder-se-ão codificar 4 números ($2^2 = 4$), e assim sucessivamente; portanto, para n bits poderão ser codificados até, no máximo, 2^n números decimais.

Para exemplificar, suponhamos ter 4 bits, então, poderemos codificar até 2^4 números decimais, isto é, do zero até o quinze. Para codificar os dois primeiros destes números decimais, teremos de empregar apenas um bit, obtendo:

0 → 0000 ou seja: 0

1 → 0001 ou seja: 1

Como se esgotaram as duas (2^1) combinações possíveis com o primeiro bit, troca-se o bit da segunda posição - no caso, 0 - e se opera uma simetria das combinações das 2^1 posições anteriores em relação ao "eixo de troca" do segundo bit, ou seja:

0	0000	} "eixo de troca" do segundo bit
1	0001	
2	0011	
3	0010	

Uma vez esgotadas as quatro combinações possíveis dos dois primeiros bits, teremos de trocar o bit da terceira posição:

0	→ 0000	} eixo de simetria do terceiro bit
1	→ 0001	
2	→ 0011	
3	→ 0010	
4	→ 0110	
5	→ 0111	
6	→ 0101	
7	→ 0100	

Observar que o eixo de simetria funciona como um espelho que reflete todas as colunas que precedem o bit que deu origem ao referido eixo.

Com, unicamente, 3 bits, poderemos codificar até o número decimal 7 e, porque, todas as combinações possíveis foram empregadas, há necessidade de usar o quarto bit. Procedendo de forma análoga às anteriores chegamos a:

0	→ 0000	} eixo de simetria do quarto bit
1	→ 0001	
2	→ 0011	
3	→ 0010	
4	→ 0110	
5	→ 0111	
6	→ 0101	
7	→ 0100	
8	→ 1100	
9	→ 1101	
10	→ 1111	
11	→ 1110	
12	→ 1010	
13	→ 1011	
14	→ 1001	
15	→ 1000	

A lei de codificação GRAY pode ser enunciada como: "uma vez esgotadas as 2^i combinações dos i primeiros bits, troca-se o bit de posição $i + 1$ e realiza-se uma simetria das combinações das posições,

até o bit i . Inferiores em relação ao eixo de troca do bit de ordem $i + 1$.

Aparentemente a conversão do código GRAY em binário, e vice-versa, é trabalhosa além de demorada. Isto será verdade se não se empregar o algoritmo abaixo:

- código binário para o código GRAY

Seja $b_i | b_{i-1} | \dots | b_2 | b_1 | b_0$ o número codificado em binário e $a_i | a_{i-1} | \dots | a_2 | a_1 | a_0$ o número GRAY correspondente; tem-se: $a_i = b_i \oplus b_{i-1}$ + b_i desprezando o transporte, em que $i = 0, 1, 2, \dots, i$

Exemplos:

a) número binário 1101 (13 decimal) \rightarrow ? número GRAY

$b_3 = 1; b_2 = 1; b_1 = 0$ e $b_0 = 1$, assim:

$$a_3 = b_3 = 1$$

$$a_2 = b_3 + b_2 = 1 + 1 = 0 \text{ (desprezando o transporte)}$$

$$a_1 = b_2 + b_1 = 1 + 0 = 1$$

$$a_0 = b_1 + b_0 = 0 + 1 = 1$$

onde, finalmente, o número GRAY procurado é 1011

b) binário 10010 (18 decimal) \rightarrow número GRAY

$$a_4 = b_4 = 1$$

$$a_3 = b_4 + b_3 = 1$$

$$a_2 = b_3 + b_2 = 0$$

$$a_1 = b_2 + b_1 = 1$$

$$a_0 = b_1 + b_0 = 1$$

então, (10010)₂ \rightarrow 11011 GRAY

- código GRAY para binário

Seja $a_i | a_{i-1} | \dots | a_2 | a_1 | a_0$ o número GRAY e $b_i | b_{i-1} | \dots | b_2 | b_1 | b_0$ o número binário correspondente que se quer determinar, então:

$$b_j = \text{resto de } \frac{\sum_{n=i}^j a_n}{2} \quad \text{ou, abrevia-$$

$$\text{damente: } b_j = r \frac{\sum_{i=1}^j a_n}{2}$$

Exemplos:

a) número GRAY 1100 (8 decimal) \rightarrow ? binário

$a_3 = 1; a_2 = 1; a_1 = 0$ e $a_0 = 0$, assim:

$$b_3 = r \frac{a_3}{2} = r \frac{1}{2} = 1$$

$$b_2 = r \frac{a_3 + a_2}{2} = r \frac{1 + 1}{2} = 0$$

$$b_1 = r \frac{a_3 + a_2 + a_1}{2} = r \frac{1 + 1 + 0}{2} = 0$$

$$b_0 = r \frac{a_3 + a_2 + a_1 + a_0}{2} =$$

$$r \frac{1 + 1 + 0 + 0}{2} = 0$$

então: 1100 GRAY \rightarrow 1000 binário

b) 1110 GRAY (11 decimal) \rightarrow ? binário

$$b_3 = r \frac{1}{2} = 1$$

$$b_2 = r \frac{1 + 1}{2} = 0$$

$$b_1 = r \frac{1 + 1 + 1}{2} = 1$$

$$b_0 = r \frac{1 + 1 + 1 + 0}{2} = 1$$

então: 1110 GRAY \rightarrow 1011 binário

c) 10011 GRAY (29 decimal) \rightarrow ? binário

$$b_4 = r \frac{1}{2} = 1$$

$$b_3 = r \frac{1 + 0}{2} = 1$$

$$b_2 = r \frac{1 + 0 + 0}{2} = 1$$

$$b_1 = r \frac{1 + 0 + 0 + 1}{2} = 0$$

$$b_0 = r \frac{1 + 0 + 0 + 1 + 1}{2} = 1$$

assim: 10011 GRAY \rightarrow 11101 binário

O código GRAY permite que sejam

ESPANTA MOSQUITO ELETRÔNICO



Newton C. Braga

Descrevemos a montagem de um aparelho bastante interessante que emite um som capaz de repelir o mosquito fêmea ou muriceira que é responsável pelas picadas bastante desagradáveis para os pescadores, campistas e pessoas que vivem em locais infestados por estes insetos.

O ruído emitido pelo oscilador que descrevemos corresponde em frequência ao ruído emitido pelo mosquito fêmea, responsável pelas picadas, já que o macho não pica. Como uma fêmea não suporta a presença de outra, esta é enganada pelo

ruído do aparelho não se aproximando do local de onde o ruído provém. Com isto, a região em torno do qual existe o oscilador não é explorada pelos insetos picadores (figura 1).



figura 1

A eficiência deste repelente eletrônico depende de diversos fatores, como por exemplo o correto ajuste da sua frequência de operação e o tipo de inseto de que se deseja evitar a presença.

O aparelho é bastante simples, usando componentes eletrônicos de baixo custo, de modo que até mesmos os leitores dotados de pouca experiência em eletrônica poderão montá-lo com facilidade. Sua instalação numa pequena caixa plástica torna-o perfeitamente portátil.

COMO FUNCIONA

Para produzir os sons correspondentes à mesma frequência do emitido por um mosquito, usamos um circuito denominado oscilador de áudio.

Um oscilador de áudio produz uma corrente de mesma frequência que o som desejado a qual ao circular por um transdutor permite a obtenção da vibração mecânica correspondente aos sons.

No nosso caso, os dois elementos básicos a serem analisados serão o circuito oscilador propriamente dito que produz as correntes de frequência correspondente ao som, e o transdutor que é um fone comum de cristal.

Pela simplicidade de funcionamento e número reduzido de componentes optamos em nosso projeto pela utilização de um oscilador de relaxação com transistor unijunção (TUJ) o qual permite um baixo consumo e eficiência para esta aplicação.

O transistor unijunção opera como um interruptor acionado por tensão produzindo um pulso quando a tensão em seu eletrodo de emissor (E) atinge certo valor.

Assim, ligamos ao emissor do transistor unijunção um resistor e um capacitor ligados em série de modo que ao alimentarmos este circuito o capacitor se carrega através do resistor até o momento em que a tensão do transistor chega ao ponto de disparo. Nesse momento o capacitor se descarrega produzindo um pulso de corrente. Esse pulso pode ser aplicado a um transdutor para produzir sons (figura 2).

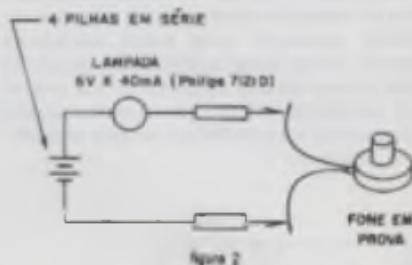


figura 2

A frequência do som dependerá do valor do capacitor e do valor do resistor, devendo estes componentes serem calculados para produzir cerca de 6 a 8 000 pulsos por segundo o que corresponde ao som agudo emitido pelos insetos.

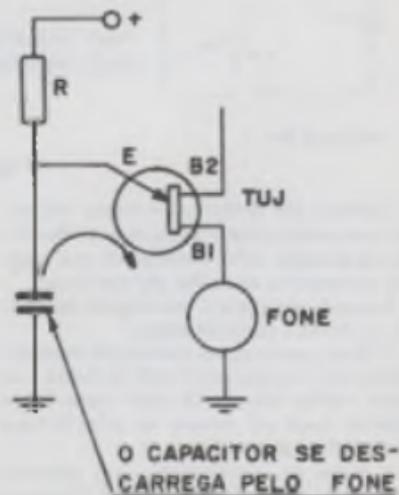
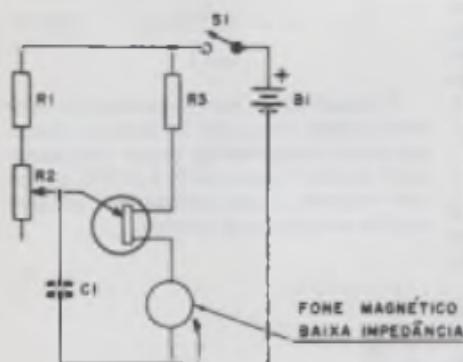


figura 3

O transdutor neste circuito é um fone cristal do tipo encontrado em muitos rádios portáteis. Devem observar nossos leitores que existem dois tipos de fones empregados em rádios portáteis: o magnético de baixa impedância e o de cristal.

Se for usado um fone de cristal, sua ligação é feita conforme o primeiro circuito, enquanto que se for usado o fone magnético sua ligação é feita conforme o segundo circuito.

Para identificar os fones você pode usar um provador de continuidade: o fone magnético apresenta uma baixa resistência dando indicação de continuidade enquanto que o fone de alta impedância (de cristal) se comporta como um circuito aberto oferecendo uma indicação de alta resistência (figura 3).



em lugar de R4

MONTAGEM

Para o principiante sugerimos a montagem numa ponte de terminais isolados a qual pode ser instalada numa caixa plástica. Para os leitores que possuam prática na confecção de placas de circuito impresso sugerimos uma montagem segundo esta técnica.

Descrevemos inicialmente a montagem em ponte de terminais. Para a soldagem dos componentes deve ser usado um ferro de soldar de pequena potência (máximo de 30 watts) e solda de boa qualidade.

O diagrama completo do aparelho para as duas versões é dado na figura 4 enquanto que a instalação em ponte de terminais é mostrada na figura 5.

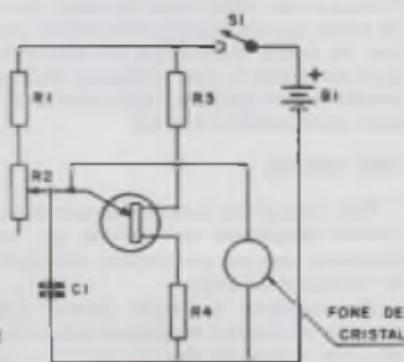


Figura 4

Comece por soldar o transistor unijunção atentando para o resalto que identifica sua posição. Uma inversão de sua posição impedirá o aparelho de funcionar.

A seguir complete a montagem, soldando os demais componentes.

O fone, usado como transdutor deve ser dotado de um pequeno bocal de modo a se obter melhor difusão do som. Esse bocal plástico pode ser colado no próprio fone conforme sugere a figura 6.

A fonte de alimentação, que consiste numa única bateria de 9 volts, é ligada ao circuito por meio de um conector apropriado.

A chave S1 serve para ligar e desligar o oscilador enquanto que o trim-pot serve de ajuste de frequência.

Completada a montagem, o aparelho pode ser instalado numa pequena caixa plástica conforme sugere a figura 7. Os orifícios existentes numa das faces da caixa são para a difusão do som.

AJUSTE E USO

Completada a montagem, confira todas as ligações e se tudo estiver em perfeita ordem, ligue a fonte de alimentação.

Com uma chave de fenda, ajuste então

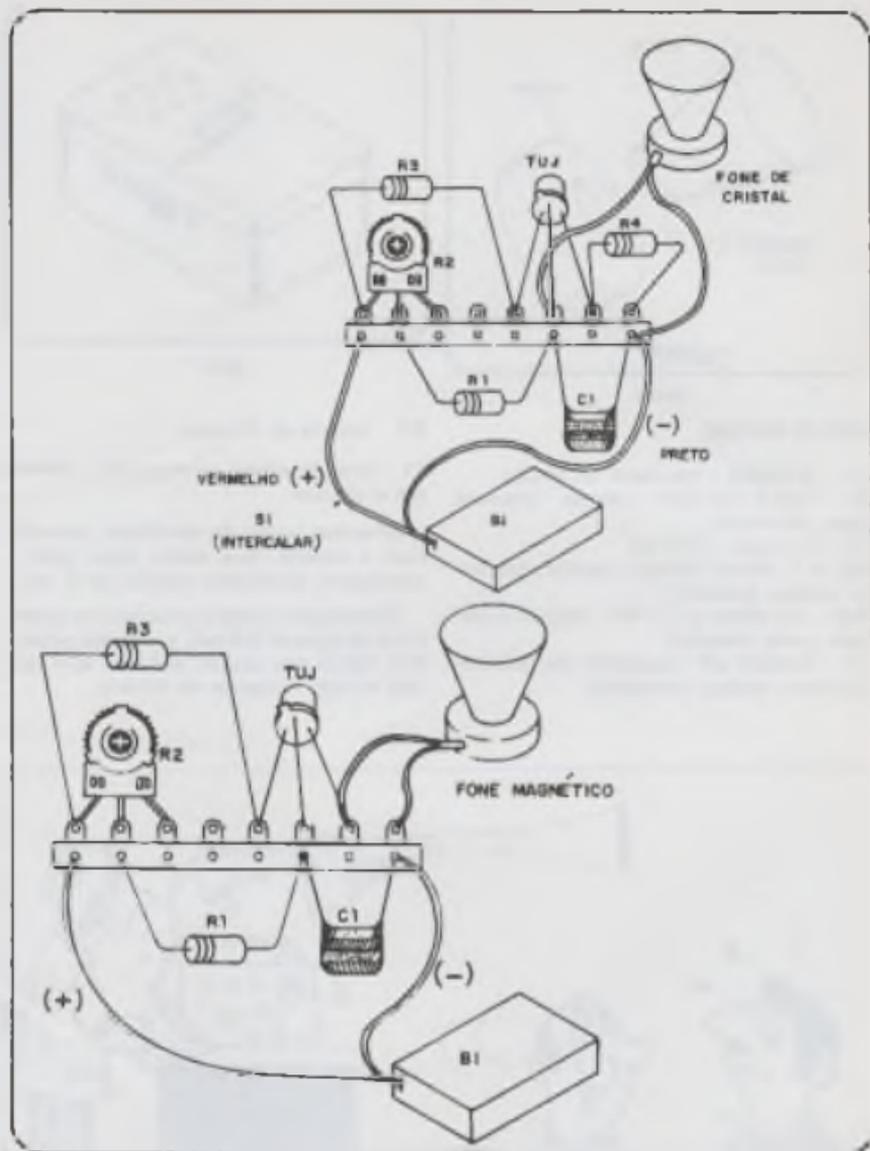


figura 5

o trim-pot até que o ruído emitido seja o mesmo de um mosquito. Com isso o aparelho estará pronto para ser usado.

Para obter os melhores efeitos ligue a unidade nas suas proximidades (não mais longe que 2 metros).



figura 6

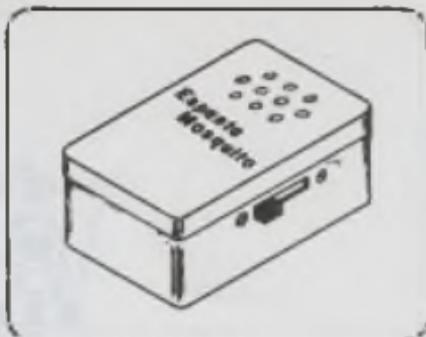


figura 7

LISTA DE MATERIAL

- Q1 - 2N2646 - transistor unijunção
 R1 - 1 k Ω x 1/4 watt - resistor - (marrom, preto, vermelho)
 R2 - trim-pot - 470 k Ω
 R3 - 470 ohms x 1/4 W - resistor - (amarelo, violeta, marrom)
 R4 - 100 ohms x 1/4 W - resistor - (marrom, preto, marrom)
 C1 - 0,0047 μ F - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, vermelho)

B1 - bateria de 9 volts

F1 - fone de cristal ou magnético conforme o circuito

Diversos: ponte de terminais, conector para a bateria, fios, solda, caixa para a montagem, interruptor simples (s1), etc.

Observação: como o consumo do aparelho é de apenas 0,8 mA, a unidade poderá ficar ligada por longos períodos sem que haja notado desgaste da bateria.



ESPECIFICAÇÃO PARA AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA

ALVARO RIBEIRO

Usualmente somos levados a pensar que os parâmetros de um amplificador de potência são os que se referem a potência de saída e a sensibilidade de entrada. A especificação de um amplificador se dá em termos de parâmetros bem definidos.

PARÂMETROS:

- I - potência de saída
- II - impedância da carga
- III - distorção
- IV - sensibilidade de entrada
- V - impedância de entrada
- VI - resposta de frequência
- VII - resposta de potência
- VIII - fator de amortecimento
- IX - relação sinal-ruído
- X - condições térmicas

DEFINIÇÕES DOS PARÂMETROS:

I - **POTÊNCIA DE SAÍDA:** das muitas formas de definir esse parâmetro, as mais comumente usadas são:

A - (RMS) **potência de saída senoidal:** é o valor eficaz da potência entregue à carga especificada, durante um tempo maior que 10 minutos, com o nível de distorção $\leq 1\%$.

B - (IHFM) **potência musical:** é a potência de saída em que o nível de distorção especificado com uma entrada senoidal não varia significativamente em seu valor quando é interrompida a tensão de alimentação durante um intervalo de tempo. Para um determinado amplificador a saída de potência musical pode ser muito maior

que a potência de saída senoidal. (IHFM \gg RMS)

IV - **Impedância de carga:** Geralmente os amplificadores estão especificados para trabalharem em 4 ou 8 ohms. Estes valores podem ter uma tolerância de 20% inferior aos valores nominais.

III - **Distorção:** A distorção de um modo geral está presente em qualquer amplificador, por diversas causas. Um amplificador deve produzir em sua saída, uma forma de onda que seja réplica exata da forma de onda de entrada.

Definem-se cinco tipos de distorção:

- 1 - Distorção harmônica
- 2 - Distorção por intermodulação
- 3 - Distorção cruzada
- 4 - Distorção cruzada secundária
- 5 - Distorção por intermodulação por transientes

1 - A Distorção harmônica é a relação entre o valor eficaz do harmônico e o valor eficaz da frequência fundamental. O valor indicado normalmente nas especificações de um amplificador é a distorção harmônica total, d_{TOT} , que em termos de distorção de harmônicos está dada por:

$$d_{TOT} = \sqrt{\{d_2^2 + d_3^2 + d_4^2 + \dots + d_n^2\}}$$

2 - A distorção por intermodulação é a distorção não linear caracterizada por componentes do sinal na saída que tem frequências iguais a somas e diferenças de múltiplos inteiros das frequências componentes do sinal de entrada.

A distorção por intermodulação é dada por:

$$\text{dim} = \frac{1}{\text{VO}(F1)} \left\{ \left[\text{VO}(F^2 - F^1) + \text{VO}(F^2 + F^1) \right]^2 + \left[\text{VO}(F^2 - 2F^1) + \text{VO}(F^2 + 2F^1) \right]^2 + \left[\text{VO}(F^2 - nF^1) + \text{VO}(F^2 + nF^1) \right]^2 \right\}^{1/2}$$

Em algumas normas, como a DIN, as frequências $F1 = 250\text{KHz}$ e $F2 = 8\text{KHz}$ e a relação entre as tensões de entrada $V_{in}(f1) / V_{in}(f2)$ deve ser 4:1.

Esta distorção normalmente está especificada para potência de saída total e não deve ser maior que 2% para os amplificadores de potência.

3 - A Distorção cruzada se apresenta em amplificadores em contra fase classe B quando a variação da corrente de um transistor a outro não é feita suavemente.

Esta distorção é invariavelmente devida à incorreta polarização da etapa de saída, o que produz uma descontinuidade no ponto de cruzamento das características da transferência combinada.

4 - A Distorção cruzada secundária é devida especialmente à carga armazenada na base dos transistores de saída.

Este efeito introduz um atraso de tempo de uma metade da etapa de saída à outra, de modo que são produzidos curtos impulsos de distorção no ponto de cruzamento.

5 - A Distorção de intermodulação por transientes é apresentada quando um elo de realimentação se estende a várias etapas e a frequência de corte do elo aberto destas etapas é menor que das etapas pré-amplificadoras precedentes. Se um sinal de entrada tem suficiente amplitude e uma frequência maior que a frequência de corte do elo de realimentação aberto do amplificador de potência, são produzidos sobre-impulsos na tensão de excitação do elo de realimentação interno do amplificador.

Dependendo do valor da realimentação, estes sobre-impulsos podem ser algumas vezes maiores que o valor nominal da tensão de excitação. Se não dispusermos de margem suficiente contra sobrecargas nas etapas excitadoras do amplificador, os sobre-impulsos se recortariam e produziriam entãõ saídas de intermodulação de 100%.

O efeito audível é similar à distorção cruzada em alta frequência, para a qual o ouvido é muito sensível.

IV e V - Sensibilidade e impedância de entrada

A sensibilidade de entrada é o nível de sinal necessário em uma impedância de entrada para produzir a potência nominal.

VI - Resposta de frequência é a tensão de saída que o amplificador de potência entrega a uma impedância de carga especificada, em função da frequência, para uma tensão de entrada constante.

VII - Resposta de potência é a resposta em frequência para um nível de distorção constante do sinal de saída ($d_{TOT} = 1\%$)

Os limites desta resposta em frequência são os valores da frequência para os quais a potência está 3dB abaixo do nível correspondente a 1kHz. Deve ser melhor que $\leq 40\text{Hz}$ e $\geq 12,5\text{kHz}$.

VIII - Fator de amortecimento é a relação entre a impedância da carga externa e a impedância de saída do amplificador.

O valor mínimo para esse fator é igual a 3. Os amplificadores modernos alcançam facilmente um fator de amortecimento muito mais elevado.

IX - Relação sinal-ruído é a relação entre a tensão do sinal de saída para uma frequência especificada e o nível de saída para a tensão de ruído equivalente na saída.

Nota-se que o espectro de frequências de um ruído térmico é indefinido e os componentes de ruído em distintas partes do espectro não tem o mesmo nível sonoro. A relação sinal-ruído mede-se às vezes por meio de um filtro especial (filtro que tem uma resposta de frequência de acordo com a curva audível), que compensa esta desigualdade. Tal medida se conhece como Relação Sinal-Ruído Ponderada.

Se medirmos sem o filtro, o resultado é a Relação Sinal Ruído Não Ponderada.

X- Condições térmicas O amplificador deve funcionar de modo que, com as piores condições de temperatura ambiente máxima, a temperatura da junção ($T_j \text{ max}$) não deve exceder-se em nenhum componente transistorizado.

INSTRUMENTAL NECESSÁRIO À MEDIÇÃO

Para se fazer o levantamento correto dos parâmetros que especificam um amplificador de potência, devemos dispor de um mínimo indispensável de instrumental.

- 1 milivoltímetro de audio
- 1 gerador de audio
- 1 osciloscópio
- 1 analisador de distorção
- 1 fonte de tensão regulada
- 1 carga resistiva
- 1 alto-falante para monitorização
- 1 estufa com termômetro.

Para o levantamento das características dos parâmetros do amplificador, devemos ligar o amplificador corretamente ao instrumental de teste.

Para tanto, vejamos a figura 1 onde é analisada a ligação correta do nosso equipamento.

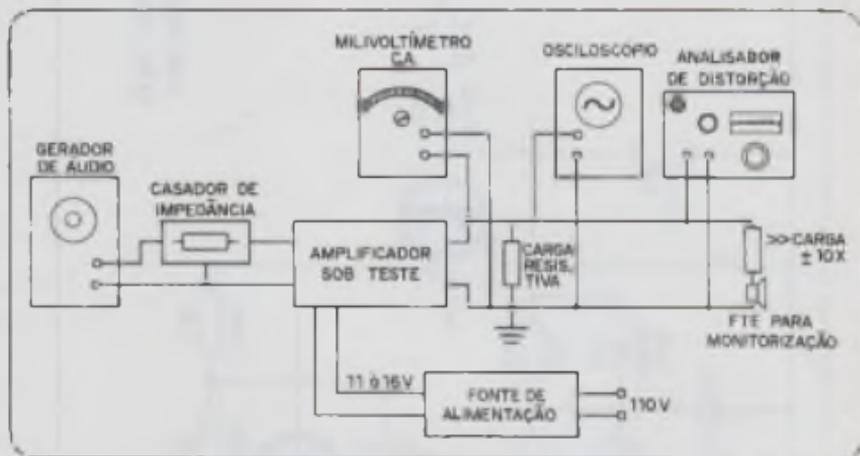


figura 1

Amplificador escolhido para a análise, foi de um auto-rádio, por esse ter seus parâmetros limitados drasticamente pela tensão de bateria do veículo. (fig. 2).

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO ELÉTRICO

O estágio de saída, que opera em classe B, é constituído por um par complementar de transistores de silício BD361/BD362, ligado em configuração "contra-fase complementar simétrica", com emissor comum. A excitação está a cargo dos transistores BC238C.

A utilização de acoplamento direto entre os estágios de excitação e de saída, faz com que os pontos de trabalho dos quatro transistores estejam interrelacionados.

O elo de realimentação entre a saída e a base do transistor TR1, reduz a distorção total do circuito. (R11 - R8 - C3)

Além das realimentações negativas locais, o amplificador dispõe também de um elo abrangendo o estágio de saída, formado pelos resistores R11 - R9 - R10, para evitar a distorção cruzada.

A inclusão do capacitor C7 e do resistor R12, ligados entre o borne do alto falante e o chassi, tem por finalidade eliminar possíveis oscilações em alta frequência.

Para assegurar a baixa distorção do estágio de saída frente as variações de temperatura, foi colocado entre as bases dos transistores de saída o conjunto formado pelos resistores R10 e R9 e pelos diodos de silício D1 e D2. Esses diodos foram acoplados termicamente aos transistores de saída.

RESULTADO DAS MEDIÇÕES

Todas as medidas efetuadas foram com uma tensão de bateria de 14Vdc, sobre uma carga resistiva de 40ohms, salvo especificação em contrário.

Potência de saída senoidal (RMS)		
14V bat	10% dist.	5,5W
11V bat.	10% dist.	1,7W
16V bat	10% dist.	6,9W

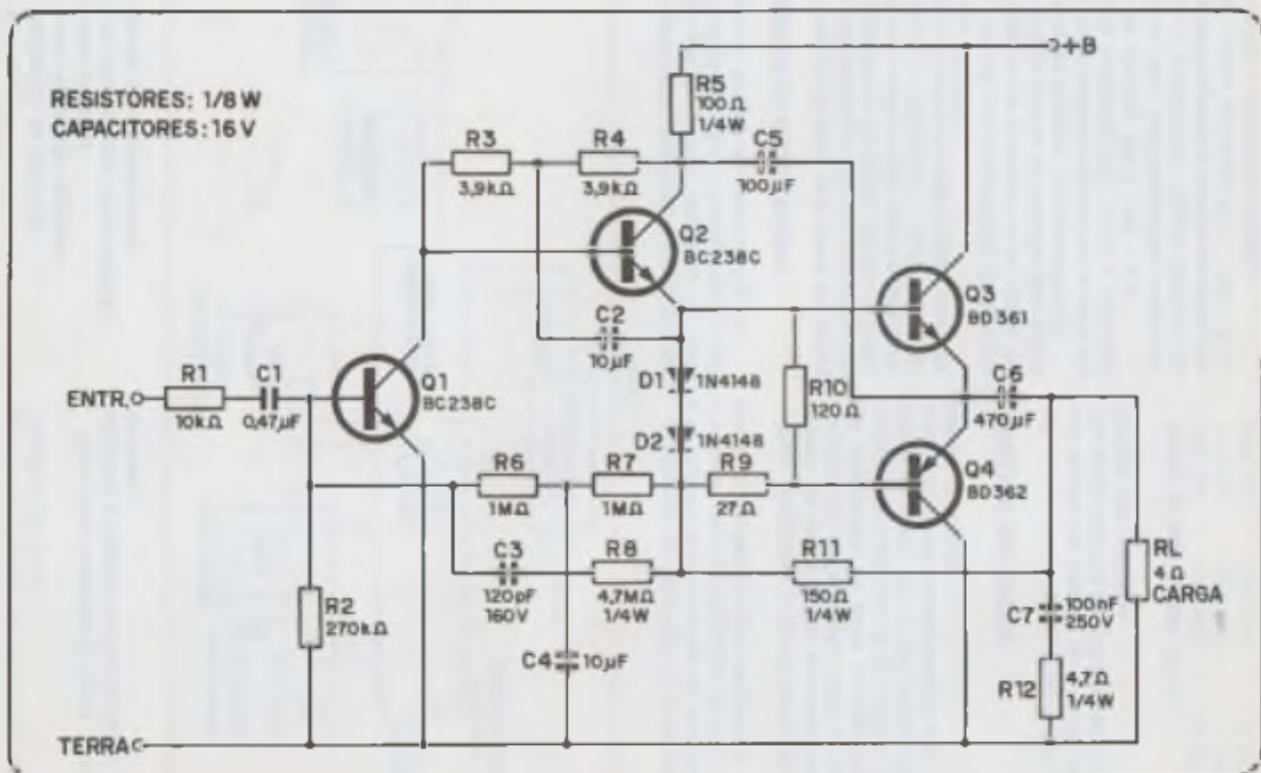


Figura 2

Potência de áudio musical (IHFM)

14V bat.	10% dist.	7,7W
11V bat.	10% dist.	2,4W
16V bat.	10% dist.	9,7W

Impedância de carga
4 ohms resistiva

Distorção harmônica

A distorção harmônica será medida com a potência de 1W em 4 ohms num determinado espectro de frequências.

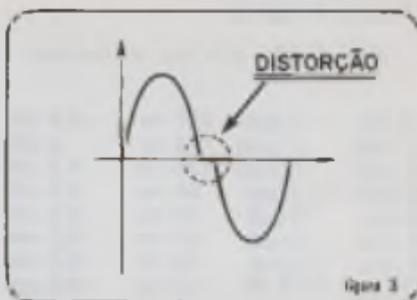
DIST. HARM.	11V	14V	16V
100 Hz	40%	10%	6%
500 Hz	10%	2,3%	1,3%
1 kHz	8,5%	1,8%	0,8%
3 kHz	7,0%	2,3%	1,3%
5 kHz	7,0%	2,7%	1,5%
10 kHz	6,0%	3,0%	2,2%
15 kHz	4,5%	2,2%	1,2%

Distorção por Intermodulação

Não foi medida neste amplificador.

Distorção Cruzada

Com a sensibilidade do osciloscópio no máximo, excitando o amplificador com uma tensão senoidal até obtermos leitura no osciloscópio. Verifica-se então, se há descontinuidade na senoide vista na tela do osciloscópio. (fig. 3)



Distorção cruzada secundária

Não foi medida neste amplificador, mas corrigida através do resistor R11.

Distorção de intermodulação por transientes

É uma das formas mais complexas de medida, não foi executada, por esse amplificador não apresentar as condições exigidas.

Sensibilidade e impedância de entrada

Sensibilidade

- 11V bat. 19mV para 1W pot. a 1 kHz
- 14V bat. 9,8mV para 1W pot. a 1 kHz
- 16V bat. 5,9mV para 1W pot. a 1 kHz

Impedância

- A 1W pot. 17KΩ
- A 4W pot. 19KΩ

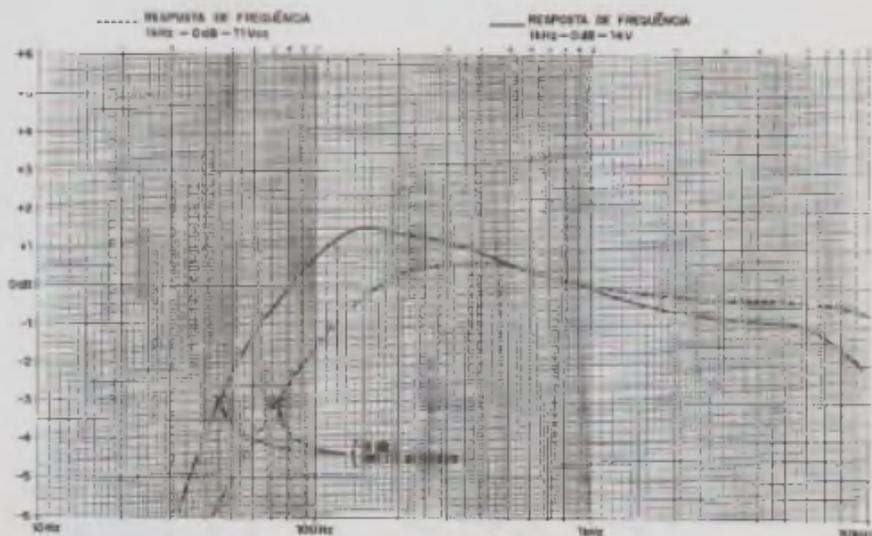


figura 4

Resposta de frequência

1 kHz - 0 dB - 11V bat (calibração)

8,5 kHz	-0,5dB	250 Hz	+0,5 dB
12 kHz	-1,0dB	175 Hz	0 dB
18 kHz	-2,0dB	120 Hz	-1,0 dB
24 kHz	-3,0dB	95 Hz	-2,0 dB
30 kHz	-4,0dB	74 Hz	-3,0 dB
36 kHz	-5,0dB	61 Hz	-4,0 dB
42 kHz	-6,0dB	50 Hz	-5,0 dB
550 Hz	+0,5 dB	43 Hz	-6,0 dB

A resposta de frequência é limitada a -3dB, sendo o espectro de frequências abrangido: 74 Hz a 24 kHz.

Resposta de frequência com tensão de bateria de 14 Vcc.

1 kHz - 0dB - 14 Vcc.

6,2 kHz	-1 dB	110 Hz	+1,0 dB
9,8 kHz	-2 dB	82 Hz	0 dB
12,5 kHz	-3 dB	64 Hz	-1 dB
15,5 kHz	-4 dB	52 Hz	-2 dB
19,00 kHz	-5 dB	45 Hz	-3 dB
22,0 kHz	-6 dB	39 Hz	-4 dB
350 Hz	+1 dB	35 Hz	-5 dB
170 Hz	+1,5 dB	32 Hz	-8 dB

A resposta de frequência é limitada a -3 dB, sendo o espectro de frequências abrangido: 45 Hz a 12,5 kHz. (fig. 4)

Resposta de potência

A resposta de potência será medida apenas a 1 kHz, mas com várias tensões de alimentação.

11 V	14V	16V
1,8 W	5,5 W	7,0 W

Fator de amortecimento

Não foi medido em nosso protótipo
Relação sinal-ruído

Em todas as frequências a relação-sinal-ruído foi sempre superior a -50 dB.

Condições térmicas

O protótipo funcionou em plena potência (7W em 4 ohms com 14 Vcc de bateria) durante duas horas numa temperatura de 85° C, sem apresentar nenhum defeito.

Outras medidas

Corrente quiescente - 8,8 mA

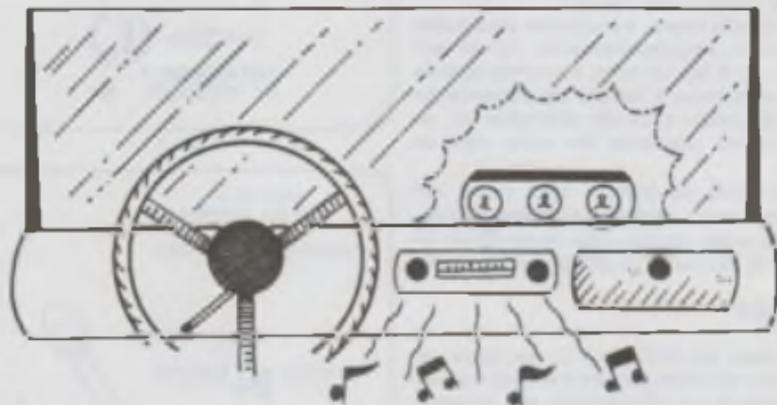
Corrente a 5 Watts - 650 mA

Tensões

Transistor	TR4	TR3	TR2	TR1
emissor	6,8 V	6,8 V	7,3 V	0 V
base	7,3 V	8,1 V	8,0 V	0,5 V
coletor	4,0 V	0 V	10,5 V	8,0 V



UMA LUZ RÍTMICA PARA O CARRO



Eis aqui uma novidade realmente diferente para o carro, com a qual você poderá impressionar bastante seus amigos e também as garotas: uma luz rítmica para o carro, um sistema que ligado a saída de som de seu toca-fitas ou rádio fará com que as luzes internas do veículo, ou as luzes do painel pisquem no mesmo ritmo que a música executada.

O princípio de funcionamento deste aparelho, é bastante simples de ser explicado no que se refere ao seu comportamento: um amplificador é excitado por parte do sinal de áudio a ser aplicado no alto-falante do carro e o utiliza para acionar um jogo de lâmpadas ou diodos emissores de luz (LEDs) que podem ser colocados em disposição estratégica no interior do carro. (figura 1)

No escuro, quando você estiver estacionado ouvindo música e conversando poderá obter efeitos luminosos bastantes interessantes com as luzes internas piscando no mesmo ritmo que as músicas executadas.

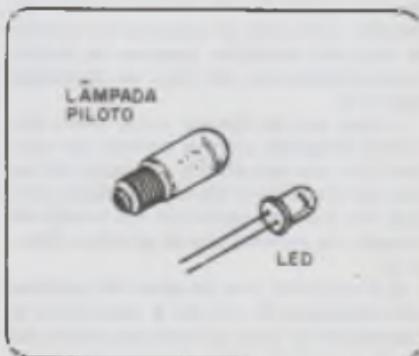


fig. 1

Como toda a montagem dedicada ao principiante que não tenha grande experiência em execução de projetos complicados, empregamos material de baixo custo e fácil obtenção em nosso mercado e ainda explicamos com todos os pormenores necessários à construção, ajuste e instalação da unidade de modo que êxito completo seja obtido por todos que se propuserem a realizar este projeto.

O circuito básico é projetado para poder funcionar satisfatoriamente tanto em carros de 6 ou 12 volts, bastando apenas que se observe a tensão de alimentação das lâmpadas a serem utilizadas ou os valores dos resistores em série com os LEDs.

Alertamos os leitores que, como em qualquer outro projeto, os efeitos esperados só serão obtidos pela observância de todos os pormenores citados neste texto.

O CIRCUITO

A base do circuito é o transistor de potência excitado por um transistor menor acoplado a ele diretamente por emissor. (Etapa amplificadora Darlington). O primeiro transistor de pequena potência se encarrega de pegar uma pequena parcela do sinal que deverá ser levado ao alto-falante e amplificá-lo de modo a poder excitar o transistor de maior potência (Q2).

O segundo transistor, capaz de fornecer uma corrente de saída muito maior amplifica o sinal proveniente do primeiro transistor de modo que as pequenas variações do sinal vindo do alto-falante se tornem grandes variações de corrente no coletor do segundo transistor, capazes de excitar convenientemente um jogo de lâmpadas (figura 2).

É claro que do mesmo modo como são usadas lâmpadas, podem também ser usados LEDs, ou seja, diodos emissores de luz que são dispositivos de estado sólido (diodos) dos quais se obtém luz em função da variação da corrente que os percorre. (figura 3)

O importante para se obter um perfeito funcionamento do circuito é saber dosar a intensidade do sinal aplicado ao circuito de modo a excitá-lo convenientemente. Com isso são obtidas as variações ideais de

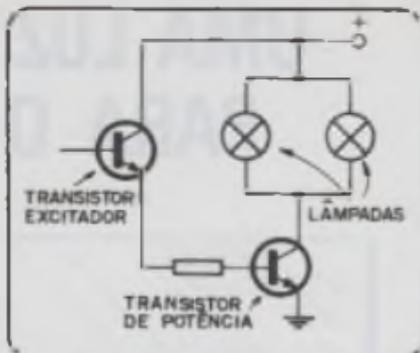


Figura 2

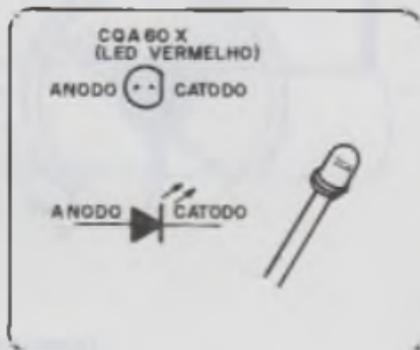


Figura 3

corrente nas lâmpadas e portanto as variações ideais de sua intensidade luminosa. Nos picos da música quando o som é mais forte a lâmpada brilha fortemente, e nas notas fracas, a lâmpada permanece praticamente apagada.

Como esse ponto de funcionamento não depende somente do aparelho mas também do volume com que a música é ouvida, um controle na luz rítmica é agregado de modo a se ajustar o ponto de equilíbrio. Esse controle, que consiste num potenciômetro, também é dotado de um interruptor onde se pode ligar e desligar a unidade.

Esse controle deve portanto ser ajustado em função do volume com que se ouve a música no carro.

FERRAMENTAS E MATERIAL

As ferramentas necessárias para esta montagem podem ser encontradas em

praticamente qualquer oficina de eletrônica: um soldador elétrico de pequena potência (máximo de 30 watts); solda de boa qualidade (60/40); um alicate de corte; um alicate de ponta e uma chave de fenda pequena (figura 4).

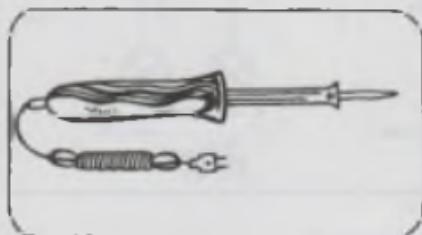


figura 4

Os componentes eletrônicos, por outro lado, são todos comuns em nosso mercado podendo ser encontrados nas boas casas de material para essa finalidade a custos que dependerão da procedência, marca, qualidade e da localização da cidade em que forem adquiridos.

Em especial observamos cuidados a serem tomados quando da procura do transformador, transistor e lâmpadas, assim como de sua instalação.

O transistor deverá ser montado num dissipador ou irradiador de calor que consiste numa placa de metal de uns 10 x 6 cm, ou ainda fixado na própria caixa de metal em que for instalado o aparelho, se esta for metálica, servindo portanto para irradiar o calor gerado. Na compra do transistor, deve também ser adquirido um isolador de mica ou plástico para este componente, pois este deve ser montado isolado eletricamente do irradiador ou caixa, pois seu contacto poderia causar curto-circuito perigoso à instalação do carro e ao próprio componente. (figura 5).

Com relação ao transformador, deve ser utilizado um do tipo normalmente empregado em circuitos a válvula, podendo ser adquirido como "transformador de solda para válvula 6AQ5" ou equivalente. Na verdade até mesmo pequenos transformadores de alimentação com primário de 110 volts e secundário de 6 e 12 volts podem ser experimentados sem problemas.

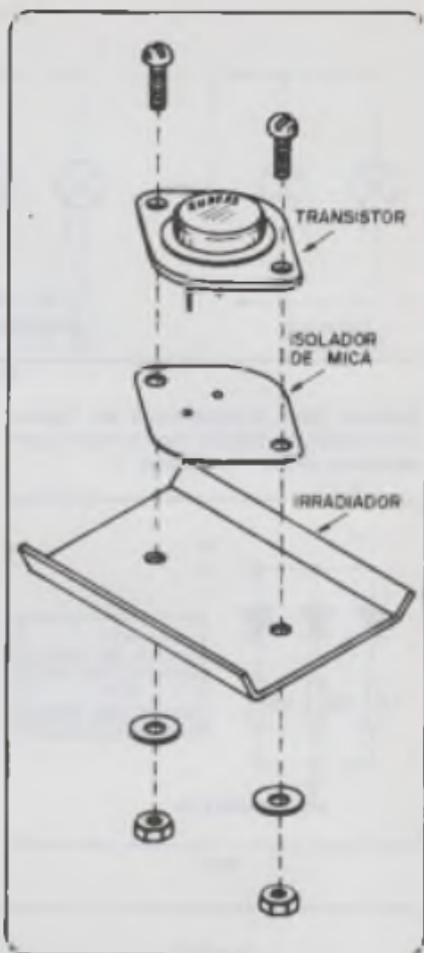


figura 5

Com relação às lâmpadas, podem ser usadas quaisquer, desde que sua tensão seja a mesma do carro. Nossa sugestão é o emprego de lâmpadas de 6 ou 12 volts para 250 ou 150 mA, em número que não supere uma corrente de 2A. Se houver dificuldade em se obter lâmpadas de 12 volts para esta tensão, podem ser usadas lâmpadas de 6 volts ligadas conforme mostra a figura 6.

Para o caso de LEDs, como estes têm polaridade, esta deve ser obedecida, não

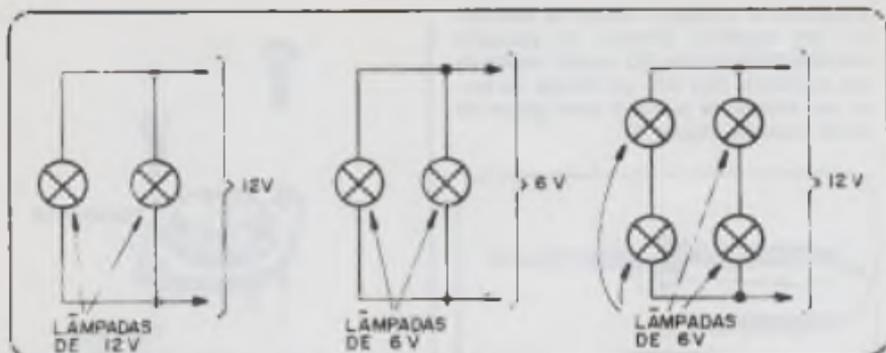


figura 6

devendo estes componentes ser ligados diretamente ao circuito mas em série com resistores, conforme a figura 7.

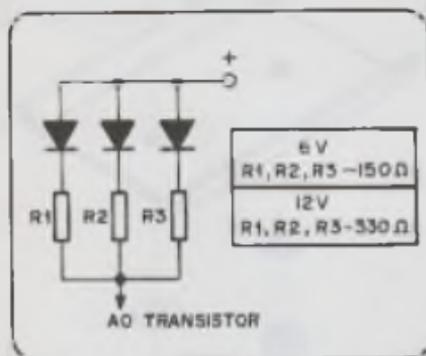


figura 7

MONTAGEM

Para o principiante, nossa sugestão é a montagem dos componentes utilizando como base uma ponte de terminais cortada de tamanho apropriado. Os mais experimentados, no entanto, poderão realizar uma montagem mais compacta utilizando uma placa de circuito impresso.

Na figura 8 temos o diagrama do aparelho e na figura 9 temos a disposição na ponte de terminais por onde os montadores deverão se orientar para sua execução.

Comece por fixar a ponte de terminais do transformador, o potenciômetro e o transistor com seu dissipador na base ou caixa a ser utilizada para a montagem.

O painel utilizado para as lâmpadas, caso o leitor queira poderá ser o próprio painel do aparelho que aloja o circuito, conforme sugere a figura 10. Caso entre-

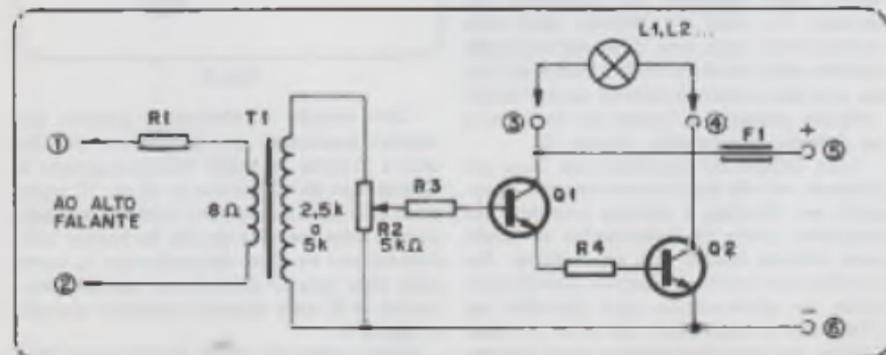


figura 8

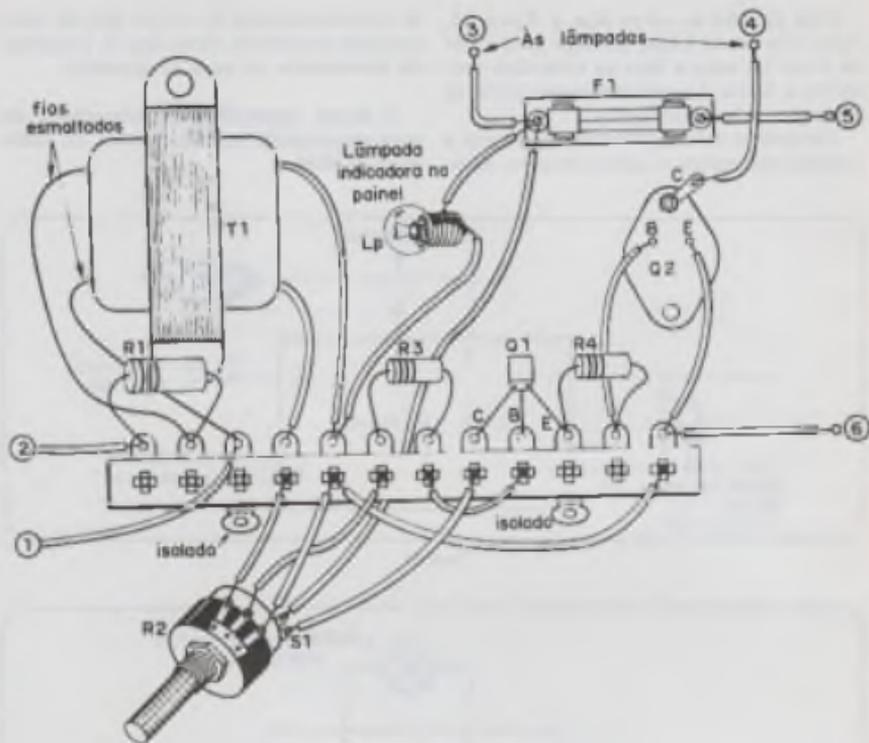


figura 9

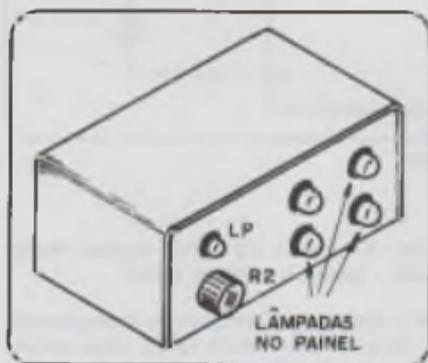


figura 10

tanto o leitor queira uma disposição diferente poderá fazer as conexões até as lâmpadas mais longas usando fio flexível para esta finalidade.

Se a caixa for metálica tome cuidado para evitar possíveis curto-circuitos entre os terminais da ponte, os componentes e fios descascados com ela.

O fio que faz a conexão à solda do amplificador, rádio ou toca-fitas pode ser mais fino que o fio que vai às lâmpadas já que este tem de conduzir corrente mais intensa.

O fusível colocado na unidade tem justamente por finalidade proteger o circuito e a instalação de seu carro contra qualquer possível curto circuito ou erro de ligação.

INSTALAÇÃO E AJUSTES

Uma vez conferidas as ligações e estando a unidade instalada em sua caixa com os fios devidamente identificados, você pode fazer uma prova inicial fora do circuito ou ligar a unidade ao carro.

Para ligação ao carro siga a figura 11. Para uma prova inicial consiga uma fonte de 6 ou 12 volts e faça as conexões conforme a figura 12, usando como fonte de sinal um radinho portátil.

Sintonize rádio numa estação e ligue a unidade acionando o potenciômetro. Ajuste

o potenciômetro de modo que as luzes pisquem no mesmo ritmo que as variações de intensidade do som sintonizado.

O ajuste dependerá da intensidade do som reproduzido no alto-falante do rádio ou toca-fitas.

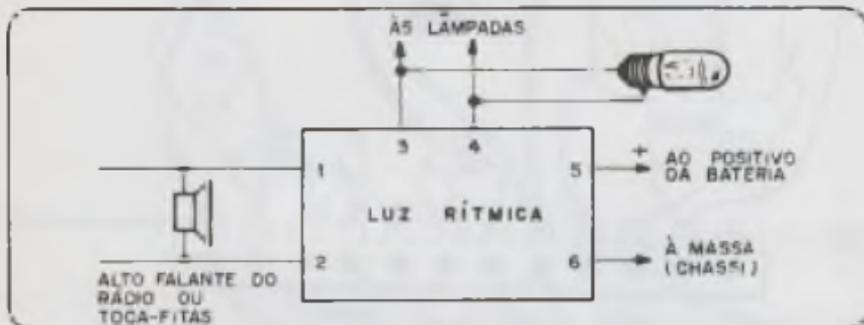


Figura 11

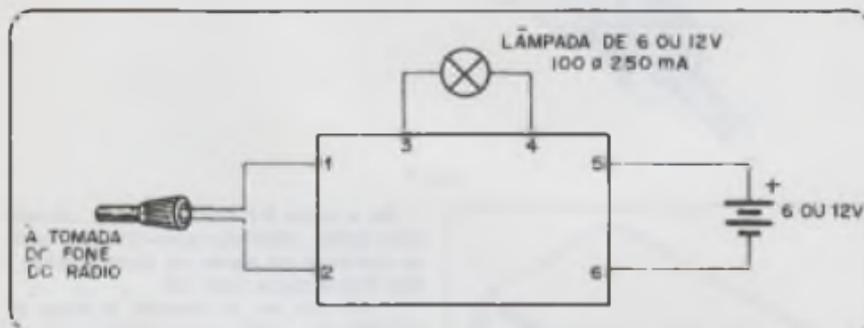


Figura 12

LISTA DE MATERIAL

- Q1 - BC548 ou equivalente - transistor
- Q2 - 2N3055 - transistor de potência
- T1 - transformador de saída (ver texto)
- R1 - 10 ohms x 5 watts (resistor de carvão)
- R2 - potenciômetro de 4,7k Ω ou 5k Ω (linear com chave)
- R3 - 470 ohms x 1/2 watt - resistor de carvão (amarelo, violeta, marrom)

- R4 - 47 ohms x 1/2 watts - resistor de carvão - (amarelo, violeta, preto)

- F1 - fusível de 5 ampères ou 2 ampères LP - lâmpada piloto de 6 ou 12 volts conforme a tensão do carro

- L1, L2, L3 - lâmpadas ou LEDs (ver texto)
- Diversos: ponte de terminais, caixa para a montagem, botão plástico para o potenciômetro, fios, solda, etc.

CURSO DE ELETRÔNICA[®]

LIÇÃO 12

Na lição anterior verificamos que existem componentes que basicamente podem ser enquadrados no grupo dos resistores mas que funcionam como sensores percebendo as variações de iluminação ou temperatura. Falamos, naquela ocasião dos LDRs e dos NTCs, incluindo em nosso estudo também as lâmpadas que, mesmo primariamente sendo fabricadas para fornecer luz, apresentam propriedades elétricas que permitem sua utilização em outras espécies de aplicações. Nesta lição o assunto básico ainda será relacionado com os resistores. Verificaremos o que acontece num circuito se ligermos diversos resistores, ou seja, verificaremos o comportamento das associações de resistores, ensinando como pode ser calculado o efeito total de diversos resistores em função da maneira como são ligados num circuito.

33. Associação de resistores

Das lições anteriores, conhecemos bem o comportamento elétrico dos resistores, seu código de cores, e as séries de valores segundo as quais são fabricados em função da tolerância. Se bem que o técnico possa obter qualquer resistência desejada a partir dos valores comerciais de resistores, em alguns casos, pode ser necessário juntar dois ou mais resistores numa determinada configuração com a finalidade de se obter uma resistência diferente daquela que cada um representa.

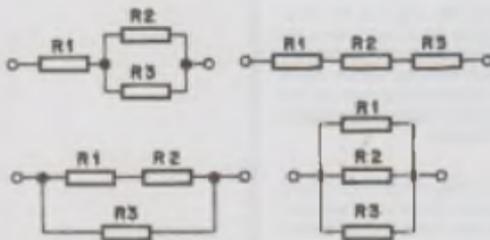
É claro que, para fazer isso, o técnico deve saber exatamente o que vai acontecer nesta ligação, e perguntas bastante importantes podem ser feitas em relação a isso:

Será que se ligermos dois resistores de determinada maneira, o efeito que obteremos no circuito ainda assim será equivalente ao de um resistor, porém de valor diferente?

Qualquer que seja a maneira segundo a qual ligermos resistores o efeito obtido será sempre o mesmo?

Como podemos calcular o efeito que um conjunto de resistores interligados pode ter num circuito em função de seus valores e eventualmente da maneira segundo são ligados?

Questões importantes



4 MANEIRAS DE SE ASSOCIAR 3 RESISTORES

figura 116

Nesta lição abordaremos justamente o assunto envolvido nessas perguntas: a associação de resistores.

Começamos então por responder a primeira pergunta: o efeito obtido na ligação de dois ou mais resistores.

Sabemos que a função básica de um resistor é oferecer uma oposição à passagem da corrente. Assim, se ligamos diversos resistores num circuito pelo raciocínio lógico do leitor, uma das possibilidades será aumentarmos essa oposição à passagem da corrente. Como primeira possível resposta à nossa pergunta podemos dizer que pela ligação de diversos resistores o que teremos será uma resistência maior para a corrente, ou seja, o conjunto ainda se comportará como uma resistência porém de maior valor.

É claro que, para que isso ocorra supomos que os resistores estejam ligados de determinada maneira, de modo que a corrente encontre a oposição de todos eles. Essa disposição é mostrada na figura 117.

A CORRENTE ENCONTRA RESISTÊNCIA EM TODOS OS RESISTORES

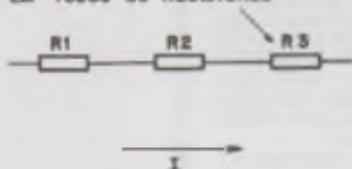


figura 117

Entretanto, existe uma segunda possibilidade de ligarmos os resistores que, em lugar de permitir um aumento da resistência, faz justamente ao contrário. De fato, podemos ligar os resistores de tal modo que em lugar de termos uma "dificultação" à passagem da corrente, teremos uma "facilitação". Essa disposição é mostrada na figura 118 e o leitor pode compreender facilmente seu comportamento raciocinando da seguinte maneira: se os resistores forem ligados "um ao lado do outro" a corrente ao encontrar a oposição de um deles pode-se dividir de modo a haver uma distribuição tal que, pelo que dificulta menos passa mais corrente. Assim, a circulação da corrente fica mais fácil e em lugar da resistência total do conjunto ser maior, é na verdade menor que a dos resistores que são ligados.

Perceba o leitor que, em ambos os casos o resultado final é sempre o mesmo: o conjunto se comporta como uma resistência, se bem que essa resistência possa ser maior ou menor que as resistências dos resistores que são ligados.

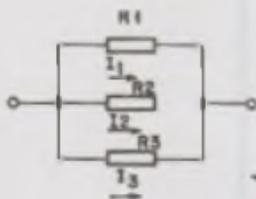
soma de resistências

resistência menor

instrução programada

Temos então a resposta para a primeira pergunta: uma associação de resistores sempre se comporta como se fosse um único resistor cujo valor dependerá dos valores dos resistores que forem ligados e de maneira como forem ligados.

Observe o leitor que ao dizermos que a resistência obtida depende da maneira como os resistores forem ligados também nos dá a resposta para a segunda pergunta.



NESTA ASSOCIAÇÃO
A CORRENTE SE
DIVIDE E PORTANTO
É FACILITADA
SUA CIRCULAÇÃO

figura 118

Costuma-se dizer que a resistência total obtida de uma associação de resistores é a resistência equivalente a essa associação no sentido de que podemos substituir todo um conjunto de resistores de determinado valor por um único de resistência tal que seja igual a que eles representem no circuito sem que haja modificação no seu comportamento.

Saber calcular a resistência equivalente a um conjunto de resistores ligados de determinada maneira, ou seja, a uma associação de resistores é bastante importante para o técnico. No trabalho pode ocorrer a necessidade de se saber qual é o efeito de uma associação por diversos motivos, bastando citar o mais simples que seria no caso de não termos o resistor de valor que desejamos, mas possuirmos um estoque de resistores que, com seus valores poderiam ser escolhidos dois ou três que ligados de determinada maneira poderiam substituir o que não temos.



figura 119

uma associação de resistores comporta-se como um resistor

resistência equivalente

o cálculo

Como a resistência equivalente dependerá não só dos valores das resistências dos resistores associados como também da maneira como estes são ligados, para seu estudo devemos dividir os modos de ligação, com o que obtemos dois tipos de associações básicas de resistores:

a) Associação em Série de Resistores

A maneira mais simples de ligarmos a um circuito diversos resistores de modo a combinarmos seus efeitos consiste em fazermos uma fila de modo que um terminal do primeiro resistor vá ao terminal do segundo; o outro terminal do segundo vá a um do terceiro e assim por diante, conforme mostra a figura 120.

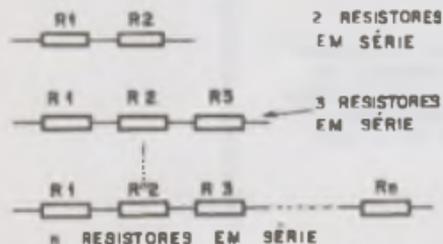


figura 120

Perceba o leitor que, ligando os resistores desta maneira e aos extremos do conjunto estabelecamos uma diferença de potencial, a corrente que deverá circular obrigatoriamente deverá passar por todos os resistores, pois só existe um único caminho possível para isso. Esse fato é que justamente caracteriza uma associação de resistores em série: na ligação em série a corrente circula por todos os resistores! Se essa condição não for satisfeita, não teremos uma associação em série. É o que ocorre no exemplo da figura 121 em que, a corrente para ir de A a B, os extremos da associação tanto pode ir passando por R2 como por R3. Como existem dois caminhos possíveis, não temos uma associação em série de resistores!

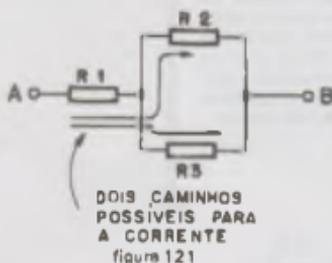


figura 121

É muito importante o leitor ter em mente essa propriedade devido ao fato de que em muitas representações de diagramas, os resistores não estão em linha reta, na horizontal, como na figura 120, mas como a corrente passe obrigatoriamente por todos eles (se encontram em fila), sem encontrar desvios, correspondem a uma associação em série. Veja a figura 122.

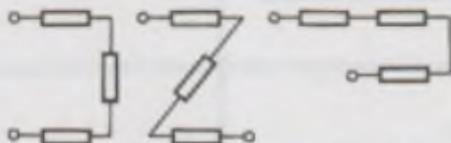
A determinação do efeito obtido de uma associação desse tipo em função dos valores dos resistores, pode ser facilmente compreendida pelo seguinte raciocínio:

Associação Série

identificação

Como a corrente é obrigada a passar por todos os resistores, esta encontra a oposição em sua passagem de todos eles, o que quer dizer que as oposições oferecidas pelos resistores da associação se somam. Assim, de modo mais claro, podemos dizer que:

"A resistência equivalente a uma associação de resistores em série é igual a soma das resistências dos resistores associados".



ESTAS TAMBÉM SÃO LIGAÇÕES EM SÉRIE

figura 122

De uma maneira mais própria ao cálculo, chamando de R_1 , R_2 , R_3 , ..., R_n as resistências dos resistores associados e de R a resistência equivalente, podemos escrever:

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

Para obtermos a resistência equivalente a uma ligação em série de resistores, bastará somarmos as resistências dos resistores associados.

Na figura, por exemplo temos resistores de 22, 33 e 10 ohms ligados em série. Essa associação comporta-se portanto como um único resistor de:

$$R = 22 + 33 + 10$$

$$R = 65 \text{ ohms}$$

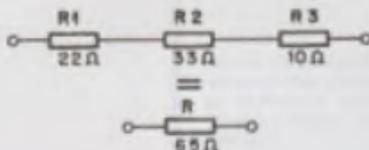


figura 123

A seguir, daremos um resumo desta parte da lição e o leitor deverá tentar resolver os testes de avaliação.

Resumo do quadro 33

- Resistores podem ser ligados de diversas maneiras de modo que seus efeitos sejam combinados.
- Qualquer que seja a maneira como ligamos os resistores, o efeito obtido ainda será o de uma resistência.
- Essa resistência poderá ser maior ou menor que os resistores associados, mas ainda assim o conjunto seguirá a lei de Ohm.

Série
resistência equivalente

- O resultado de uma associação de resistores depende não só dos valores dos resistores associados como também da forma como são ligados.
- Na ligação em série, os resistores são ligados de tal modo que a corrente tenha um único caminho entre seus dois extremos, ou seja, os resistores são colocados em fila.
- A resistência equivalente a uma associação de resistores em série é igual à soma das resistências associadas.

Avaliação 99

Como comportamento em conjunto de diversos resistores ligados entre si pode ser explicado de seguinte maneira: (assinale a alternativa correta).

- a) Os resistores não influem no comportamento total do circuito
- b) Um conjunto de resistores nem sempre se comportam como um resistor
- c) Um conjunto de resistores interligados comporta-se como um único resistor cujo valor pode ser previsto segundo a maneira como são ligados
- d) O comportamento em conjunto de diversos resistores interligados só pode ser previsto se sabermos como eles estão ligados porque o resultado nem sempre será uma resistência.

Resposta c

Explicação:

Conforme estudamos, resistores interligados ainda se comportam como uma resistência, isto é, apresentam efeitos correspondentes a um resistor de valor "equivalente". O resultado da associação dependerá da maneira como são ligados evidentemente, mas ainda assim, quaisquer que sejam os resistores associados podemos garantir que o resultado será uma resistência, isto é, o conjunto seguirá a Lei de Ohm. Se você acertou, passe para o teste seguinte, caso contrário, estude novamente a seção.

Avaliação 100

Numa associação de resistores, qualquer que seja ela, podemos afirmar que: (assinale a alternativa correta)

- a) A resistência obtida será sempre maior que os resistores associados
- b) A resistência equivalente será sempre menor que as resistências associadas

<p>c) A resistência equivalente pode ser maior ou menor que qualquer das resistências associadas d) A Resistência equivalente é impravialvel.</p>	<p>resposta c:</p>
<p>Explicação: Conforme estudamos, a resistência equivalente depende também da maneira como os resistores são associados e conforme o caso podemos ter uma facilitação da circulação de corrente em lugar do aumento de resistência. Assim, conforme a maneira como os resistores são ligados podemos saber, com exatidão a resistência equivalente, podendo ser ela maior ou menor que as resistências dos resistores associados. A única resposta correta é portanto a de alternativa C. Se você acertou passe ao teste seguinte.</p>	
<p>Avaliação 101 Três resistores de 33 ohms são ligados em série. A resistência equivalente a essa associação será: (assinale a alternativa correta) a) 11 ohms b) 33 ohms c) 66 ohms d) 99 ohms</p>	<p>Resposta d</p>
<p>Explicação: Conforme estudamos, a resistência equivalente a uma associação em série pode ser calculado simplesmente somando-se as resistências dos resistores associados. Neste caso, bastará fazermos: $R = 33 + 33 + 33$ O resultado será portanto: $R = 99$ ohms, o que corresponde à alternativa d. Se você acertou passe ao próximo item de lição, caso contrário, recomendamos que faça uma nova leitura do item anterior.</p>	
<p>34. Associação em Paralelo de Resistores Uma outra maneira de ligarmos diversos resistores entre si para combinarmos seus efeitos consiste em ligarmos entre si todos os terminais de um lado dos resistores, e também entre si, todos os terminais do outro lado, conforme mostra a figure 124. O leitor pode perceber neste caso, que se estabelecermos uma diferença de potencial entre os extremos dessa associação, a corrente poderá circular de modo independente por cada resistor.</p>	<p>ligação em paralelo</p>

Para explicarmos os efeitos obtidos neste tipo de ligação podemos raciocinar da seguinte maneira:

Cada resistor representa um caminho independente para a corrente, de modo que, ao encontrar uma oposição maior de um deles, ela pode se dividir para que, pelo resistor que oferece menos oposição passe mais corrente, e pelo que oferece mais oposição passe menos corrente.



figura 124

Assim, cada resistor representando uma opção de caminho para a corrente, na verdade ele representa uma facilitação para sua circulação. É como que, fazendo uma analogia com a água que circula em diversas canalizações, tivéssemos diversos encaamentos de água, cada um com uma espessura representa uma certa dificuldade para a água passar, mas, em conjunto eles se comportam como um cano mais grosso, facilitando o escoamento da água.



figura 125

No caso dos resistores, para compreendemos os efeitos obtidos, devemos raciocinar não em termos de oposição à passagem da corrente mas sim em termos de "facilitação" a passagem de corrente. Ora, como a oposição representa a resistência, a facilitação pode ser chamada de condutância. A condutância é portanto o inverso da resistência.

Chamando de G a condutância, cuja unidade é o siemens e de R a resistência de R , cuja unidade é o Ohm, podemos escrever:

$$G = 1/R$$

divisão da corrente

facilitação

condutância

Voltando aos resistores, e raciocinando em termos de condutância, chegamos a conclusão que neste caso, as "facilitações" se somam, porque cada resistor representa uma opção de caminho para a corrente. Em termos de condutâncias e resistências, podemos dizer que numa associação de resistores em paralelo as condutâncias se somam, ou de modo mais apropriado:

"O inverso da resistência equivalente a uma associação de resistores em paralelo é igual a soma dos inversos das resistências associadas".

Em termos matemáticos podemos traduzir isso numa fórmula que deve ser memorizada pelos leitores pois ela permite que calculemos a resistência equivalente a uma associação em paralelo de resistores. Essa fórmula é a seguinte:

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

Onde R é a resistência equivalente a associação.

R₁, R₂, R₃, ..., R_n são as resistências associadas.

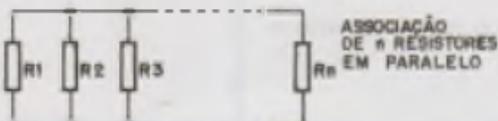


figura 126

Para esclarecer melhor o leitor, podemos dizer que, para calcular a resistência equivalente a uma associação de resistores, calculamos o inverso de cada resistência e somamos seus valores. A soma nos dá o inverso da resistência equivalente. Invertamos esse resultado e teremos a resistência equivalente.

Podemos dar um exemplo: Calcular a resistência equivalente a associação de um resistor R₁ = 30 ohms em paralelo com um resistor R₂ = 20 ohms.

Aplicamos a fórmula para 2 resistores:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

$$1/R = 1/30 + 1/20$$

$$1/R = 2/60 + 3/60$$

$$1/R = 5/60$$

$$1/R = 1/12 \text{ portanto } R = 12 \text{ ohms}$$

Em lições seguintes daremos todo o procedimento para o cálculo para os leitores que estejam com dificuldades na matemática. Trata-se basicamente de uma resolução de equação de primeiro grau.

No exemplo, a resistência equivalente é portanto de 12 ohms.

Associação paralelo

fórmula

exemplo

Para o caso da associação em paralelo, também devemos observar o fato importante que a identifica: a possibilidade de uma corrente se dividir entre os resistores para chegar ao ponto de menor potencial. Na figura 127 temos alguns exemplos de associações de resistores que, mesmo não aparentando à primeira vista, consistem em exemplos de associações em paralelo de resistores.

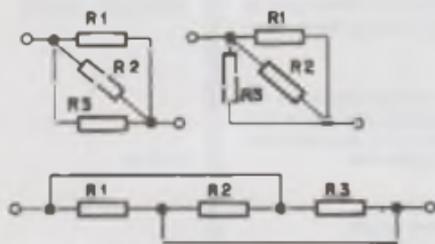


figura 127

A seguir, damos um resumo da matéria e os testes de avaliação

divisão de corrente

Resumo do quadro 34

- Na associação dos resistores em paralelo, cada resistor é colocado ao lado do outro de modo a constituir-se numa opção para o percurso da corrente.
- O que caracteriza uma associação em paralelo é portanto a possibilidade da corrente se dividir entre os resistores da associação.
- A corrente se divide de tal modo que pelo maior resistor circula menor corrente e vice-versa.
- Assim para sabermos qual é o efeito da associação, como cada resistor é uma opção de percurso para a corrente devemos pensar em termos de facilitação.
- Facilitação é o termo que usamos para expressar a condutância, ou seja o inverso da resistância.
- Numa associação de resistores em paralelo, as condutâncias se somam.
- Para calcular a resistância equivalente a uma associação em paralelo devemos calcular o inverso da soma dos inversos das resistências associadas, ou seja, empregar a fórmula que citamos na lição.
- Também no caso da associação em paralelo podemos representá-la de uma maneira um pouco diferente da convencional: neste caso devemos nos lembrar da propriedade que a caracteriza: as diversas opções de caminho para a corrente.

Avaliação 102

Numa associação de resistores em paralelo, podemos afirmar que: (assinale a alternativa correta)

- a) A corrente encontra um único percurso para ir entre os pontos entre os quais é estabelecida a diferença de potencial
- b) A corrente encontra tantos percursos quantos forem os resistores associados para ir entre os pontos entre os quais é estabelecida a diferença de potencial.
- c) A corrente só circula por determinados resistores da associação.
- d) Existem resistores que não são percorridos por corrente alguma.

Resposta b

Explicação:

Conforme estudamos, numa associação de resistores em paralelo, a característica principal é a possibilidade da corrente se dividir e circular uma parte por cada resistor. Por maior que seja um resistor em relação a outro, ele sempre será percorrido por parte da corrente que circula pela associação. Não existem resistores que não são percorridos pela corrente o que nos revela que a alternativa é conflitante com a D. A resposta certa corresponde à alternativa B. Se você acertou passe ao teste seguinte

Avaliação 103

A resistência equivalente a uma associação de resistores em paralelo é dada: (assinale a alternativa correta).

- a) pela soma das resistências dos resistores associados
- b) pela diferença das resistências dos resistores associados
- c) pelo inverso da soma dos inversos das resistências associadas
- d) pela soma dos inversos das resistências associadas.

Resposta c

Explicação:

Por uma leitura rápida na lição o leitor elimina a possibilidade das alternativas A e B estarem corretas. Com relação à C e à D devemos tomar mais cuidado. Observe que o inverso da resistência equivalente é a condutância. Assim, ao somarmos os inversos das resistências associadas não obtemos a resistência equivalente, mas sim a condutância equivalente. Para obtermos a resistência equivalente devemos inverter o resultado o que nos

leva a dizer que "o Inverso da resistência equivalente é igual a soma dos inversos das resistências", devemos portanto aparecer duas vezes a palavra "inverso". Se você tem dúvidas leia com atenção a lição, caso contrário, se acertou passa para o teste seguinte:

Avaliação 104

A resistência equivalente a uma associação em paralelo de resistores de 30 ohms e 60 ohms (dois), é: (assinale a alternativa correta)

- a) 90 ohms
- b) 45 ohms
- c) 30 ohms
- d) 20 ohms

Resposta d

Explicação:

Para calcularmos a resistência equivalente, devemos aplicar a fórmula: $1/R = 1/R1 + 1/R2$ onde $R1 = 30$ ohms e $R2 = 60$ ohms.

Assim: $1/R = 1/30 + 1/60$

$1/R = 2/60 + 1/60$, reduzindo ao mesmo denominador

Fazendo a soma das frações temos:

$$1/R = 3/60$$

Encontramos o valor de $1/R$, ou seja, o inverso da resistência. Devemos calcular R , ou seja a resistência equivalente. Invertamos portanto o resultado:

$$R = 60/3$$

$$R = 20 \text{ ohms}$$

Esta é a resposta, correspondente à alternativa d.

Se o leitor tem dúvidas sobre o processo de resolução, deve aguardar, pois daremos em pormenores o cálculo completo de associações desse tipo.

Observação:

Para o caso de resistores iguais associados em paralelo, o cálculo é bastante simplificado. Basta dividir o valor do resistor pelo número deles ligados em paralelo. Por exemplo, dois resistores de 20 ohms em paralelo resultam numa resistência de 10 ohms. 4 resistores de 60 ohms resultam numa resistência de 15 ohms, ou seja 60 dividido por 4, e assim por diante.

2ª LIÇÃO PRÁTICA

Conhecendo agora o comportamento de mais um componente importante nos circuitos eletrônicos, os resistores, podemos voltar à parte prática de nosso curso, realizando mais uma experiência interessante. Com isso, o leitor não só terá um conhecimento teórico da matéria, como também poderá comprovar por si mesmo os fatos de que falamos o que sem dúvida implica na possibilidade de um aproveitamento muito maior.

Para esta experiência número 2, aproveitaremos o mesmo material da primeira experiência, ou seja, o provador de continuidade da lição 8 (Revista Nº 53) e os resistores usados naquela oportunidade.

A finalidade desta experiência é a verificação do comportamento dos resistores num circuito elétrico e o resultado da associação de diversas maneiras desses mesmos componentes, numa comprovação das propriedades estudadas na lição teórica correspondente, ou seja, das associações de resistores.

Antes de passarmos à experiência propriamente dita, recordemos a função do provador de continuidade:

O provador de continuidade:

O provador de continuidade consta basicamente de uma bateria (fonte de energia) formada por 4 pilhas ligadas sem "série" de modo a obtermos uma tensão de 6 volts, uma lâmpada de 6 volts que necessita de uma corrente de 60mA e de duas pontas de prova. Essas pontas de prova têm por finalidade "fechar" o circuito permitindo a circulação da corrente que ao atravessar a lâmpada a acende.

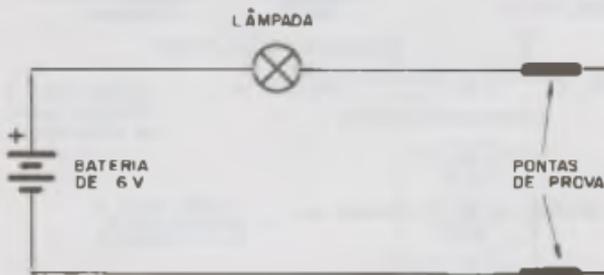


figura 128

Deste modo, a lâmpada acenderá quando, entre as pontas de prova, a corrente poderá circular livremente.

Pois bem, na lição anterior havíamos comprovado que, quando a corrente pode circular livremente entre as duas pontas de prova porque o material em que elas encostam é bom condutor a lâmpada acende com sua máxima intensidade, ou seja, brilha mais.

Se o material em que as pontas de prova encostarem for mau condutor, ou isolante a corrente não poderá circular e a lâmpada não acenderá. Se o material

estiver num grau intermediário entre os isolantes e os condutores, ou seja, apresentar uma resistência não muito grande, a lâmpada acenderá mas não com muito brilho.

Veja o leitor que, pelo brilho da lâmpada podemos ter uma idéia da resistência do material em que as pontas de prova são encostadas. Fizemos isso na experiência anterior pedindo que o leitor observasse as variações de brilho da lâmpada com os diversos resistores que pedimos.

Neste caso, voltaremos a pedir que o leitor observe o brilho da lâmpada e por meio dele tire uma conclusão sobre a resistência total de um circuito em prova. Esse circuito será formado por resistores que serão associados de diversas maneiras.

Na figura temos o provador de continuidade completo, e as diversas maneiras como o leitor deverá ligar os três resistores que recomendamos. Cada uma das maneiras corresponderá a uma parte desta primeira experiência, e para cada parte faremos algumas perguntas que julgamos bastante importantes.

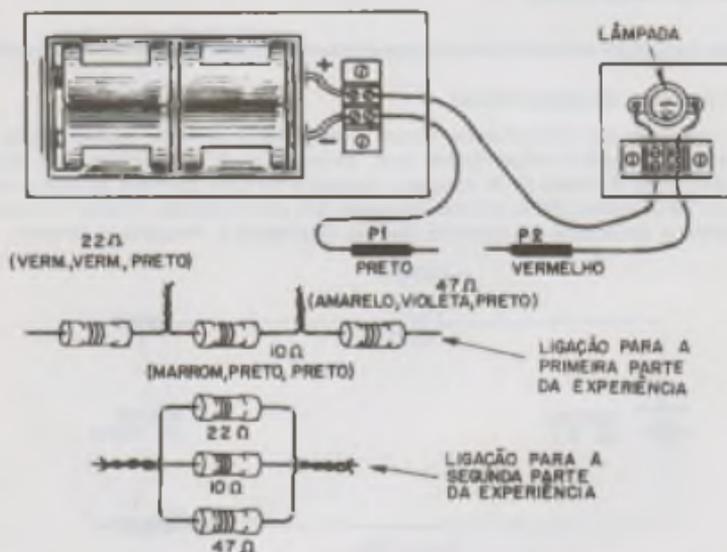


figura 129

Lista de Material:

- 1 provador de continuidade (ver lição B)
- 1 resistor de 47 ohms x 0,5 W
- 1 resistor de 22 ohms x 0,5 W
- 1 resistor de 10 ohms x 0,5 W

A experiência:

Em primeiro lugar, encoste uma ponta de prova na outra, verificando se a lâmpada acende com sua máxima intensidade. A seguir, separadamente encoste as pontas de prova, nos extremos de cada resistor, um de cada vez, começando pelo de 10 ohms, passando para o de 22 ohms e em seguida no de 47 ohms. Se possível anote os resultados das suas observações.

Agora você poderá montar o circuito para a primeira parte da experiência, ligando os três resistores, conforme mostra a figura. Montado o circuito, encoste as pontas de prova, uma em cada extremo da associação e anote a intensidade da luz produzida pela lâmpada. Deveremos fazer perguntas sobre isso.

Depois você deve montar o circuito para a segunda parte da experiência e encostar as pontas de prova, uma em cada extremo da associação.

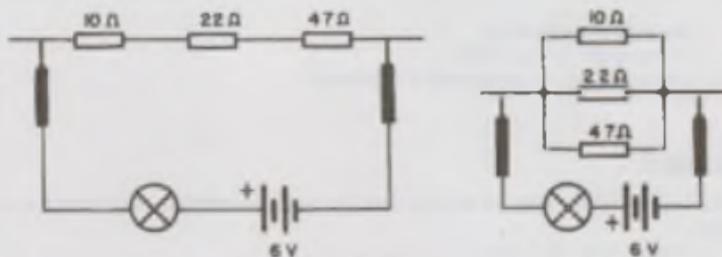


figura 130

Após as experiências, responda ao seguinte questionário:

Questionário:

Questão 1

A primeira parte da experiência corresponde a que tipo de associação de resistores?

- associação em série
- associação em paralelo
- nenhum tipo de associação

Questão 2

Pelo brilho da lâmpada, podemos concluir que a resistência equivalente a esta associação é:

- menor que 10 ohms
- maior que 47 ohms
- de um valor intermediário, entre 10 e 47 ohms
- muito grande da ordem de muitos milhares de ohms

Questão 3

Pelo brilho da lâmpada você pode concluir que para este tipo de associação a resistência equivalente é:

- maior que o menor resistor associado e menor que o maior resistor associado
- maior que o maior resistor da associação
- menor que o menor resistor da associação

Questão 4

A segunda parte da experiência corresponde a que tipo de associação de resistores?

- associação em série
- associação em paralelo
- nenhum tipo de associação conhecida

Questão 5

Pelo brilho da lâmpada, podemos concluir que a resistência equivalente a esta associação é:

- menor que 10 ohms
- maior que 10 ohms
- de um valor intermediário entre 10 e 47 ohms

Questão 6

Pelo brilho da lâmpada, para este tipo de associação, podemos concluir que a resistência equivalente é:

- maior que o maior resistor associado
- menor que o menor resistor associado
- intermediária entre o maior e o menor resistor associado

Questão 7

Na primeira experiência você pode concluir que qual resistor é percorrido por maior corrente?

- o de 10 ohms
- o de 22 ohms
- o de 47 ohms
- todos os resistores são percorridos pela mesma corrente

