

ELETRÔNICA

MONTE :

GERADOR DE SINAIS

ÓRGÃO ELETRÔNICO DUAL VOX

AMPLIADOR DE ESCALA VCA P/MULTÍMETRO

MELHORIA DA RELAÇÃO S/N VIA DIVISÃO DE FREQUÊNCIA



Manaus, Santarém, Rio Branco, Boa Vista, Altamira, Macapá, Porto Velho e Rondonia (via aérea) Cr\$ 33,00

Revista

ELETRÔNICA

Nº 71
JULHO
1978



diretor
superintendente:
diretor
administrativo:
diretor
de produção:

EDITORA
SABER
LTDA

Savério
Fittipaldi
Élio Mendes
de Oliveira
Hélio
Fittipaldi

REVISTA
SABER
ELETRÔNICA

diretor
técnico:
gerente de
publicidade:
serviços
gráficos:
distribuição
nacional:
diretor
responsável:

Newton
C. Braga

J. Luiz
Cazarim

W. Roth
& Cia. Ltda.

ABRIL. S.A. -
Cultural e
Industrial

Élio Mendes
de Oliveira

Revista Saber
ELETRÔNICA é
uma publicação
mensal
da Editora
Saber Ltda.

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

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

sumário

Gerador de Sinais	2
Melhoria da Relação S/N Via Divisão de Frequência ..	14
Órgão Eletrônico Dual Vox	19
Amplificador de Escala VCA para Multímetro	30
Uma Idéia Simples Porém... Eficiente	34
Rádio Controle	40
Os VDRs - Características e Aplicações - Conclusão ..	46
Conversor de 12 para 6-9V	52
Medida de Impedância em Amplificadores	53
De Frequencímetro a Capacímetro	57
Simplex Radinho	59
Curso de Eletrônica - Lição 24	65

Capa: Foto do protótipo do Gerador de Sinais

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.

NUMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50.450 — São Paulo, ao preço da última edição em banca, mais despesas de postagem. SOMENTE A PARTIR DO NUMERO 46 (ABRIL/76).

GERADOR DE SINAIS

Newton C. Braga



No ajuste, reparação e montagem de equipamentos de recepção e transmissão (rádios, transceptores, sintonizadores, rádio-controle, etc), o gerador de sinais é um instrumento indispensável. Se o leitor ainda não dispõe deste equipamento, e não pode dispender os muitos cruzeiros que envolve a compra de um modelo profissional, então pode pensar seriamente em realizar este projeto, que pela sua simplicidade não deve oferecer maiores dificuldades, que pelo seu baixo custo não pesará no seu orçamento, e que pelo seu desempenho nada fica a dever aos modelos comerciais.

Poderíamos começar este artigo ressaltando a utilidade do gerador de sinais na oficina de trabalhos eletrônicos. Entretanto, se fossemos descrever todas as suas utilidades, nosso artigo deixaria de ser sobre o nosso gerador específico, ocupando todas as páginas disponíveis com apenas uma pequena parcela de sua gama de utilidades.

Assim, em lugar de falarmos de sua utilidade pormenorizadamente, preferimos começar nosso artigo, explicando de maneira resumida o que é um gerador de sinais, para que serve e as características do aparelho que nos propomos descrever.

Um gerador de sinais tem por finalidade produzir sinais de altas frequências modulados ou não, para serem injetados em etapas de RF e FI de receptores de AM, FM, sintonizadores, etc. Tomados como padrão, esses sinais permitem um perfeito ajuste desses circuitos além de facilitarem a detecção de qualquer tipo de falha que eventualmente estes apresentem.

Normalmente os geradores de sinais possuem uma saída que fornece um sinal de baixa frequência (áudio) o que serve para reparação e ajuste de circuitos de baixa frequência, ou seja, amplificadores, pré-amplificadores, misturadores, as etapas de áudio de rádios, sintonizadores, etc.

O preço de um gerador comercial depende do número de faixas de altas frequências, além de outros fatores como os recursos adicionais, a precisão, etc.

O gerador que descrevemos neste artigo apresenta características excelentes que permitem seu uso em qualquer oficina de reparação e montagem de equipamentos eletrônicos. São as seguintes as características de nosso gerador:

- Circuito básico com 3 faixas de frequência: 455 KHz (fixa); 530 à 1.600 KHz; 3,5 à 15 MHz. Com outras bobinas adicionais, e apenas aumento de posições da chave seletora, pode-se ser estendida a gama de operação para além dos 100 MHz.

- Amplitude de sinal elevada (1 V pp)
- Saída de áudio senoidal de intensidade ajustável até 1 V pp com frequência de 400 Hz ou 1 kHz.

- Chave comutadora que permite obter sinais sem modulação ou com modulação. Ajuste da porcentagem de modulação.

- Controles para a intensidade do sinal de áudio e para a intensidade do sinal de RF.

- Alimentação a partir de 4 pilhas comuns com consumo de apenas 1,5 mA.

- Possibilidade de se utilizar bobinas comerciais facilmente encontradas no comércio.

O gerador possui 5 controles e duas saídas em seu painel frontal, podendo ser montado em caixa plástica ou metálica. Optamos em nossa versão por uma caixa plástica utilizada no Rádio Relógio Philco a qual pode ser encontrada nos revendedores autorizados Philco.

Para a realização do projeto na sua totalidade, o leitor pode ter diversas variações. A escolha da caixa, a disposição dos controles no painel, a confecção da placa de circuito impresso não são críticas de modo que nossas sugestões não precisam ser seguidas à risca. Os únicos pontos críticos que oferecem um pouco mais de dificuldade para os que não tenham muita experiência com este tipo de montagem refere-se à ligação da chave comutadora de faixa, e da identificação dos terminais das bobinas comerciais.

COMO FUNCIONA

O gerador é composto por dois circuitos de funcionamento até certo ponto independentes: um oscilador de altas frequências e um oscilador de áudio (figura 1).

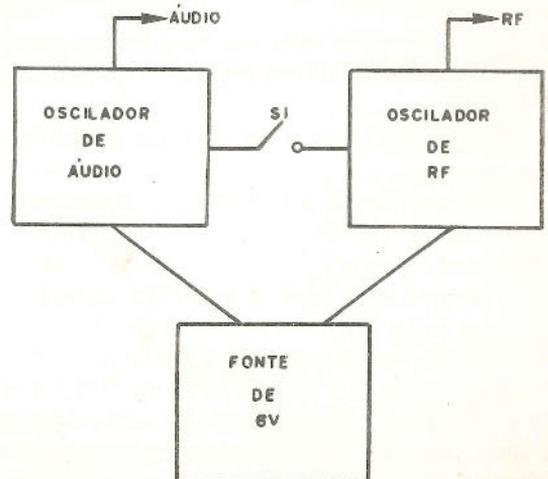


Figura 1

O oscilador de altas frequências, ou seja, o oscilador de RF é o circuito princi-

pal, pois tem por função gerar correntes de altas freqüências correspondentes a toda a gama que deve abranger o aparelho.

Por trabalhar em freqüências relativamente elevadas, é a parte mais crítica do aparelho já que, fios compridos, podem ser responsáveis por indutâncias e capacitâncias parasitas que instabilizam seu comportamento. O circuito básico da parte de RF é mostrado na figura 2. No circuito original optamos pela utilização de um transistor que pode oscilar em freqüências de até mais de 100 MHz. Como entretanto uma única bobina não permite que todas as freqüências sejam atingidas, temos de utilizar diversas bobinas, cada qual abrangendo uma faixa de freqüências, sendo estas comutadas por uma chave seletora.

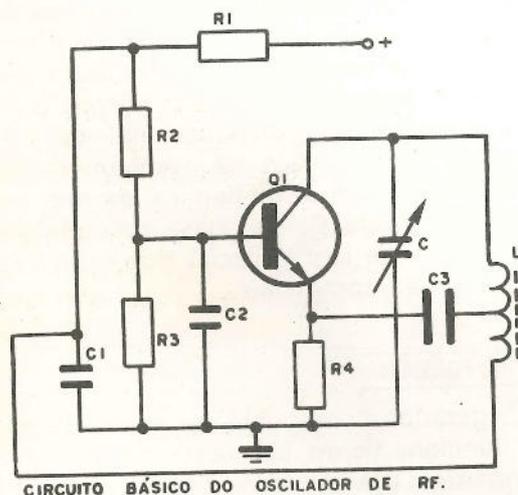


Figura 2

Neste ponto, o máximo de cuidado deve ser tomado pelo montador tanto na escolha das bobinas como do capacitor variável.

No circuito podem ser usados capacitores variáveis de valores entre 120 a 410 pF, mas conforme a escolha do capacitor o leitor deve ter a bobina correspondente. Em outras palavras, deve procurar adquirir uma bobina que com o valor do capacitor cubra a faixa de freqüências indicada pelo fabricante. Por exemplo, se for usada uma bobina osciladora para a faixa de OM, esta só será coberta se o capacitor variável com a qual ele deve funcionar tiver o mesmo valor que o adquirido pelo leitor. Se o valor do capacitor for diferente isso não significa que o aparelho deixará de funcionar, apenas a marcação da escala deverá ser refei-

ta, pois a faixa de freqüências será ligeiramente deslocada (figura 3).

DISPOSIÇÃO EM QUE A FAIXA DE FREQUÊNCIA É MODIFICADA

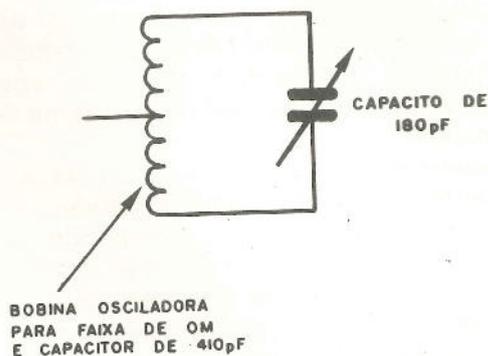


Figura 3

No comércio existem bobinas de FI que normalmente devem ser sintonizadas para operar em 455 kHz, sendo o ajuste feito em seu núcleo. Nos circuitos originais, a freqüência de operação é obtida quando em paralelo com a mesma se liga um capacitor de 2 kF. Este capacitor que será no circuito marcado com Cx é muito importante para o bom funcionamento do aparelho, se bem que existam modelos em que seu uso não seja necessário. Nos ajustes finais do aparelhos ensinaremos como verificar se seu uso é necessário.

O outro circuito a ser analisado é o do oscilador de áudio que tem por função produzir um sinal para modular o sinal de RF do oscilador de altas freqüências e também para ser usado em provas externas de circuitos de baixas freqüências.

O oscilador de áudio produz um sinal senoidal puro que pode ser fixado em 400 ou 1 000 Hz. Esta forma de onda senoidal nesta freqüência é justamente do tipo usado em provas de amplificadores, na verificação de sua qualidade. Como modulador do sinal de RF, este sinal facilita as provas em sintonizadores e rádios já que em lugar do "sopro" de RF teremos na saída um som puro muito mais fácil de ser localizado.

Para este circuito optamos por um oscilador de duplo T cujo diagrama é mostrado na figura 4. A freqüência deste oscilador é determinada basicamente pelos valores dos capacitores do duplo T que devem manter as relações de valores indicadas. Damos no circuito valores para

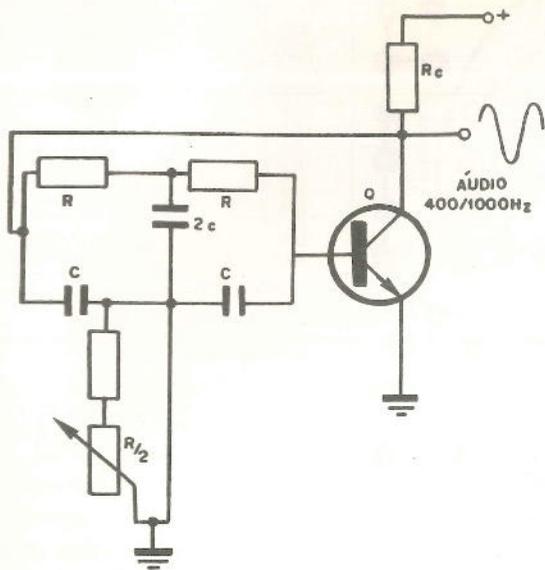


Figura 4

obtenção das freqüências de 400 Hz ou 1000 Hz, conforme o leitor deseje. O trimpot permite que esta freqüência seja ajustada para o valor correto quando em funcionamento.

Na saída tanto do oscilador de áudio como de RF colocamos dois potenciômetros que permitem uma regulagem da amplitude do sinal.

MONTAGEM

Dividiremos a montagem deste gerador de sinais em quatro partes: a elaboração da placa de circuito impresso com a montagem do circuito básico; a preparação do painel com a ligação da placa aos controles e saídas, a instalação do circuito na caixa com as provas finais e o uso do aparelho no ajuste de receptores de rádio.

O leitor que se propuser a realização desta montagem deve possuir as ferramentas próprias para os trabalhos inerentes a cada fase da montagem. Observamos que mesmo o circuito podendo ser montado em ponte de terminais não se recomenda esta configuração pelas freqüências elevadas de operação que o tornam relativamente crítico.

1- Circuito Impresso

O circuito da parte que vai montada na placa de circuito impresso mais a fonte de alimentação, controles, e chaves é mostrado na figura 5. Neste circuito R5, S1, S2, CV, R10 e os jaques de saída não são instalados na placa de circuito impresso. A fonte de alimentação formada por B1 também é montada na caixa.

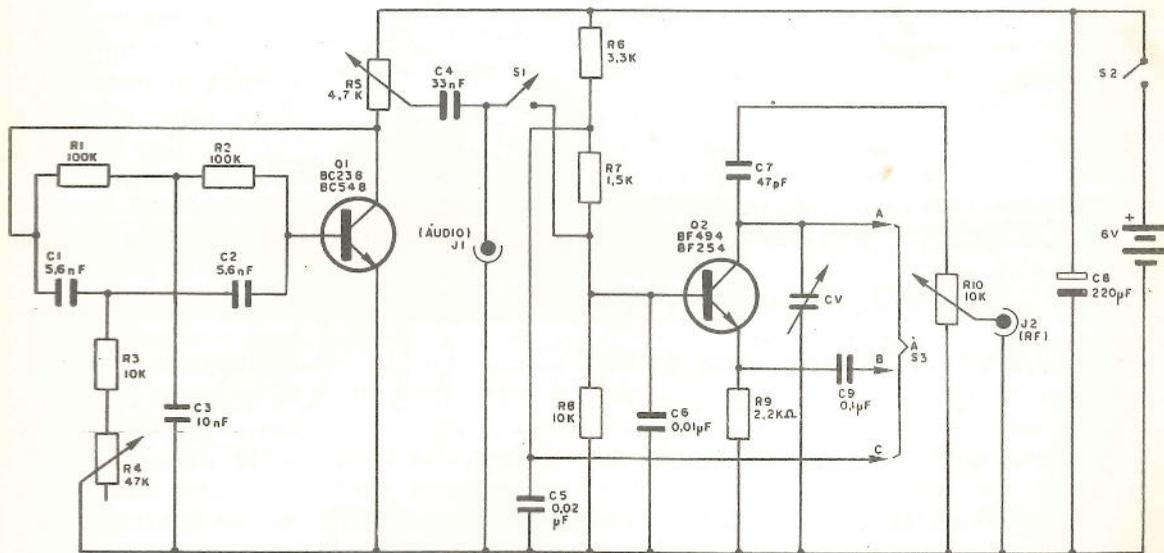


Figura 5

A placa de circuito impresso para esta montagem é mostrada na figura 6 e 7 em que temos o lado cobreado e o lado dos componentes.

O espaçamento entre os orifícios desta placa permite a utilização de resistores tanto de 1/8 como de 1/4 de Watt.

Na instalação dos componentes nesta

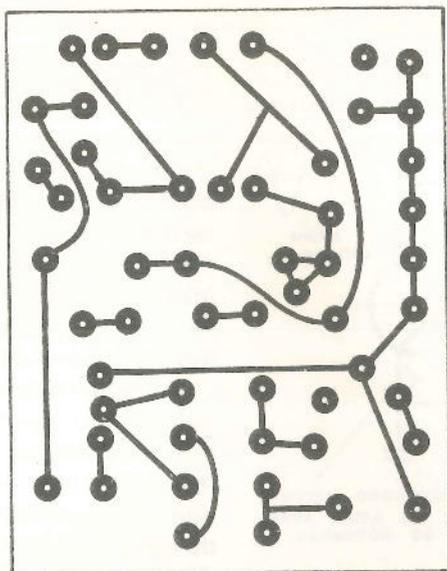


Figura 6

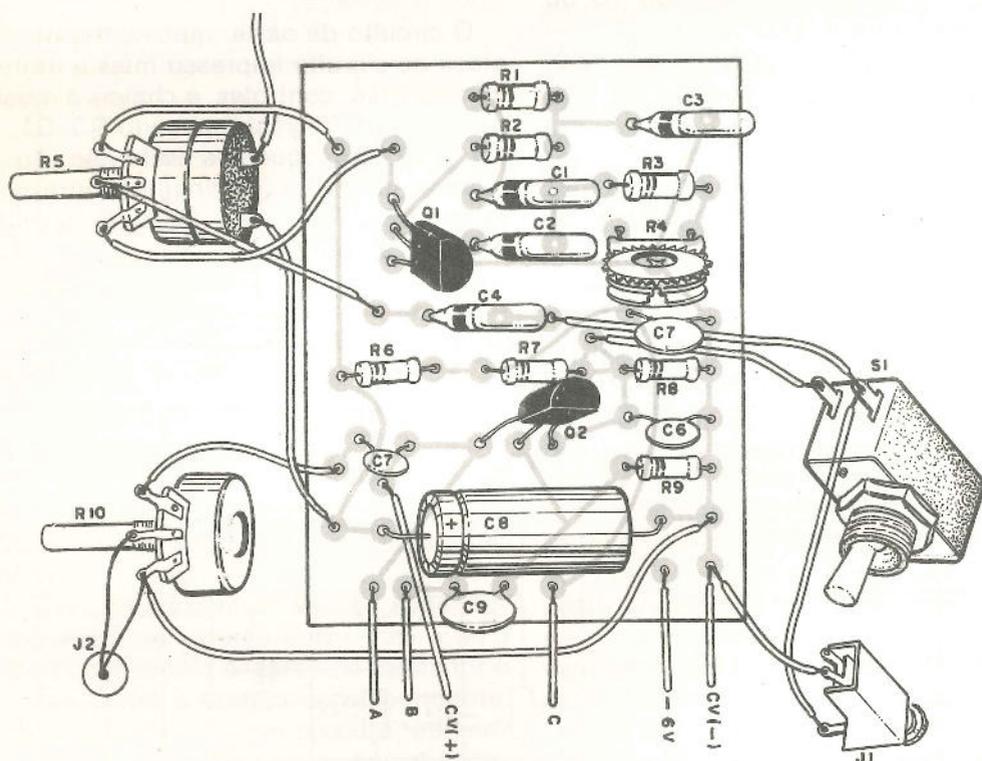
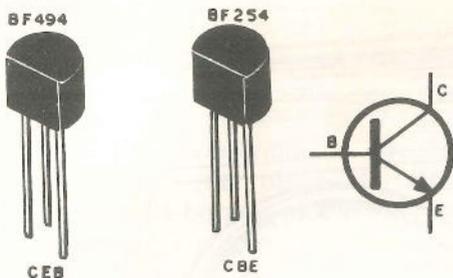


Figura 7

placa de circuito impresso devem ser observados os seguintes cuidados:

a) O transistor BF494 tem a disposição de terminais dada pela figura 8, enquanto que o seu equivalente o BF254 que eventualmente também pode ser usado tem

disposição de terminais diferente, mostrada na mesma figura. Para o caso de Q1, não há problema, já que tanto o BC238 como o BC548, possuem mesma disposição para os terminais. Na soldagem destes componentes, tome apenas cuidado para



IDENTIFICACAO DO TRANSISTOR Q2

Figura 8

que o excesso de calor não os afete.

b) Observe a polaridade do capacitor eletrolítico C8. Este componente é o menos crítico de toda a montagem. Pode seu valor situar-se entre 50 μ F e 220 μ F e sua tensão de trabalho pode ser de 6 volts ou mais.

c) Os capacitores C1, C2 e C3 são do tipo de poliéster metalizado devendo ser identificados pelas suas cores. Não há polaridade para ligação. Os valores desses capacitores são determinados pela frequência do sinal de áudio que o montador deseja:

C1 = C2 = 5,6 nF e C3 = nF para 1000 Hz
C1 = C2 = 10 nF e C3 = 22 nF para 400 Hz

d) Os demais capacitores não são críticos quanto à valor e tensão de trabalho. C4 também é de poliéster metalizado, enquanto que C5, C6, C7 e C9 devem ser preferivelmente de cerâmica (disco de cerâmica miniatura).

e) Os resistores podem ser de 1/4 ou 1/8 de watt com tolerância de 10 ou 20%. Não há polaridade para estes componentes e a separação dos furos prevê uma montagem horizontal destes componentes. Identifique-os cuidadosamente pelas cores que determinam seus valores.

f) O trim-pot ajusta o ponto de funcionamento do oscilador de áudio sendo montado verticalmente na placa. Uma vez ajustado para 400 Hz ou 1 000 Hz este componente não precisa ser mais tocado. Seu valor também não é crítico podendo ser usados trim-pots de 33 a 100k.

Na placa de circuito impresso podem ser previstos dois ou mais furos para a sua fixação final. Esta pode ser fixada paralelamente ao painel, como feita na montagem original, aproveitando o capacitor variável como apoio, ou então em posição

horizontal no fundo da caixa. A escolha fica à cargo do montador.

II - O painel

No painel são fixados os seguintes componentes: R5 que é o controle de intensidade do sinal de áudio e que também serve para controlar a porcentagem de modulação do sinal de RF. Este potenciômetro conjuga o interruptor S2 da fonte de alimentação. Seu valor também não é crítico já que na ausência do tipo preferencial de 4,7 k ohms (lin ou log) pode perfeitamente ser usado um de 10k.

S1 é a chave que permite a obtenção de sinais de RF com e sem modulação, ou seja, que liga o oscilador de áudio ao oscilador de RF. Trata-se de um interruptor simples que o montador pode optar tanto pelo tipo de alavanca como deslizante.

CV é o capacitor variável cujo valor pode estar entre 120 e 410 pF dando-se preferência aos modelos grandes para rádios, com uma ou duas seções de eixo fino. O tipo ideal seria de uma seção apenas, mas como sua obtenção não é fácil, o leitor pode partir diretamente para o modelo de 2 seções e apenas utilizar uma na ligação. A outra permanecerá desligada. O eixo fino é recomendado de modo a permitir a fixação do botão de sintonia na parte frontal do painel.

S3 é a chave seletora de faixa que pode ser de 3 ou 4 pólos com 3 ou mais posições. No nosso projeto usamos uma chave de 3 posições porque teremos três faixas de onda. Se o leitor quiser mais faixas, deve adquirir uma chave de mais posições (mesmo número de pólos) e obter as bobinas adicionais ou enrolá-las de acordo com as frequências desejadas.

J1 que é o jaque de saída de áudio, sendo utilizado no protótipo um do tipo para fone. O leitor se quiser pode usar um conector coaxial que além de mais prático, permite que a mesma ponta de RF seja usada nesta saída já que J2 é do tipo coaxial, sendo este a saída de RF.

R10 é o potenciômetro que controla a intensidade do sinal de RF. Seu valor pode situar-se entre 4,7 e 22k não sendo este componente absolutamente crítico.

Na figura 9 damos as disposições para o painel no caso da caixa utilizada no protótipo, enquanto que na figura 10 damos a

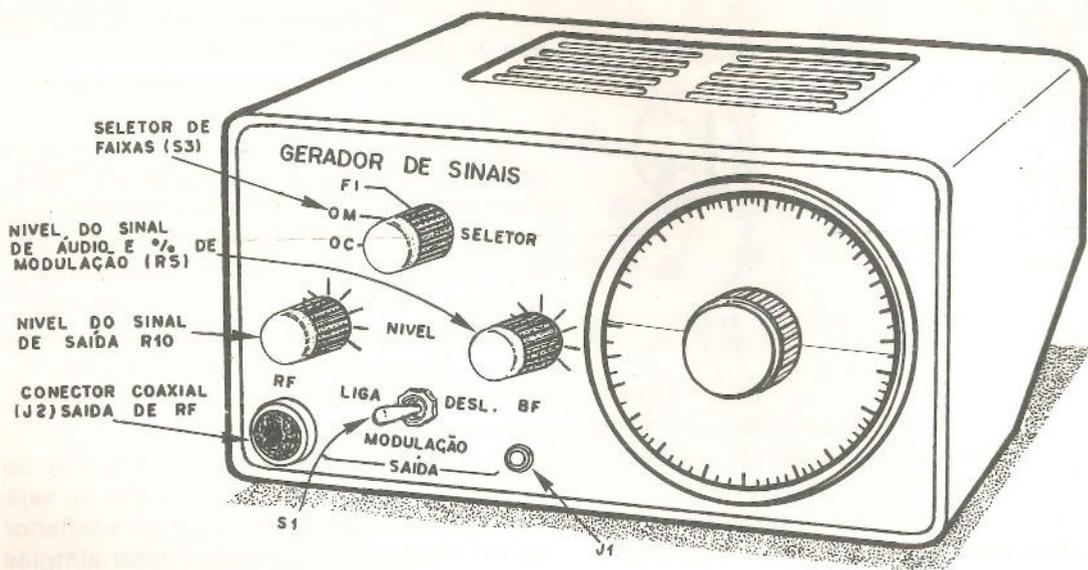


Figura 9

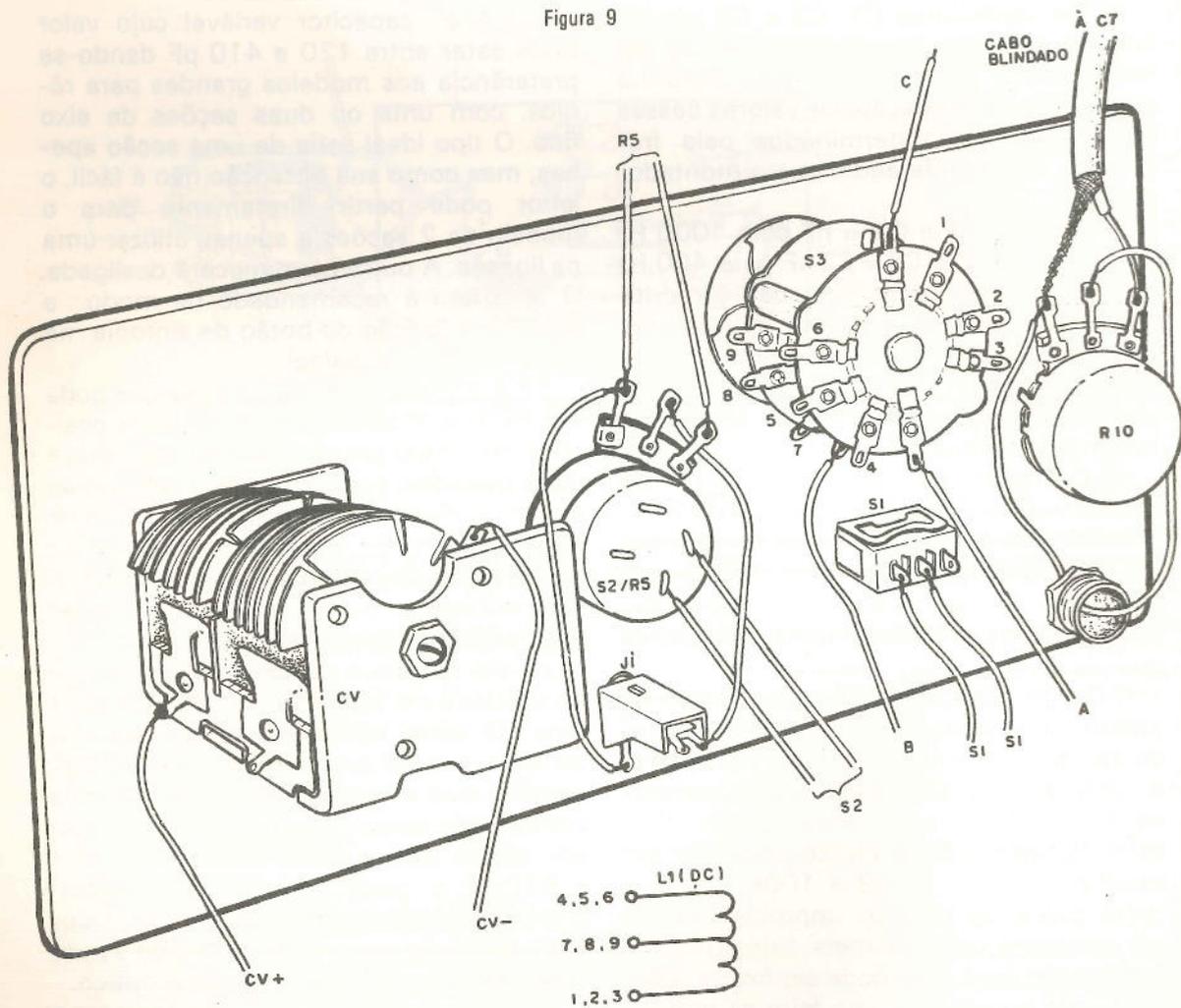


Figura 10

disposição dos componentes na sua parte posterior já com as ligações que devem ser feitas à placa de circuito impresso. Observe que para o cabo de saída de RF usamos blindagem. De preferência as ligações a chave S3 tanto da placa de circuito impresso como à bobina devem ser feitas com fios os mais curtos possíveis.

A ligação das bobinas à chave de comutação de faixas é um dos pontos mais críticos desta montagem, já que se houver qualquer inversão o aparelho simplesmente não funcionará. Na figura 11 temos a maneira como essas bobinas podem ser ligadas à chave, para o caso de 3 faixas de operação.

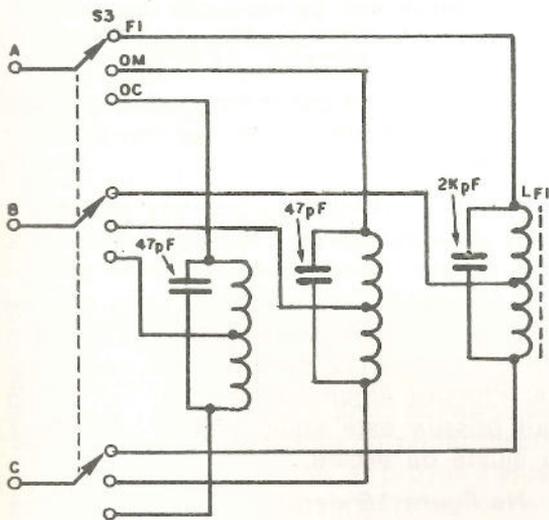


Figura 11

O leitor tem duas possibilidades de ligação para as bobinas: pode deixá-las auto-sustentadas, ou seja, soldar fios aos seus terminais do tipo rígido que manterão as mesmas em posição depois de soldadas ou então confeccionar uma placa de circuito impresso menor somente para as bobinas conforme o sugerido na figura 12.

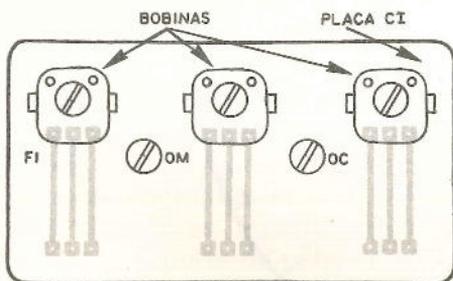


Figura 12

Conforme explicamos, o leitor ao adquirir a bobina deve perguntar em que tipo de receptor ela é usada, e se possível consultando um manual de esquemas, verificar o valor do variável com que ela é usada no mesmo rádio. Se isto for difícil, uma vez montado o oscilador, em lugar de usar as escalas que sugerimos o leitor deve proceder por si próprio a calibração do gerador comparando-o com um comercial. Para o caso da faixa de FI, entretanto não existe este problema. Vejamos os cuidados principais na ligação das bobinas e dos capacitores.

a) Faixa de FI - O leitor para esta faixa pode usar praticamente qualquer transformador de FI para rádios portáteis de 455 kHz cujo aspecto é mostrado na figura 13. Em paralelo com o primário deste capacitor deve entretanto ser ligado um capacitor de 2 k pF de cerâmica ou outro tipo não indutivo.

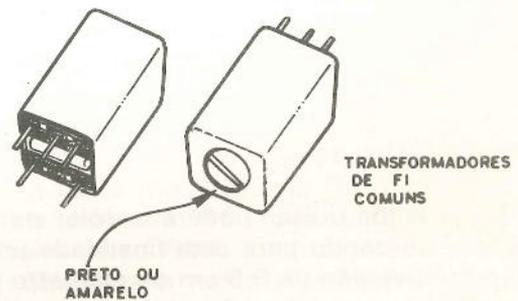
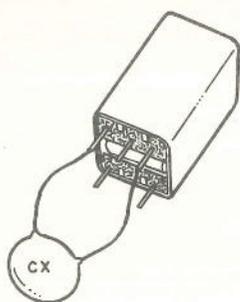


Figura 13

b) Faixa de OM - O leitor pode usar uma bobina osciladora para a faixa de ondas médias como as encontradas nos rádios portáteis. Sua aparência é semelhante às de FI, no entanto possuem um núcleo vermelho que as identifica. Como a frequência coberta pelas etapas osciladoras em rádios vai de 455 kHz acima do limite inferior da faixa até 455 kHz acima do limite superior, ou seja, entre 985 kHz à 2055 kHz, ligamos em paralelo com a mesma um capacitor entre 100 e 220 pF de modo a abaixarmos este limite inferior. O valor deste componente deve ser obtido experimentalmente, além de se realizar ajuste em seu núcleo no momento oportuno (figura 14).

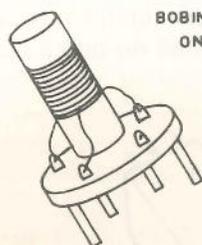
c) Faixa de OC - Pode também ser usada qualquer bobina osciladora para a faixa de ondas curtas de rádios de 2 ou 3 faixas



CAPACITOR EM PARALELO COM AS FI E OM PARA AJUSTE DE FAIXA.

Figura 14

de onda. A faixa de freqüências coberta por esta bobina determinará a faixa de operação do gerador, podendo no caso ser feita uma correção de valores com um capacitor de 20 a 100 pF em paralelo com a mesma. Na figura 15 temos a aparência típica de uma bobina deste tipo.



BOBINA OSCILADORA DE ONDAS CURTAS COMUM

Figura 15

Se o leitor quiser poderá enrolar esta bobina, utilizando para esta finalidade um tubo de papelão de 0,5 cm de diâmetro e 4 cm de comprimento. A bobina consta de 20 espiras de fio esmaltado 26 ou 28 com tomada na oitava espira.

d) Para o caso de serem usadas faixa suplementares, o leitor deve enrolar suas próprias bobinas. Atingindo freqüências de até 30 MHz, a bobina deve ter as dimensões da bobina de ondas curtas, constando de 10 espiras de fio esmaltado 26 ou 28 com tomada na terceira espira, e atingindo a faixa de VHF, e FM, deve constar de 5 espiras de fio 26 com tomada na segunda espira.

e) A chave seletora deverá ter tantas posições quantas sejam as faixas de onda que o leitor quiser que o gerador cubra.

Observe que as ligações da chave a placa de circuito impresso devem ser feitas com fios os mais curtos possíveis. Será conveniente que as carcaças das bobinas sejam ligadas à massa para servir como blindagem evitando que o sinal gerado seja irradiado a partir do aparelho, já que sua potência não pode ser considerada pequena.

Ainda em relação às bobinas, se o leitor tiver dúvidas quanto a faixa de freqüências que possam cobrir, já que haverá pequenas variações em função de cada tipo de montagem, será conveniente utilizar um gerador comercial como padrão para ajuste. Procure algum laboratório ou amigo que possua este equipamento para fazer o ajuste da escala.

Na figura 16 damos um exemplo para escala com a utilização de bobinas comerciais.

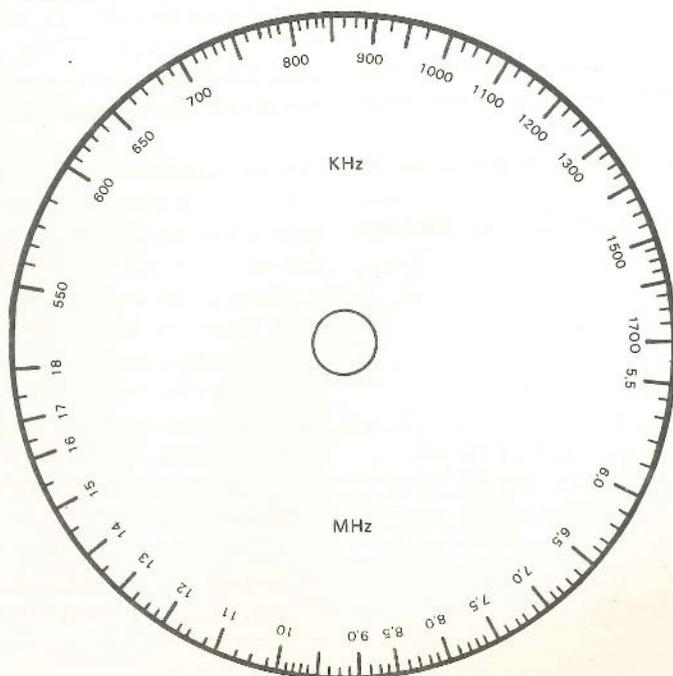


Figura 16

III - Instalação na caixa

Como os controles e as saídas são fixos no painel, e a placa de circuito impresso é presa ao mesmo por meio de separadores, na caixa propriamente dita fixamos apenas o suporte de pilhas. É claro que, se o leitor quiser poderá fixar a placa de circuito impresso na caixa, mas neste caso, o leitor deve cuidar para que os fios de ligação à placa de circuito impresso sejam curtos ou então blindados.

Uma vez instalado na caixa o leitor pode realizar as provas de funcionamento e alguns ajustes de operação. (figura 17)

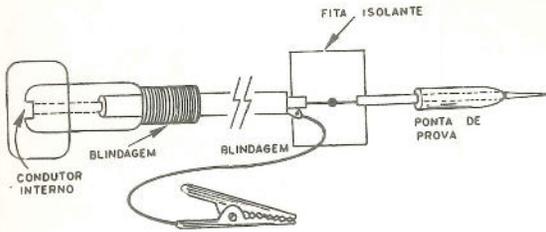


Figura 17

Completada a montagem, confira todas as ligações. Estando tudo em ordem, você poderá realizar uma prova inicial, utilizando para esta finalidade um radinho comum. (Se você possuir osciloscópio ou puder dispor de um para esta finalidade, as provas e ajuste poderão ser feitos de modo muito mais preciso).

a) Prova de áudio

Esta é a mais simples. Ligue o gerador de sinais acionando o potenciômetro no qual é conjugado o interruptor. Coloque este potenciômetro todo para a direita (máxima intensidade de sinal). S1 deve estar aberta. Ligue então na saída de áudio (J1) um fone de cristal ou magnético de alta impedância, devendo imediatamente ser ouvido o som contínuo do oscilador. Ajuste R4 se não houver oscilação alguma.

Se você não dispuser de um fone, ligue ao jaque J1 as pontas de prova e injete o sinal em seu radinho que deverá estar ligado a todo volume numa frequência em que não existe nenhuma estação. O sinal é injetado ligando-se a garra jacaré ao pólo negativo do suporte de pilhas e encostando-se a ponta de prova no terminal do meio do potenciômetro de controle de

volume, conforme mostra a figura 18.

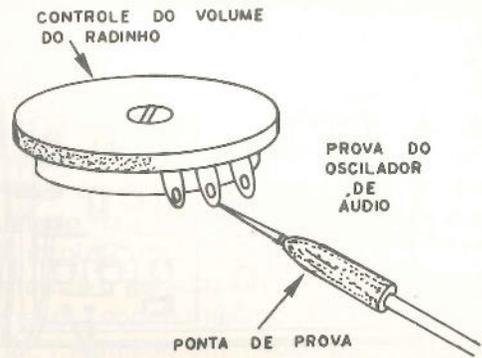


Figura 18

Uma vez constatado o funcionamento desta etapa, se o leitor dispuser de um osciloscópio e um gerador padrão, poderá proceder ao ajuste final de R4, levando-o a 400 kHz ou 1 000 kHz, fazendo a ligação da maneira indicada na figura 19. Ajuste R4 para obter uma elipse na tela do osciloscópio ou então um círculo. O gerador deve estar na mesma frequência que deve operar o oscilador de áudio.

b) Provas de RF

Para a prova de RF, ligue o interruptor S1, colocando-o na posição correspondente a saída modulada de RF, e coloque o potenciômetro R5 todo para a direita, assim como R10.

Sintonize o radinho portátil numa frequência em torno de 1000 kHz em que não existam estações operando. O radinho deve estar com pouco mais da metade de seu volume.

Coloque a chave seletora de faixas na posição FI, e encoste a ponta de prova no coletor do primeiro transistor amplificador de FI. Se o sinal do aparelho não for ouvido no radinho, deve ser procedido um ajuste do núcleo da FI. O variável do gerador deve estar todo para a direita nesta prova.

Se não for constatada nenhuma oscilação nesta prova, inverta os fios da bobina osciladora de FI, e se ainda assim não for obtido nenhum resultado, altere o valor do capacitor ligado em paralelo com a mesma.

Uma vez ajustada a bobina de FI, não precisaremos mais mexer em seu núcleo.

Neste caso também se o leitor puder dispor de um gerador padrão e um osciloscópio poderá diretamente com estes ins-

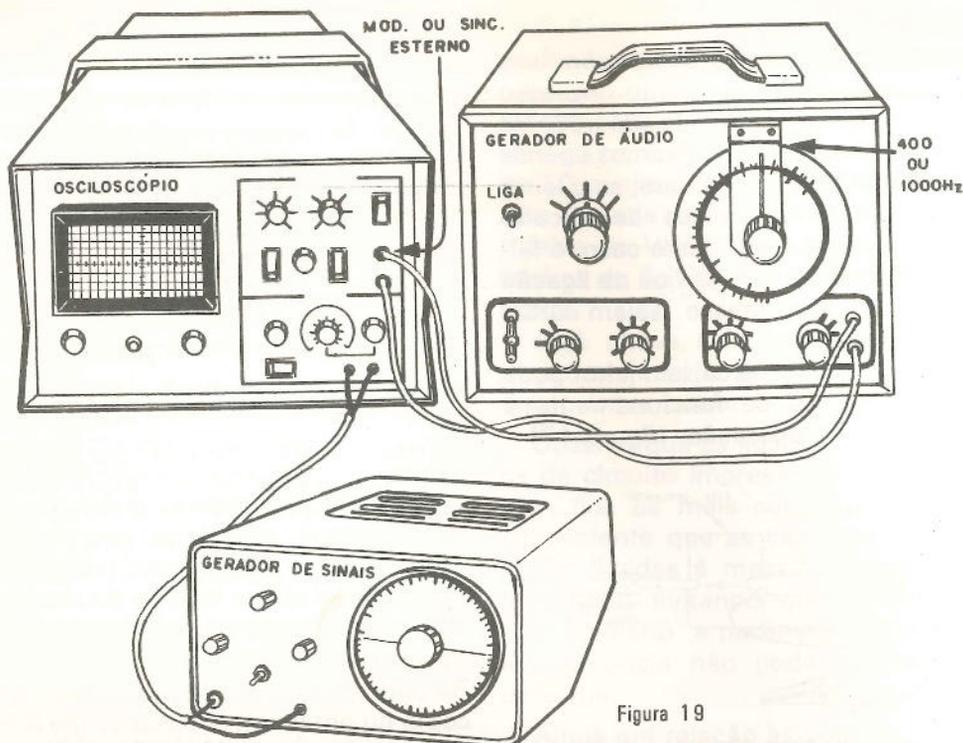


Figura 19

trumentos levar a bobina a oscilar na frequência correta. Uma vez ajustada, esta não precisará ser medida. A maneira de se ligar o gerador padrão, o gerador de sinais e o osciloscópio é idêntica à prova de áudio, devendo apenas o gerador padrão se ajustado para operar em 455 kHz.

Feito o ajuste de FI, coloque a chave na posição de OM. Sintonize o radinho numa frequência em torno de 1000 kHz em que não exista nenhuma estação operando. A ponta de prova não precisa ser ligada ao rádio, bastando que este foque próximo do gerador apenas.

Gire o variável até ouvir o sinal do oscilador no radinho. Se isso não acontecer altere o valor do capacitor em paralelo com a bobina osciladora, ou retire provisoriamente o capacitor. Para este caso também se o leitor puder dispor de um gerador padrão e de um osciloscópio poderá fazer a marcação da escala ou o ajuste da bobina com maior precisão.

Para ajustar a bobina de ondas curtas o procedimento é o mesmo, devendo apenas ser usado um rádio de ondas curtas para captação do sinal, enquanto que o ajuste com osciloscópio e gerador de sinais é feito também da mesma maneira usando-se um rádio de ondas curtas VHF, ou FM.

Na escala de ondas curtas um ponto importante a ser assinalado é o correspondente a 10,7 MHz, que é a frequência intermediária de aparelhos de TV, sintonizadores e receptores de FM, além de rádios de UHF.

COMO USAR O GERADOR

Uma das aplicações mais comuns para o gerador de sinais é no ajuste de rádios portáteis, rádios em geral, sintonizadores e receptores de FM, etc. O leitor poderá ajustar tanto as etapas de RF como as etapas de FI. Vejamos como isso é feito.

a) Ajuste das etapas de FI

Acople o gerador de sinais ao receptor a ser calibrado, enrolando em torno do mesmo algumas espiras de fio comum, se este for do tipo portátil, ou então enrolando algumas espiras de fio comum em torno da bobina de antena, conforme mostra a figura 20. O variável do receptor deve estar do aberto e o gerador de sinais deve ser ajustado para produzir um sinal de 455 kHz. A chave S1 deve estar fechada de modo a ter-se um sinal modulado em 400 ou 1 kHz, ficando o controle de modulação R5 todo aberto.

Inicialmente R10 deve estar em seu máximo, ou seja, com a máxima intensidade de sinal.

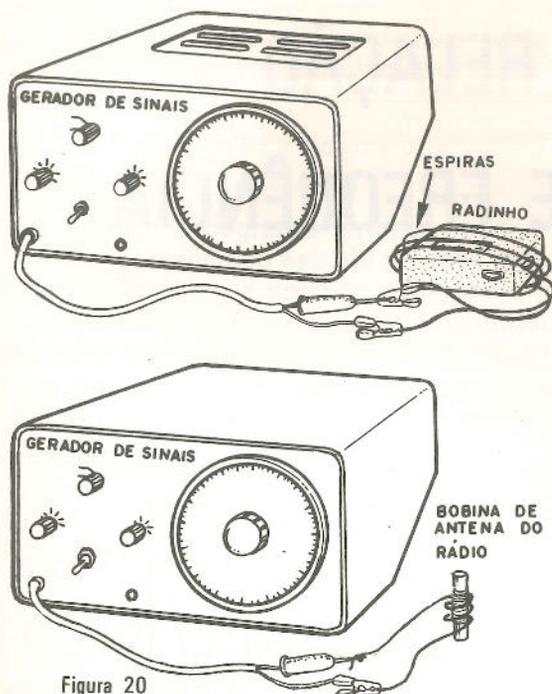


Figura 20

Ajuste então com uma chave de fenda não magnética (plástico ou madeira) os núcleos dos transformadores de FI do radinho para obter o máximo de volume no alto-falante. À medida que for sendo feito o ajuste vá reduzindo a intensidade do sinal em R10, de modo a obter assim o máximo de sensibilidade. Retoque várias vezes a sintonia das FI até obter o máximo rendimento.

b) Ajuste das etapas de RF (osciladora, misturadora e sintonia)

O acoplamento do gerador ao receptor é

feito da mesma maneira que no ajuste anterior, ou seja, enrolando-se algumas espiras de fio em torno do rádio ou de sua bobina. Em alguns casos a ponta de prova nem precisa ser ligada ao rádio, bastando deixá-la nas proximidades, já que o sinal irradiado pode ser facilmente captado.

Abra o variável do rádio que está sendo ajustado (faixa de ondas médias) de modo a sintonizar uma frequência de 1 600 kHz. Sintonize o gerador em 1 600 kHz estando o mesmo com o máximo de intensidade de sinal, modulado em 400 ou 1 000 Hz.

Ajuste então o trimer existente no variável de sintonia para captar este sinal.

Em seguida, feche o variável, sintonizando uma frequência de 530 ou 550 kHz e ajuste o gerador para a mesma frequência. Ajuste então o núcleo da bobina osciladora para captar este sinal com o máximo de intensidade.

Feitos estes ajustes, repita com cuidados os ajustes das FI, e novamente estes. O máximo de rendimento é obtido quando os sinais do gerador puderem ser captados com facilidade com um mínimo de intensidade ajustada em R10.

Para ajustar aparelhos de FM, o procedimento é o mesmo devendo apenas ser observado que:

a) as FI são de 10,7 MHz, sendo portanto esta, a frequência do gerador em seu ajuste.

b) os limites da faixa são 88 a 108 MHz, sendo essas frequências ajustadas no gerador de sinais.

LISTA DE MATERIAL

!1 - BC548 ou BC 238 - transistor para uso geral

Q2 - BF494 ou BF254 - transistor de RF

R1, R2, - 100 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)

R3, R8 - 10 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, laranja)

R4 - trim-pot de 47 k ohms

R5 - 4,7 k ohms - potenciômetro com chave

R6 - 3,3 k ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, vermelho)

R7 - 15 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, verde, laranja)

R9 - 2,2 k ohms x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)

R10 - potenciômetro de 10 k ohms

C1, C2 - 5,6 ou 10 nF - capacitor de poliéster (ver texto)

C3 - 10 nF ou 22 nF - capacitor de poliéster (ver texto)

C4 - 33 nF - capacitor de poliéster (laranja, laranja, laranja)

C5 - 0,02 μ F - capacitor de cerâmica

C6 - 0,01 μ F - capacitor de cerâmica

C7 - 47 pF - capacitor de cerâmica

C8 - 50 a 220 μ F - capacitor eletrolítico (ver texto)

C9 - 0,1 μ F - capacitor de cerâmica

J1, J2 - jaques de saída (ver texto)

CV - capacitor variável (ver texto)

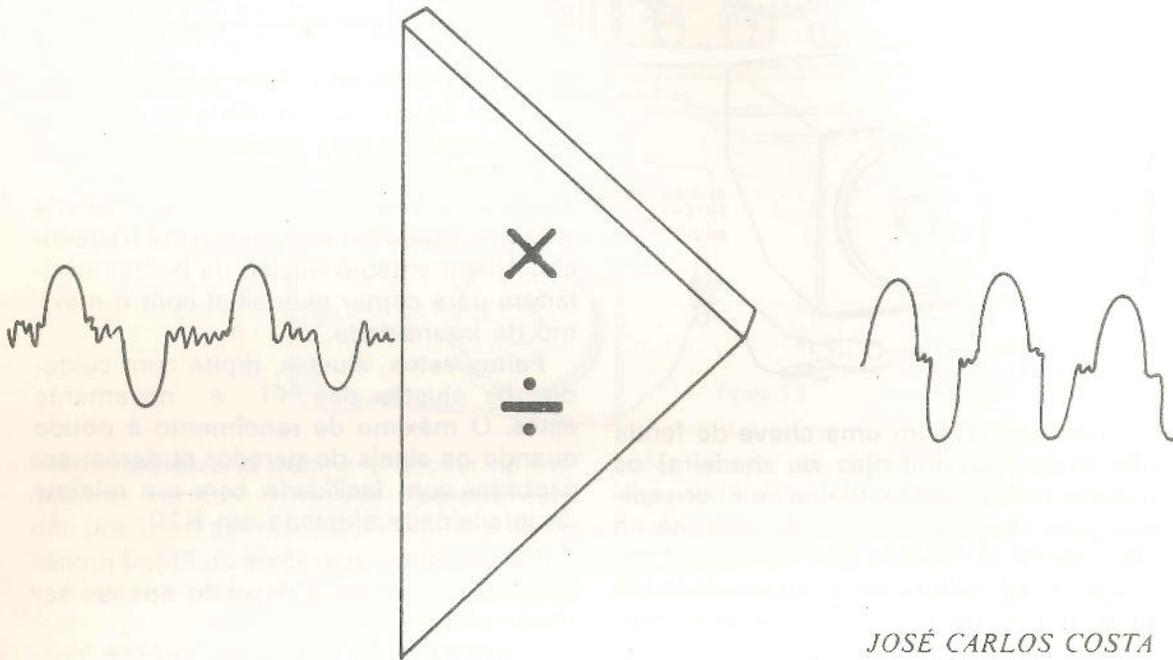
S1 - interruptor simples

S3 - Chave de 3 ou 4 pólos com 3 ou mais posições (ver texto)

B1 - Bateria de 6 V (4 pilhas em série)

Diversos: caixa do rádio relógio Philco, suporte para pilhas, cabo coaxial, placa de circuito impresso, knobs, fios, parafusos e porcas, ponta de prova, garra jacaré, etc.

MELHORIA DA RELAÇÃO S/N VIA DIVISÃO DE FREQUÊNCIA



JOSÉ CARLOS COSTA

1. Quando se desenha um gerador de frequência, é inevitável que a senóide na saída se apresenta mais ou menos perturbada quer por sinais espúrios, quer por ruídos aleatórios. O problema é saber se do ponto de vista da pureza do sinal desejado é preferível partir de uma baixa frequência e multiplicar sucessivamente até chegar à frequência pretendida ou, pelo contrário, começar numa alta frequência e dividir até chegar ao valor desejado.

O que se vai mostrar é que a divisão é mais favorável, visto que melhora a relação sinal-ruído da senóide de saída de uma forma proporcional ao fator de divisão n .

2. Hoje em dia torna-se extremamente fácil e comoda uma operação de divisão por n devido aos circuitos integrados do tipo Flip-Flop capazes de trabalhar com frequências cada vez mais altas.

Sendo assim basearemos o nosso raciocínio neste tipo de circuitos digitais o que pressupõe que:

- na entrada temos um sinal com nível suficientemente forte para que o "flip-flop" funcione.
- na saída vamos ter uma onda quadrada de amplitude constante e independente do maior ou menor nível aplicado na entrada.

No caso de um integrado da família TTL, o nível na entrada deve estar acima de +2,5V no máximo e abaixo de 0,8V no mínimo. Isto obriga a usar um estágio para manter a senóide de entrada dentro destes condicionamentos. Ao mesmo tempo ele poderá ser usado para uma ação de limitação por forma a imunizar o sistema divisor às flutuações da amplitude da senóide.



Figura 1 - Esquema simbólico do Divisor de Frequência usando circuito integrado do tipo flip-flop.

3. Suponhamos uma senóide na entrada perturbada por um espúrio também senoidal, ou seja,

$$V_i = A \sin(\omega_0 t) + a \sin[(\omega_0 + \Delta\omega)t + \zeta]$$

sinal desejado sinal espúrio

Usando um diagrama vetorial conclui-se que a presença do espúrio provoca uma dupla ação sobre a senóide desejada:

- uma modulação parasita na amplitude.
- uma modulação parasita na fase com uma freqüência dada por $\Delta\omega$.

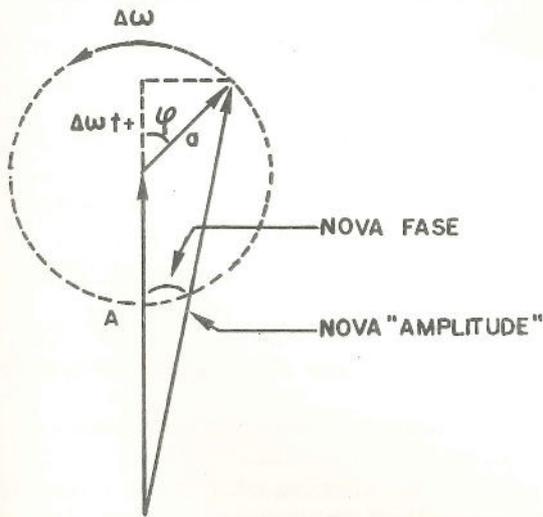


Figura 2 - Diagrama vectorial mostrando a dupla perturbação do espúrio.

Portanto um gerador de freqüência que tenha o sinal desejado acompanhado de um espúrio senoidal produz na realidade uma portadora duplamente modulada: em amplitude e em fase. Trigonometricamente chega-se a:

$$V_i = \sqrt{A^2 + 2aA \cos(\Delta\omega t + \zeta) + a^2} \sin\left[\omega_0 t + \arctan \frac{a \sin \alpha}{A + a \cos \alpha}\right]$$

modulação parasita de amplitude modulação parasita na freqüência

Habitualmente os espúrios gerados internamente, surgem já bastante mais fracos que o sinal desejado embora provavelmente não tão fracos quanto desejável. Isto significa que na maioria dos casos a amplitude a é muito menor que a amplitude A .

Por outro lado a modulação parasita em amplitude não será sentida na saída como se explicou acima.

Nestas condições o sinal na saída poderá ser escrito desta forma, para uma divisão por n :

$$V_o = B \sin\left[\frac{\omega_0 t}{n} + \frac{1}{n} \arctan \frac{a \sin \alpha}{A + a \cos \alpha}\right]$$

$$\approx B \sin\left[\frac{\omega_0 t}{n} + \frac{a}{nA} \sin(\Delta\omega t + \zeta)\right] \quad A \gg a$$

Por esta relação ficamos sabendo que o sinal V_o na saída apresenta-se modulado em freqüência por uma senóide de freqüência $\Delta\omega$. O espectro de V_o apresentar-se-á então composto de:

- uma "raia" em $\frac{\omega_0}{n}$
- uma série de raias à direita e esquerda de $\frac{\omega_0}{n}$ equidistantes uma das outras de $\Delta\omega$.

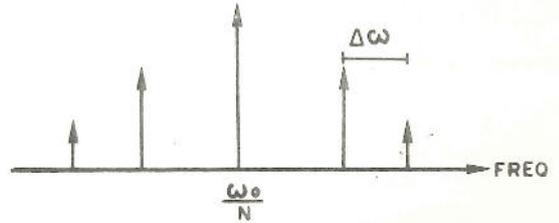


Figura 3 - Espectro do sinal dividido por n .

Como nos casos que nos interessam, $a \ll A$, isso quer dizer que V_o tem uma modulação FM com baixo índice de modulação. Portanto só são de considerar:

- o sinal desejado $\frac{\omega_0}{n}$ de nível $\zeta_0 \left(\frac{a}{An}\right)$
- as duas "raias" de 1ª ordem $\frac{\omega_0}{n} \pm \Delta\omega$ de nível $\zeta_1 \left(\frac{a}{An}\right)$.

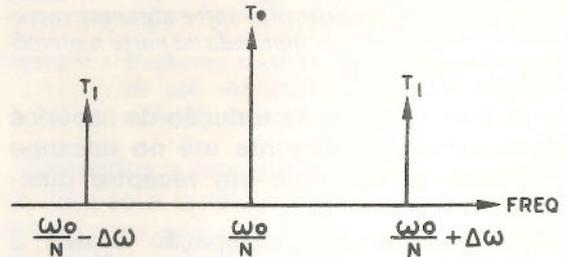


Figura 4 - Espectro do sinal V_o considerando apenas as "raias" significativas.

Se agora calcularmos o cociente entre a potência senóide desejada e a potência combinada das duas "raias" significativas

obteremos a seguinte relação sinal-ruído:

$$\frac{S}{N} = \frac{(\zeta_0)^2}{2(\zeta_1)^2} = \frac{1}{2\left(\frac{a}{2An}\right)^2} = 2n^2 \left(\frac{A}{a}\right)^2$$

↑ relação sinal ruído na saída
 ↑ relação sinal ruído na entrada

4. Resumindo os raciocínios feitos até aqui a situação é a seguinte:

- o espúrio modula o sinal desejado em amplitude mas esta não passa para a saída o que se traduz numa primeira vantagem do processo.

- a modulação parasita na frequência passa para a saída mas os primeiros com-

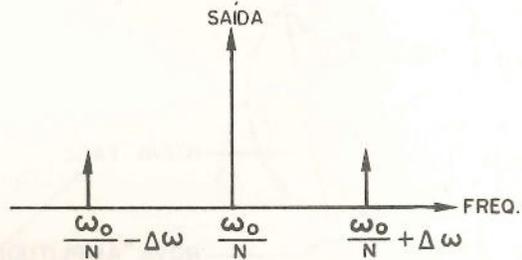
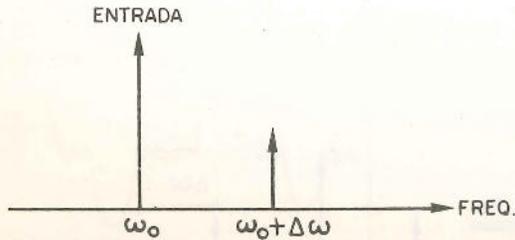


Figura 5 - Comparação entre os espectros de entrada, V_i , e de saída, V_o , em termos de largura de banda relativa.

Para exemplificar o caso, suponhamos uma portadora de 35MHz perturbada por uma espúrio em 36MHz e com nível 20dB abaixo*. Através de uma divisão por 2 ($n=2$) seria possível não só "afastar" os espúrios do sinal desejado como reduzir a potência global de perturbação de 20dB para 29dB abaixo da nova portadora de 17,5 MHz. Com um filtro poder-se-ia agora mais facilmente atenuar as duas "raias" laterais.

*Para desníveis menores que 20dB a teoria em essência ainda é válida mas sofre algumas correções e torna-se mais complicada na parte matemática.

5. Este método de redução de espúrios torna-se particularmente útil no desenho do oscilador local de um receptor qualquer.

Neste caso a preocupação básica é garantir que o sinal, injetado no misturador pelo oscilador, é desprovido de espúrios importantes para que só a frequência da R.F. desejada seja convertida para a F.I. Havendo espúrios importantes outros sinais de R.F. poderão "bater" com esses espúrios e entrar na F.I.

ponentes do espectro de V_o estão afastados $\Delta\omega$ do sinal desejado. O fato do afastamento relativo.

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_0/n} = n \frac{\Delta\omega}{\omega_0}$$

ser n vezes superior à distância relativa na entrada é uma segunda vantagem da divisão de frequência: é mais fácil construir um filtro para eliminar as "raias".

- relação de potências entre o sinal desejado e a soma das "raias" é $2n^2$ vezes melhor do que a relação de potência na entrada. Esta é a terceira vantagem do processo.

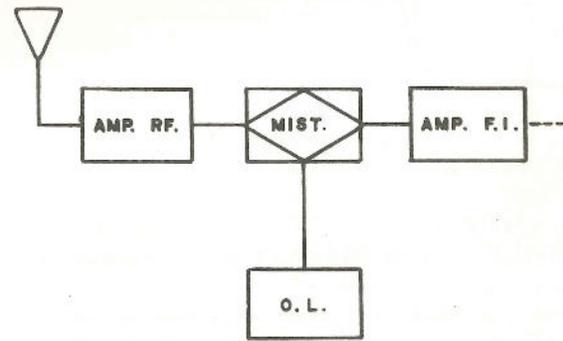


Figura 6 - Esquema bloco de parte de um receptor mostrando o oscilador local.

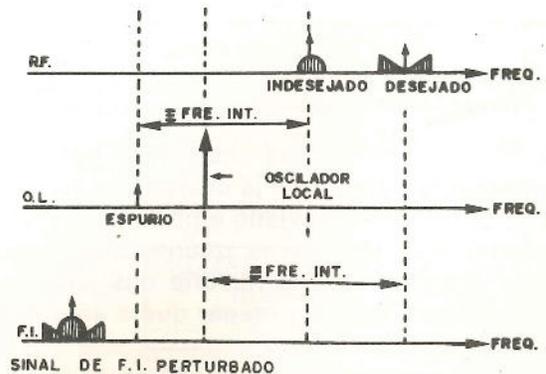


Figura 7 - Efeito de um espúrio do O.Local sobre o sinal total que entra na F.I.

É no intuito de reduzir o nível de espúrios que a divisão de freqüência se revela útil quer pela redução direta do seu nível quer pelo maior facilidade de filtragem que permite.

Por isso é mais conveniente desenhar osciladoras locais partindo de uma freqüência alta e dividindo até à freqüência desejada do que usar o habitual processo com multiplicação de freqüência.

No entanto haverá situações em que este processo não se apresenta vantajoso do ponto de vista técnico-econômico.

De fato sempre que a freqüência de saída do oscilador local for muito elevada haverá que partir de uma freqüência ainda mais alta o que não é nem tecnicamente muito fácil nem economicamente aconselhável.

6. Para esses casos existe uma solução, mas que demanda uma pequena incursão na ação de multiplicação de freqüências.

É de prever que se a divisão melhora a relação sinal-ruído, a multiplicação, a vá piorar. A questão é de saber quanto vale essa piora.

Ora no caso da divisão a melhoria é de $2n^2$ mas o sinal de saída do divisor apenas apresenta modulação parasita na freqüência. Não fora a presença da limitação e o espectro de saída teria ainda "raias" da modulação parasita na amplitude e a melhoria não seria tão intensa.

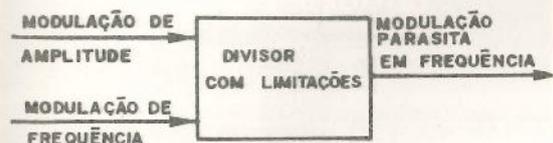


Figura 8 - Esquema simbólico do funcionamento de um divisor onde a modulação de amplitude parasita é eliminada.

Vamos mostrar que a divisão apenas melhoraria S/N na razão de n^2 se não houvesse qualquer ação de limitação. Podemos usar a expressão do parágrafo 3.

$$V = \sqrt{A^2 + 2aA \cos \Delta \omega t + a^2} \sin \left[\frac{\omega_0}{n} t + \arctg \frac{a \sin \Delta \omega t}{A + a \cos \Delta \omega t} \right]$$

para o sinal na saída do divisor não limitada.

Nos casos habituais - $a \ll A$ - podemos aproximar aquela relação por:

$$V = A \left[\underbrace{1 + \frac{a}{A} \cos \Delta \omega t}_{\text{modulação amplitude}} \right] \sin \left[\underbrace{\frac{\omega_0}{n} t + \frac{a}{A} \sin \Delta \omega t}_{\text{modulação freqüência}} \right]$$

Sem querer entrar em grandes cálculos matemáticos, o fato de haver duas modulações simultâneas, obriga-nos a somar as "raias" de cada uma delas.* Como se pode observar na figura 9 uma das "raias" de um espectro cancela a do outro e as outras duas somam-se. Portanto a relação sinal ruído será dada por:

$$\frac{S}{N} = \frac{(\zeta_0)^2}{(2\zeta_1)^2} \approx \frac{1}{\left(2 \frac{a}{2An}\right)^2} = n^2 \left(\frac{A}{a}\right)^2$$

isto é desapareceu o fator 2 originado na eliminação da modulação parasita na amplitude.

*Fazemos aqui uma aproximação de desprezar os termos cruzados das duas modulações.

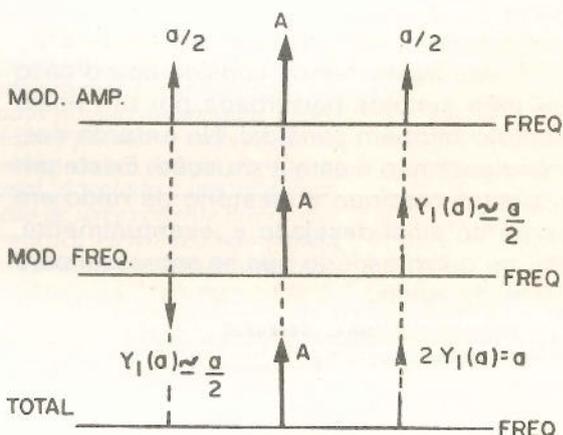


Figura 9 - Esquema simbólico do funcionamento de um multiplicador sem qualquer ação de limitação.

Chegados a este ponto podemos imaginar que se a multiplicação é o inverso da divisão mas sem qualquer ação de limitação, então a piora será de n^2 onde n é o fator de multiplicação: as duas modulações parasitas passam da entrada para a saída.

Resumindo: a divisão por n feita com limitação, melhora S/N de $2n^2$ vezes, mas a multiplicação, por ser feita sem limitação piora apenas n^2 vezes.

ÓRGÃO ELETRÔNICO DUAL VOX



Com este instrumento musical eletrônico de fácil construção você pode executar com facilidade diversas peças musicais. Os dois circuitos osciladores separados proporcionam duas vozes, permitindo assim acordes, seu alcance permite a elaboração de um teclado de diversas oitavas, além de ser dotado de vibrato tendo pois um "toque" profissional. Acoplado a um amplificador de potência permite a obtenção de um excelente nível sonoro. Os leitores que gostam de música eletrônica não podem deixar de fazer suas experiências com este instrumento interessante.

Órgãos eletrônicos são sem dúvida instrumentos que despertam a atenção de uma grande quantidade de nossos leitores. Por este motivo, já que tivemos oportunidade em duas vezes de levar ao nosso público projetos de órgãos de brinquedo com os quais efeitos sonoros interessantes podiam ser obtidos. Como o interesse pela música eletrônica por parte de muitos se dirige aos sintetizadores que são circuitos de alto grau de complexidade, procurando ir cada vez mais em sua direção, evoluímos em nossos órgãos eletrônicos de brinquedo, apresentando agora uma terceira versão, melhor que as duas anteriores.

As características de nossos órgãos eletrônicos ainda não são comparáveis a um tipo profissional, mas sem dúvida permi-

tem a realização de um brinquedo bastante interessante.

— Dois circuitos osciladores separados permitindo a obtenção de acordes.

— Ajuste independentes em cada nota musical.

— Circuito de vibrato com frequência ajustável.

— Possibilidade de acoplamento em qualquer amplificador

— Alcance de todas as oitavas da escala audível, inclusive os sustenidos.

— Alimentação por pilhas comuns.

Na montagem final, o leitor terá duas possibilidades: utilizar um teclado simples de circuito impresso, tocando com pontas de prova, ou então elaborar ou adaptar um teclado com interruptores. (fig.1).

Na figura 3 temos o gráfico que permite determinar a faixa coberta pelo oscilador em função dos valores de seus componentes.

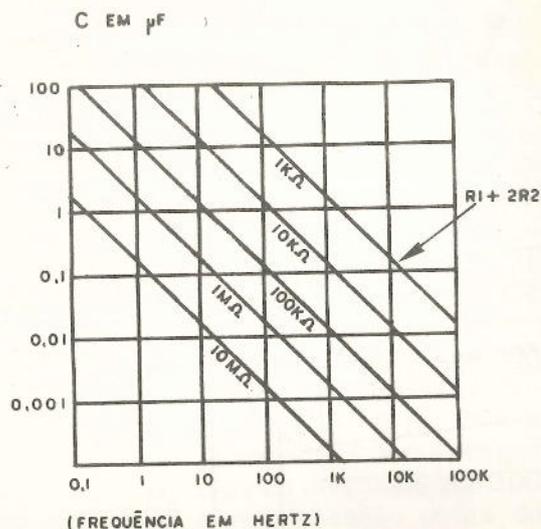


Figura 3

Veja o leitor que a frequência depende tanto do valor de C como de R1 e R2. Isso significa que temos duas possibilidades práticas ao projetar o circuito: usar um valor de C correspondente a cada nota musical ou então usar um valor de R2 para cada nota. Se utilizarmos um valor de C para cada nota teremos sérias dificuldades práticas, já que estes componentes são fixos, não podendo ter seus valores modificados para qualquer afinação. Por outro lado, para R2 podemos usar trim-pots que são resistores variáveis o que permite que cada nota seja ajustada separadamente. O instrumento poderá então ser afinado nota por nota, bastando para isso usar um trim-pot para cada tecla. Como esses componentes são de baixo custo e fácil obtenção o leitor não precisa se preocupar com os gastos se pensar em utilizar duas, três ou mesmo, mais oitavas em seu órgão.

Mantendo então fixo o valor de C (por exemplo 0,1 µF) podemos com um trim-pot de 1 M ohms, variar a frequência do oscilador entre 10 Hz e 15 kHz aproximadamente o que corresponde a todas as oitavas da escala musical. (figura 4).

A forma de onda obtida nos osciladores é muito importante, pois ela determina o timbre do instrumento. Assim, no pino 3 de cada 555, temos um sinal retangular,

enquanto que no pino 2 e 6 podemos obter um sinal "dente de serra". Como a intensidade do sinal é pequena, este deve ser aplicado a um amplificador para se obter com isso uma boa potência sonora para o órgão.

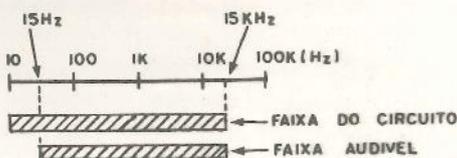
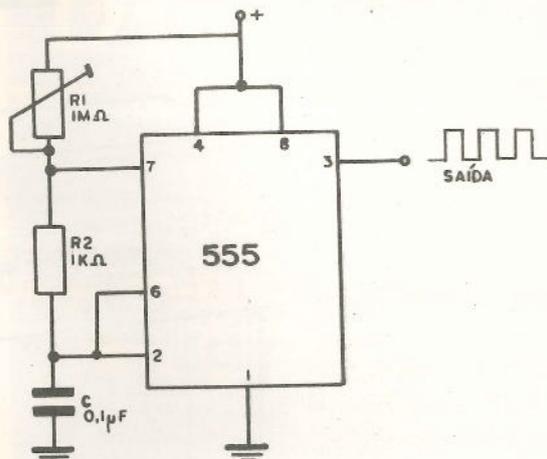


Figura 4

De modo a permitir a obtenção de acordes, são utilizados dois circuitos osciladores separados. Assim, no caso de usarmos pontas de prova para tocar, poderemos ter uma ponta de prova para cada oscilador podendo separadamente produzir qualquer nota das escalas, ou então no caso de usarmos um teclado podemos acoplar o primeiro oscilador ao primeiro conjunto de teclas (primeira oitava), o segundo oscilador ao segundo conjunto de teclas (segunda oitava) e se quisermos mais notas, poderemos usar um terceiro, um quarto e até mesmo um quinto oscilador.

O segundo circuito a ser analisado é o de vibrato. Um sinal de baixa frequência é aplicado por meio de um capacitor de 4,7 µF a cada um dos osciladores principais com o 555 de modo a poder "variar" a largura e conseqüentemente a frequência dos pulsos produzidos por estes circuitos, conforme indica a figura 5.

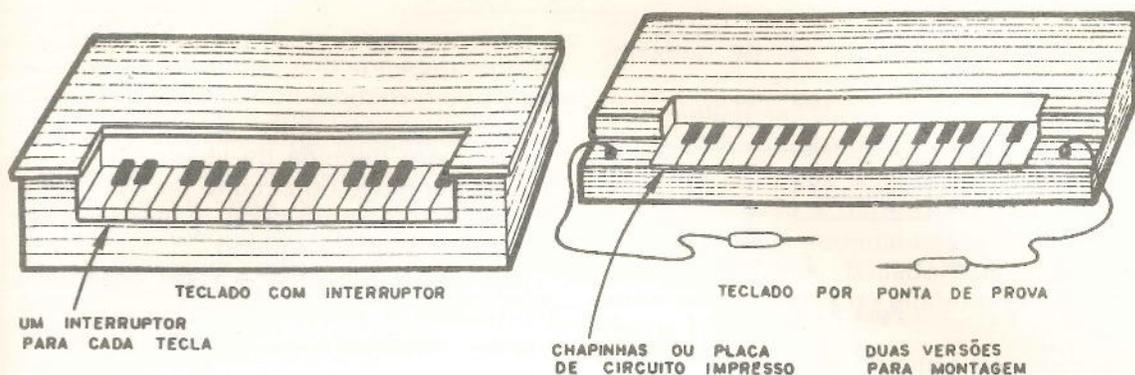


Figura 1

A parte eletrônica utiliza componentes de fácil obtenção em nosso mercado e mesmo com o emprego de circuitos integrados, os leitores não terão dificuldades com sua realização, bastando para isso seguir à risca nossas instruções.

O CIRCUITO

Para analisar este circuito devemos dividi-lo em duas partes: os osciladores principais que são responsáveis pela produção da corrente alternada nas frequências das notas musicais, e os circuitos osciladores do vibrato que modulam os sinais dos osciladores principais.

A parte de áudio permite diversas opções: pode-se utilizar um amplificador separado do circuito ou então num amplificador incorporado de que trataremos separadamente.

Os dois osciladores principais tem como base os circuitos integrados 555 que são timers ligados na configuração de multivibradores astáveis.

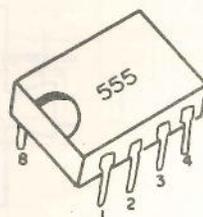
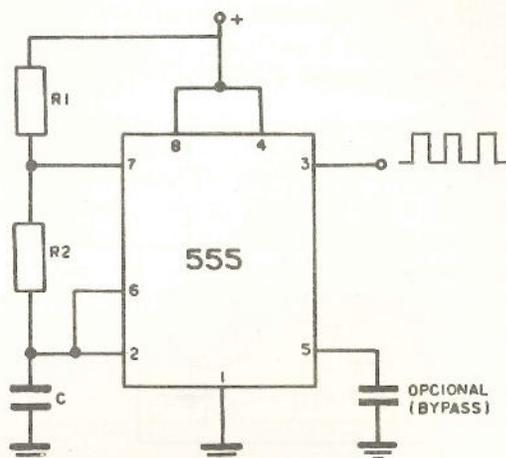
Estes circuitos geram sinais retangulares ou triângulares que determinam o timbre do instrumento. Aplicados a um amplificador estes sinais podem ser convertidos em som, e conforme sua frequência podem corresponder a qualquer nota da escala musical.

Na figura 2 temos o circuito básico de um multivibrador astável que usa um integrado 555. Neste circuito, a frequência do sinal produzido pelo oscilador depende dos valores de R1, R2 e C. A Fórmula que relaciona estas grandezas é:

$$f = 1,44 / ((R1 + 2R2) \cdot C)$$

Para um funcionamento estável do cir-

cuito R1 + R2 não devem ter valor superior a 3,3 M ohms, enquanto que R1 e R2 não podem também ter um valor inferior a 1 k ohms.



IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS

Figura 2

O importante a ser observado é que este circuito pode gerar sinais na faixa de frequências que vai de menos de 0,1 Hz, até perto de 100 kHz o que significa que, com extrema facilidade este oscilador pode cobrir toda a faixa audível em suas oitavas.

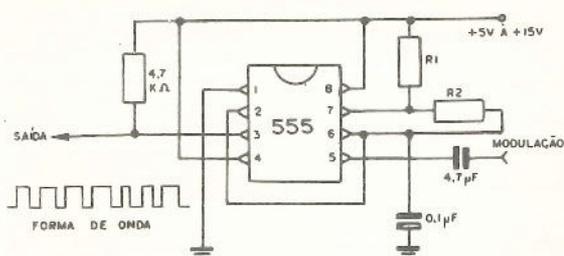


Figura 5

O resultado disso é que temos um som "tremido" com variação de frequência que tornam muito mais rico o som do órgão. Um controle da "profundidade" do vibrato é acrescentado para termos um controle total do som do instrumento.

O gerador de vibrato nada mais é do que um oscilador de "duplo T" operando numa frequência de aproximadamente 1 Hz, cuja forma de onda é senoidal. O aspecto básico deste oscilador é mostrado na figura 6.

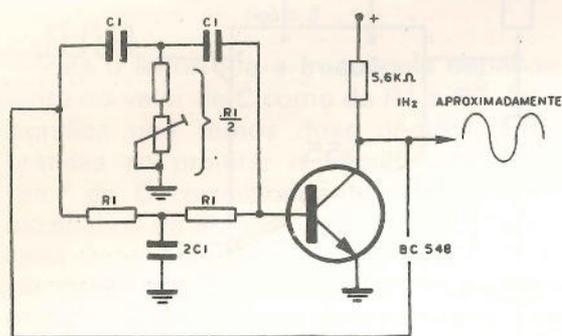


Figura 6

Num oscilador de duplo T a frequência do sinal depende dos valores dos capacitores e dos resistores no filtro em T, e estes devem obedecer entre si também, uma relação bem definida de valores.

A alimentação do circuito de vibrato é a mesma do órgão em geral, já que seu consumo é bastante pequeno.

Um ponto importante a ser observado em relação à versão que usa pontas de prova, refere-se à afinação. Nesta, tocando a mesma tecla com uma ou com outra ponta de prova deve-se obter o mesmo som, o ajuste torna-se muito crítico em vista das diferenças de valores reais existentes dos componentes e os valores marcados. Veja que um capacitor pode ter normalmente uma tolerância de 20% ou mais o mesmo sucedendo com resistores. No caso do uso de teclado, como reservamos um oscilador para metade do teclado e outro para a outra metade, o ajuste é bem mais simples, mas mesmo assim o leitor deve ter "bom ouvido" para manter as relações indicadas entre as notas, segundo ocorre nos instrumentos musicais de verdade.

A alimentação do circuito pode ser feita por meio de 6 pilhas pequenas ou médias, ou então por uma fonte ligada à rede, cujo diagrama é mostrado na figura 7. Se o amplificador a ser usado for incorporado ao órgão, no projeto da fonte o leitor deve levar em conta também seu consumo de energia.

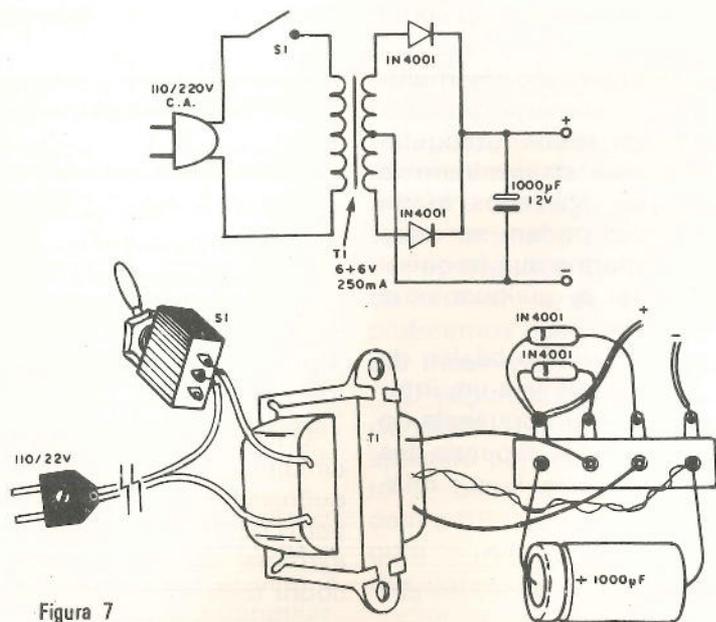


Figura 7

MONTAGEM

Como este circuito tem por base circuitos interligados, a melhor montagem é a realizada em placa de circuito impresso. Entretanto, existe também a possibilidade de se realizar uma boa montagem, com igual desempenho em uma base de madeira ou qualquer outro material isolante onde são fixadas duas pontes de terminais paralelas (figura 8).

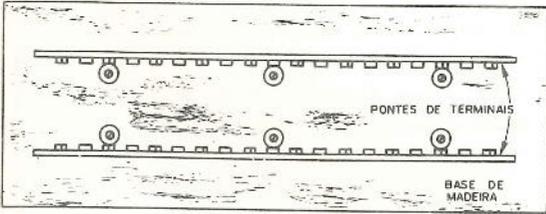


Figura 8

Descreveremos a montagem para os dois casos:

Para a realização da parte eletrônica, o leitor necessitará das ferramentas habi-

tuais: um soldador de pequena potência (máximo 30 W), um alicate de corte, um alicate de ponta, chave de fendas, solda de boa qualidade. Se optar pela versão em placa de circuito impresso deve possuir os recursos para sua realização prática.

Com relação à parte mecânica, o leitor deve possuir o material necessário à montagem da caixa, teclado, ou então sua adaptação a partir de algum órgão ou piano de brinquedo.

O circuito básico da parte eletrônica (oscilador principal e vibrato - sem o amplificador) é mostrado na figura 9. Neste circuito apenas mostramos onde devem ser ligados os teclados que admitem duas versões. Essas versões serão tratadas separadamente. A primeira é para ser tocada com pontas de prova podendo ser feita em placa de circuito impresso ou com latinhas fixadas a uma base de madeira, conforme sugere a figura 10. A segunda consiste em teclas que acionam interruptores, podendo ser adaptada a partir de um teclado de piano de brinquedo ou qualquer outro instrumento, ou então elaborada inteiramente pelo leitor. (figura 11).

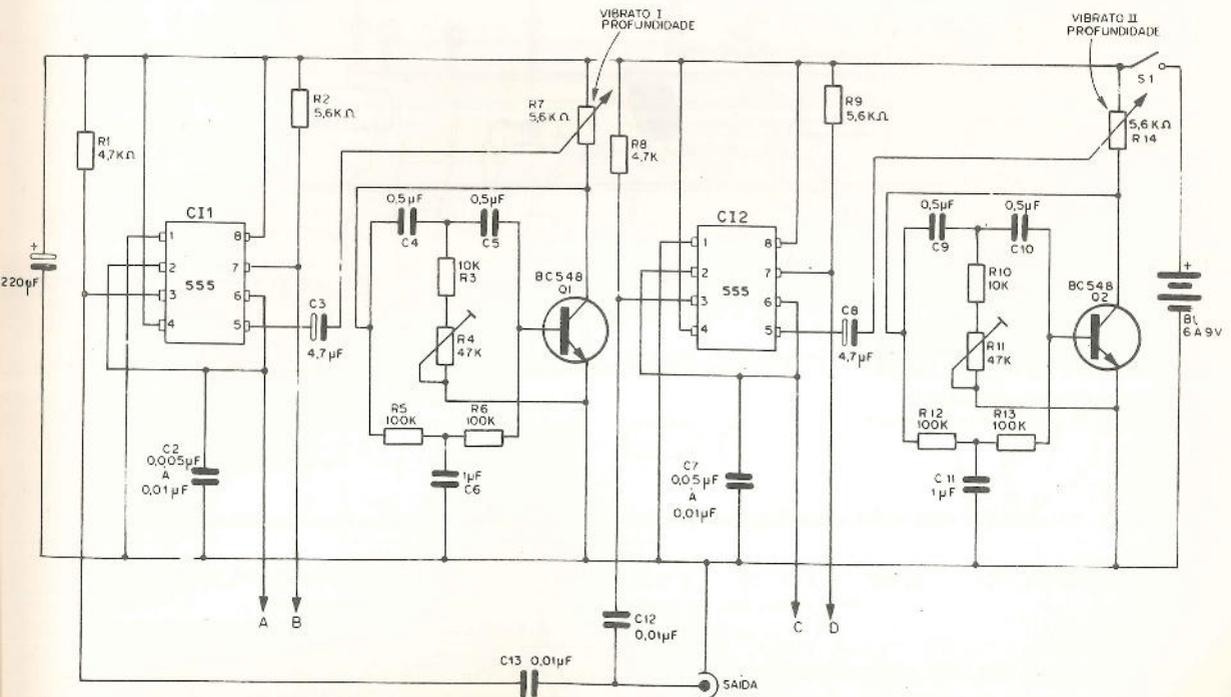


Figura 9

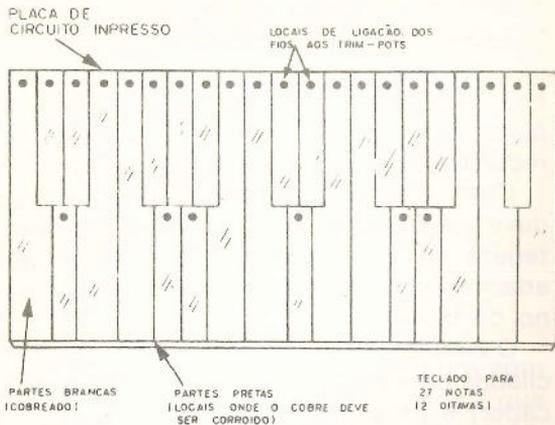


Figura 10

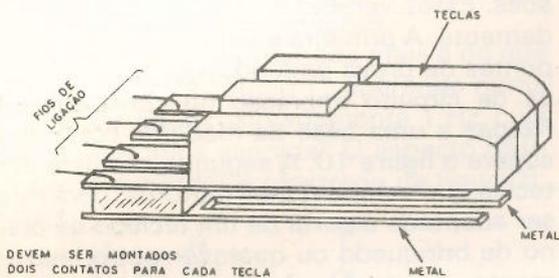


Figura 11

Para o circuito eletrônico temos a sua realização prática em ponte de terminais mostrada na figura 12, e a versão em placa de circuito impresso mostrada na figura 13.

O amplificador usado pode ser de qualquer tipo com uma alta impedância de entrada, sendo o volume do som controlado no mesmo. Se o leitor quiser incorporar um amplificador ao seu órgão, pode utilizar o "micro-amplificador de áudio" de aproximadamente 1,5 W publicado na Revista 64, tendo para esta finalidade a plaquinha de circuito impresso que fornecemos como brinde. Na figura 14 temos a maneira como devem ser feitas as ligações deste amplificador ao órgão, incorporando-se um controle de volume que também serve para ligar e desligar a fonte de alimentação. Com este amplificador teremos um excelente volume para o órgão eletrônico.

Na preparação da caixa para alojar seu órgão, o leitor deve prever toda a furação para colocação dos controles, de eventuais jaques de saída e outros recursos que preterir dotá-lo.

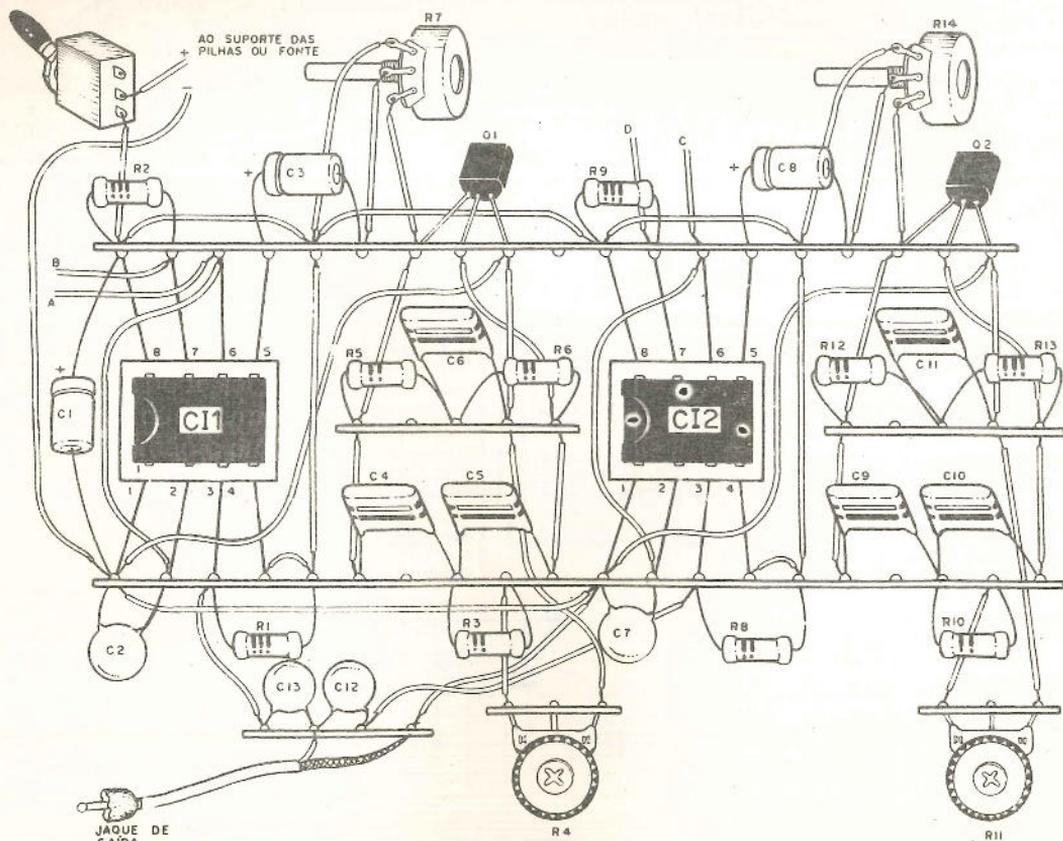


Figura 12

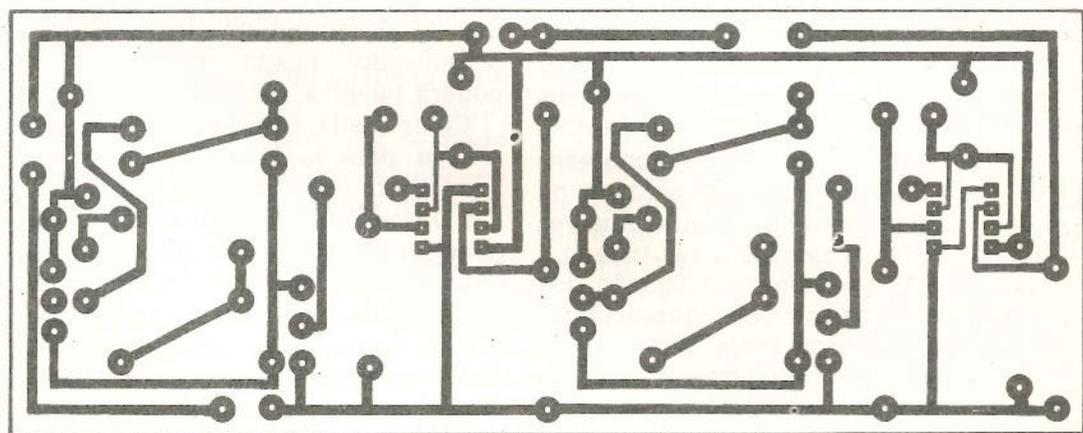
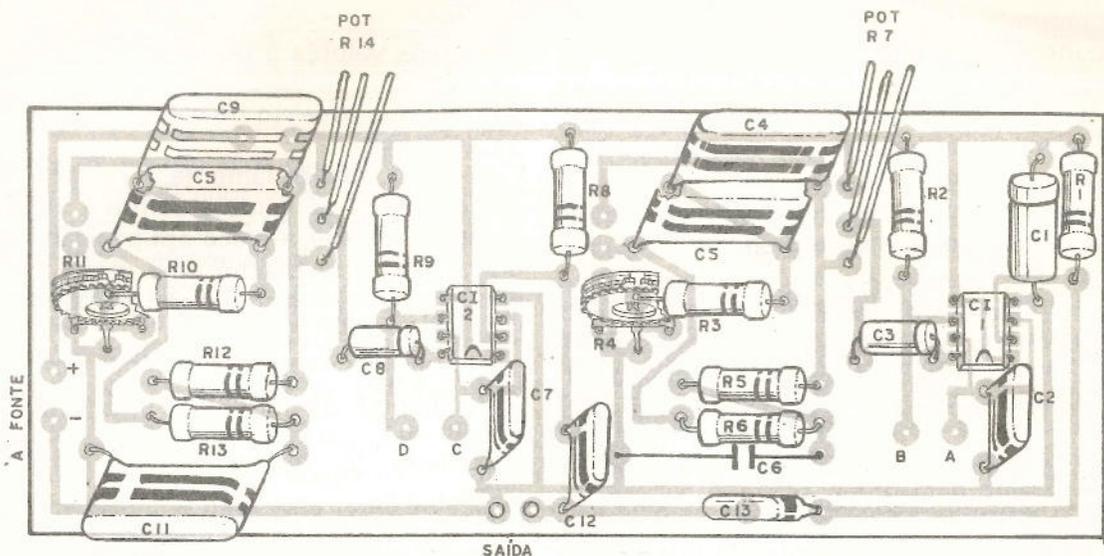


Figura 13

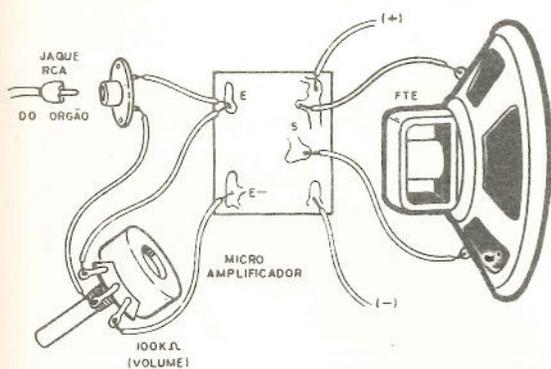


Figura 14

1) VERSÃO EM PONTE

a) Prepare a base de montagem, fixando as pontes de terminais por meio de parafusos. Essa base de montagem pode ser uma tábua de compensado, na qual também será montado o teclado, ou então o próprio fundo da caixa do brinquedo que estará sendo adaptado.

b) Prepare os soquetes dos circuitos integrados, soldando em cada um, pedaços de fio nu de aproximadamente 5 cm de comprimento que então serão soldados às pontes da maneira indicada nas figuras. Na soldagem segure o fio entre o soquete e a ponte por meio de um alicate de ponta de modo a evitar que o calor desenvolvido no processo não se propague até o terminal, desfazendo a solda neste local.

c) Proceda a soldagem de todos os

Damos a seguir uma orientação com a sequência de operações de montagem, tanto para a versão em placa de circuito impresso como para a versão em ponte de terminais.

componentes na ponte, em torno dos circuitos integrados, observando que os resistores não tem polaridade certa, e que os capacitores tem polaridade certa que devem ser gravadas em seus invólucros. Os capacitores da lista de material tem valor mínimo de tensão. Quaisquer valores maiores que os indicados podem ser usado.

d) Faça as interligações entre os componentes da ponte de terminais com os fios flexíveis de capa plástica, cortando-os em comprimentos apenas o suficiente para interligar os pontos desejados. Fios muito longos podem introduzir ruídos no som produzido pelo órgão.

e) Solde os transistores dos dois osciladores de vibrato, observando que o lado chato desses componentes devem ficar voltados para cima. Na operação de soldagem, evite que excesso de calor atinja o corpo de componente, segurando os terminais com o alicate de ponta.

f) O trim-pot de ajuste de funcionamento de cada vibrato, pode ser soldado na própria ponte de terminais já que, uma vez ajustado não mais precisará ser tocado.

g) Faça provisoriamente a ligação dos controles externos, ou seja, potenciômetros, chaves, jaque de saída, etc.

Para o caso de montagem em placa de circuito impresso os cuidados são os seguintes:

II) VERSÃO EM PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

a) De posse da placa de circuito impresso pronta, antes de fazer a soldagem dos componentes, verifique se não existe nenhuma irregularidade na mesma, se existem tiras com interrupções, em curto ou com qualquer anormalidade.

b) Comece por soldar os soquetes dos circuitos integrados nas posições dadas pelas figuras. Observamos que o soquete pode ser eliminado, mas no caso, se houver algum problema com o mesmo que exija sua troca, esta tarefa será consideravelmente dificultada, além de se correr o risco do mesmo sofrer danos durante o próprio processo de soldagem. O leitor que quiser eliminar este acessório importante da montagem poderá fazê-lo por sua própria conta e risco.

c) Solde os demais componentes nas

posições indicadas, sempre atentando para seus valores e polaridades. No caso do transistor de cada vibrato, tome cuidado para que excesso de calor não os afete na soldagem.

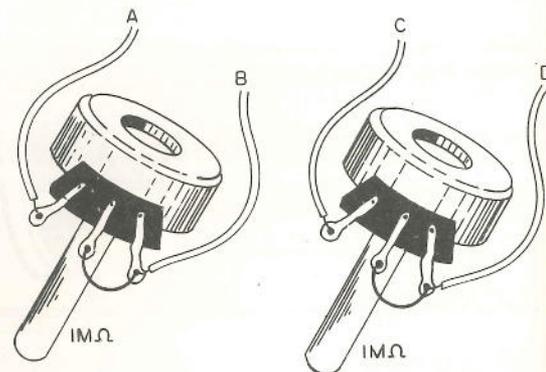
d) Faça provisoriamente a ligação dos componentes de saída e controle externo antes de instalar a placa em posição definitiva. Isso possibilitará uma prova inicial antes de se fazer a colocação em definitivo do conjunto na caixa.

e) Somente depois de terminar a montagem coloque os circuitos integrados nos soquetes, sempre atentando para sua posição, dada pela marca ou pinta num dos lados.

f) As ligações para os componentes de controle e saída podem ser feitas com cabinho flexível de capa plástica. Não use fios de comprimento excessivo pois se o amplificador usado for de alto-ganho poderá haver a captação de zumbidos.

Completada a montagem, da parte eletrônica, para as duas versões, ligue provisoriamente entre os pontos A e B, e entre C e D dois potenciômetros de 1M cada (linear sem chave), para poder realizar provas iniciais de funcionamento sem a necessidade de se ter o teclado pronto.

Veja na figura 15 como devem ser ligados esses potenciômetros. Com eles poderemos colocar os osciladores principais e os circuitos de vibrato para funcionar analisando seu desempenho, antes de termos os teclados prontos.



LIGAÇÃO DOS POTENCIÔMETROS DE PROVA

Figura 15

AJUSTE DO CIRCUITO OSCILADOR

Para o teste e ajuste do circuito oscilador na fase inicial, você precisará dispor de

um amplificador auxiliar, ou então já estar com o amplificador que usará internamente na montagem, definitivamente montado.

Ligue na saída do amplificador um alto-falante de acordo com sua potência. Para o micro-amplificador você pode usar um alto-falante de 10 ou 15 cm de 8 ohms de impedância, alimentando o circuito com uma tensão entre 6 e 9 V.

A prova de funcionamento é feita da seguinte maneira:

a) Ligue a fonte de alimentação do aparelho, ou seja, coloque as pilhas no suporte ou faça a conexão da unidade (fonte) à rede. (Veja o diagrama da fonte que fornecemos para esta finalidade com seu aspecto final).

b) Coloque o amplificador a ser utilizado numa posição de volume que permita uma boa escuta.

c) Logo que a unidade for ligada já pode haver emissão de som. Gire então separadamente os dois potenciômetros de modo a verificar a sua atuação no circuito. As variações de som produzidas por um e por outro devem ser iguais.

d) Em seguida, acione os circuitos de

vibrato, fechando o interruptor conjugado ao potenciômetro correspondente e ao mesmo tempo leve o potenciômetro todo para a direita de modo a ter-se máxima profundidade de ação deste controle. Ajuste o trim-pot que controla a ação de cada vibrato de modo a obter o som tremido desejado. Desligue um dos osciladores para ajustar cada vibrato de modo a facilitar a verificação de seu funcionamento, isto é, quando ajustar o vibrato 1, desligue o oscilador 2, tirando o potenciômetro correspondente ligado provisoriamente no lugar do teclado.

e) Funcionando tudo conforme o esperado, não mexa mais nos controles de vibrato, e retire os potenciômetros provisórios ligados entre os pontos A, B, C e D. Passe então à etapa seguinte da montagem que consiste na preparação do teclado e na afinação.

LIGAÇÃO DO TECLADO

Para qualquer uma das duas versões, os trim-pots devem ser soldados em ponte de terminais ou em placa de circuito impresso. (fig. 16).

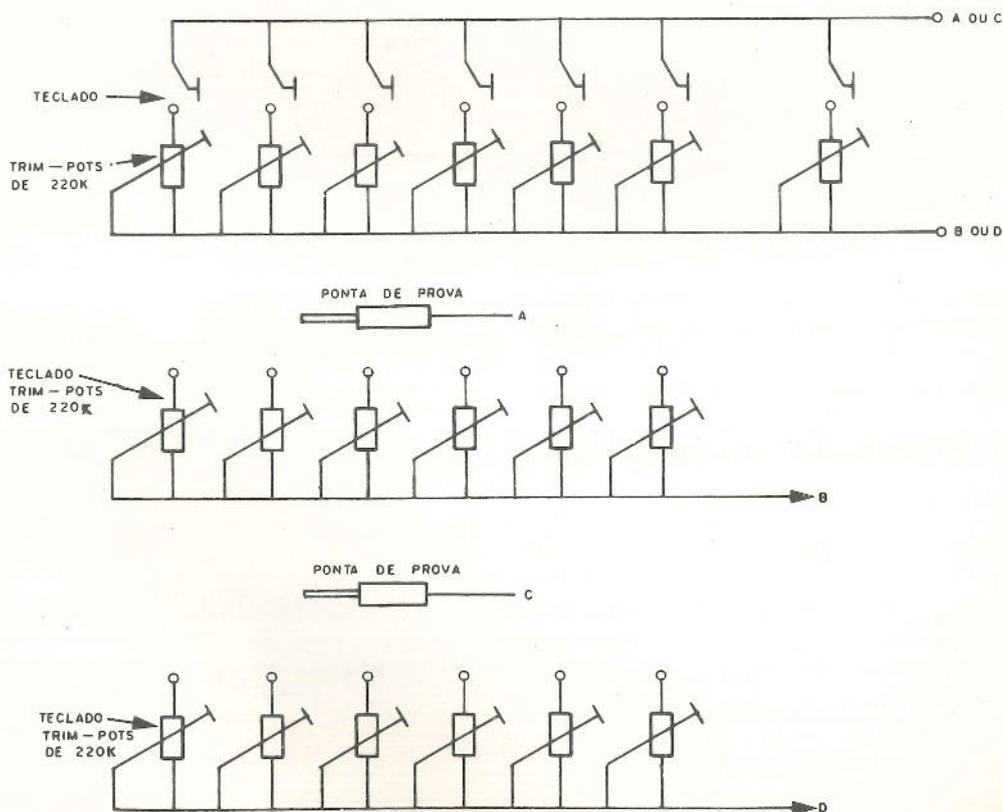


Figura 16

É muito importante que estes componentes sejam acessíveis a uma chave de fenda ou aos dedos para a realização de ajustes mesmo depois da unidade ser instalada definitivamente numa caixa.

Para cada tecla usada tem-se um potenciômetro correspondente que deverá ser ajustado para que, ao ser tocado, haja a emissão da nota correspondente. Não devem ser tocados duas notas adjacentes a não ser na versão com pontas de prova, pois a versão em teclado não permite a obtenção de acordes próximos.

Os teclados devem ser ligados da maneira indicada nas figuras. Seus dois únicos fios para cada oscilador num total de 4 são conectados aos pontos A, B, C e D do circuito principal. Se o leitor quiser poderá estender à vontade o número de teclas, mantendo é claro os limites admitidos para funcionamento do circuito.

Uma vez constatado o funcionamento do oscilador, e ligado o teclado, procedese a afinação por nota. Para esta operação será preferível que o leitor tenha conhecimento de música ou toque algum instrumento.

Lista de Material

C11, C12 - NE555, LM555, 555 - circuito integrado (timer)

Q1, Q2 - BC548, BC238, ou qualquer outro equivalente

C1 - 220 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico

C2, C7 - Capacitor de cerâmica ou poliéster de valores entre 0,005 μ F à 0,01 μ F - O valor dependerá da faixa de frequência desejada. Faça experiência com diversos valores.

C3, C8 - 4,7 μ F x 16 V ou mais - capacitor eletrolítico

C4, C5, C9, C10 - 0,5 μ F ou 0,47 μ F - capacitor de poliéster metalizado (amarelo, violeta, amarelo)

C6, C11 - 1 μ F - capacitor de poliéster metalizado (marrom, preto, verde)

C12, C13 - 0,01 μ F - capacitor de poliéster ou cerâmica (marrom, preto, laranja)

R1, R8 - 4,7 k ohms x 1/4 W - resistores (amarelo, violeta, vermelho)

R2, R9 - 5,6 k ohms x 1/4 W - resistores (verde, azul, vermelho)

R3, R10 - 10 k ohms x 1/4 W - resistores (marrom, preto, laranja)

R4, R11 - 47 k ohms - trim-pots

R5, R6, R12, R13 - 100 k ohms x 1/4 W - resistores (marrom, preto, amarelo)

R7, R14 - 5,6 k ohms ou 4,7 k ohms - potenciômetros lin ou log

B1 - Bateria de 6 ou 9 V ou fonte segundo o texto Diversos: ponte de terminais ou placa de CI, suporte para os circuitos integrados, knobs para os potenciômetros, jaque de saída, interruptor simples (S1), fios, solda, teclado, trim-pots de 220 k em número igual ao de teclas do teclado, parafusos, etc.

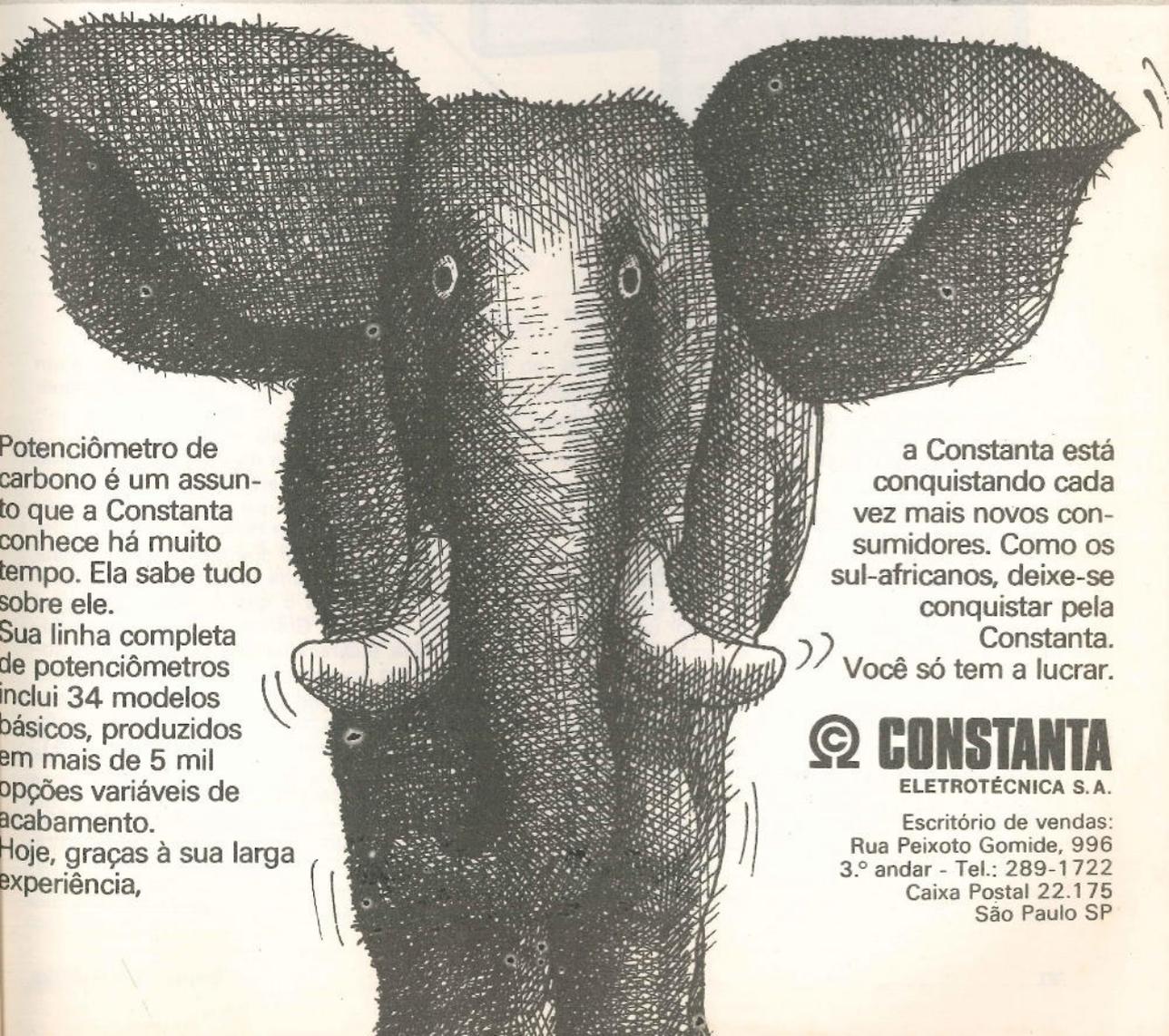
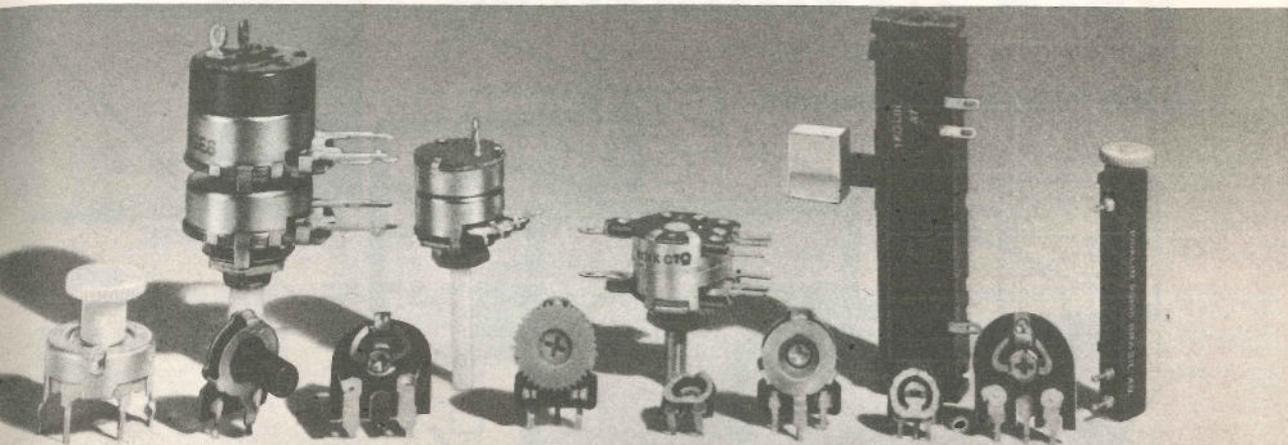
NÚMEROS ATRASADOS PELO REEMBOLSO POSTAL:

(A PARTIR DO Nº 46)

À REVISTA SABER ELETRÔNICA

CAIXA POSTAL Nº 50450 - S. PAULO - SP

Você encontra potenciômetros de carbono Constanta nos E.E. UU., na África do Sul, no Canadá. E no Brasil.



Potenciômetro de carbono é um assunto que a Constanta conhece há muito tempo. Ela sabe tudo sobre ele.

Sua linha completa de potenciômetros inclui 34 modelos básicos, produzidos em mais de 5 mil opções variáveis de acabamento.

Hoje, graças à sua larga experiência,

a Constanta está conquistando cada vez mais novos consumidores. Como os sul-africanos, deixe-se conquistar pela Constanta.

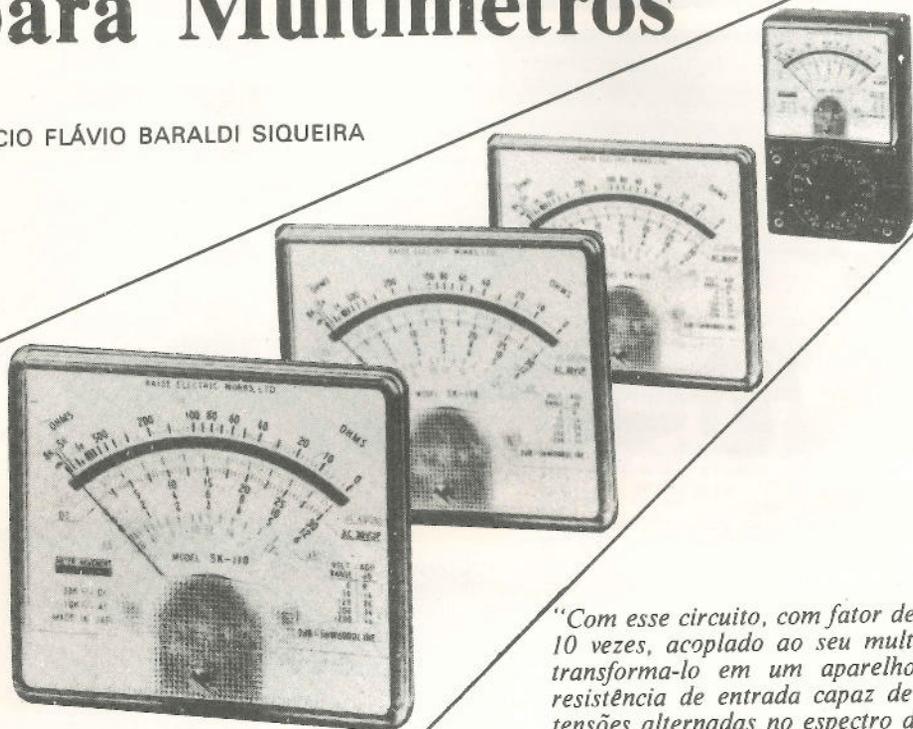
Você só tem a lucrar.

 **CONSTANTA**
ELETROTÉCNICA S. A.

Escritório de vendas:
Rua Peixoto Gomide, 996
3.º andar - Tel.: 289-1722
Caixa Postal 22.175
São Paulo SP

Amplificador de Escala VCA para Multímetros

AÉCIO FLÁVIO BARALDI SIQUEIRA



"Com esse circuito, com fator de amplificação de 10 vezes, acoplado ao seu multímetro, você vai transformá-lo em um aparelho com altíssima resistência de entrada capaz de ler milivolts de tensões alternadas no espectro de audio-freqüências".

Quando apresentamos o artigo "AMPLIADOR DE ESCALA (VDC) PARA MULTÍMETRO" publicado na revista 67, automaticamente assumimos um compromisso de elaborar um circuito que fosse capaz de, associado a qualquer modelo de multímetro, fazê-lo ler tensões alternadas de pequena amplitude (baixos sinais), sem que com isto o leitor precisasse dispensar de muita energia, tanto "monetária como bioquímica". E aqui está o artigo que descreve tal circuito e tenho certeza, será de grande utilidade na prática eletrônica.

Na realidade ele deveria ser apresentado junto com o tal artigo da revista 67, como um circuito só capaz de medir VDC e VCA. Porém, por uma série de motivos de ordem técnica e também porque geralmente os leitores não gostam de montar circuitos com muitas interligações com fios entre chaves comutadoras e placas de fiação impressa, etc; resolvemos apresentá-lo assim desta forma, dando então opções para o leitor. Uma delas, em apresentando o circuito em duas versões, fazer o futuro montador optar por um deles, caso o outro não lhe seja de interesse, e uma outra, a de montar os dois circuitos, o que para isto, apresentaremos ainda neste artigo as conexões que serão necessárias.

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O circuito é bastante simples, pois apresenta um C.I. operacional do tipo 308, montado como amplificador inversor cujo ganho de tensão pode ser controlado pela malha de realimentação.

O 308, apresentado em diversas versões, como $\mu A308$, LM308, é um operacional ideal para este tipo de aplicação. Além de ser um "super β amplificador linear" o que quer dizer: ter um ganho de tensão superior a 100 db com uma larga resposta em frequência. Possui alta resistência de entrada, superior a 40 M ohms o que o torna compatível com os FET AMP OP. Grande estabilidade térmica, o que alfas, é característica típica dos operacionais, e também apresenta "bias-current" (corrente de polarização) e off-set voltage" (tensão de desequilíbrio) com valores minimizados em comparação aos operacionais mais populares como os 741, 709, etc.

Há ainda uma característica importante para este tipo de aplicação que é a entrada protegida contra sobre-tensões e também proteção contra curto indefinido nos terminais de saída. Devido portanto, a esta ótima performance técnica, foi o escolhido para ser a "alma do circuito".

O esquema completo do AMPLIADOR DE ESCALA (VCA) é apresentado na figura 1. Nele, os componentes R1, R2, P1 e C2 formam a rede de realimentação que controla o ganho do AMPLIADOR em torno de 10 vezes (o ajuste de P1 faz este controle). C2 corrige erros de amplificação para as frequências mais altas. Com esta malha de realimentação a impedância de entrada do circuito é superior a 10 M ohms. Fazendo apenas um pequeno comentário, antes de prosseguirmos; todos sabem da importância de se ter um voltímetro com

uma alta impedância de entrada. Não cabe aqui fazer uma análise a este respeito, mas para aqueles que desconhecem ou não estão convencidos desta importância, vale a pena retomar a revista 67, há uma ilustração bastante oportuna a este respeito no artigo da primeira versão do AMPLIADOR.

Prosseguindo com a descrição do circuito, a função de R3 é minimizar o efeito da "bias-current", enquanto C3 é um compensador externo de frequência necessário para estabilizar o funcionamento do operacional num ponto ótimo.

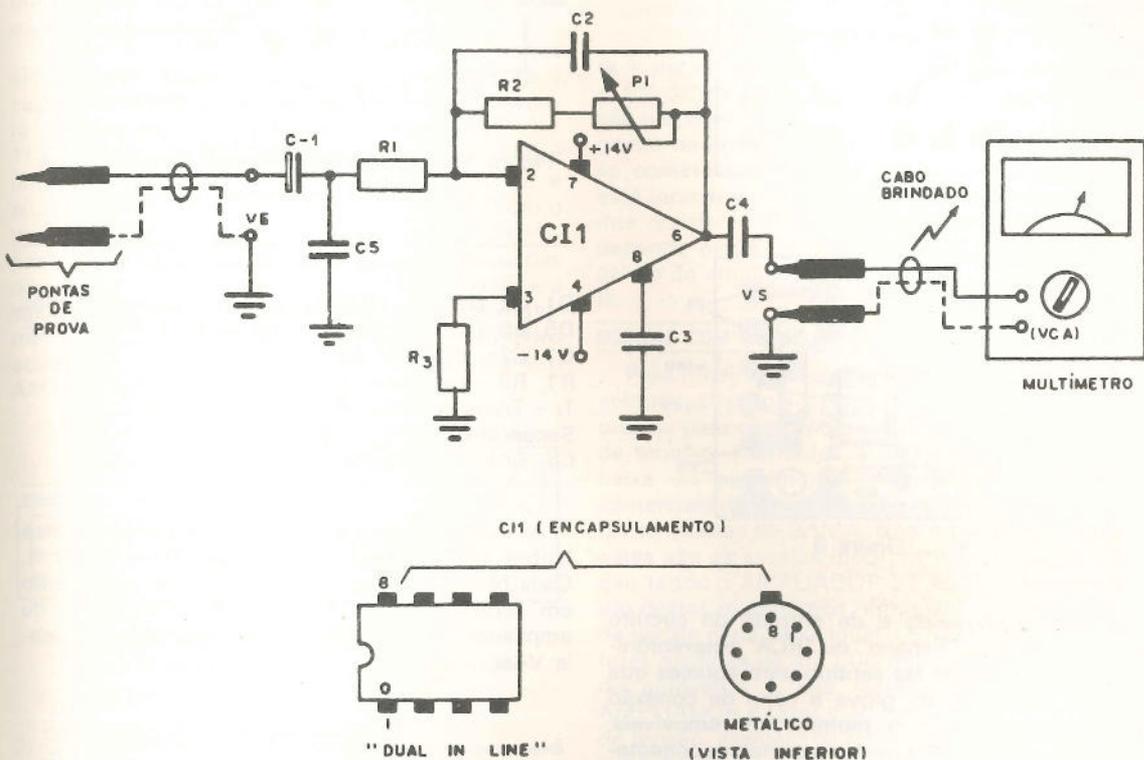


Figura 1: Diagrama esquemático do amplificador de escala VCA, onde:
 Ve: tensão de entrada (a ser medida).
 Vs: tensão de saída (lida pelo multímetro).

Lista de Material Figura 1

- | | |
|--------------------------------------|--|
| R1- 1 M ohms/ 1/4 W - 5% precisão | C2 - 10 pF/ 160 V - Cerâmica |
| R2- 6,8 M ohms / 1/4 W - 5% precisão | C3 - 120 pF/ 160 V - Cerâmica |
| R3- 820 K ohms/ 1/4 W - 5% precisão | C4 - 2,2 µF / 160 V - poliéster metalizado |
| P1- Trim-pot - 4,7 M ohms - linear | C5 - 68 pF/160 V - Cerâmica |
| C1- 4,7 µF/ 10 V - eletrolítico | CI1- LM308, µA308 - ou equivalentes. |

O bloqueio da componente contínua da tensão alternada (caso esta venha acompanhada de um valor médio) é feito por C1 e C4. A introdução destes capacitores no circuito facilita as coisas, pois não é necessário fazer-se um pré-ajuste da "off-set voltage" para se ter zero volt na saída do AMPLIADOR, com a entrada a potencial nulo. Isto não acontecia no amplificador para VDC, onde este ajuste era feito por potenciômetros especiais que controlavam a "off-set voltage" e as diferenças de

tensões nas duas entradas do operacional, provocadas pelas correntes de polarização.

Deu para perceber que o circuito é realmente bastante simples e dispensa portanto, mais comentários.

CONSTRUÇÃO DO APARELHO

Devido aos pouquíssimos componentes externos ao C.I. que o circuito do AMPLIADOR utiliza, a montagem fica bastante facilitada. Ela pode ser

feita em chapas de circuitos impressos padronizados, tipo "maliboard" mas para facilitar mais ainda as coisas para o montador, apresentamos a sugestão de "lay-out" para a construção da plaquinha do circuito impresso. A figura 2 mostra esta plaquinha vista pelo lado cobreado, enquanto a figura 3 indica a posição que os componentes ocupam.

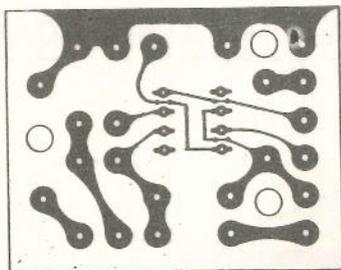


Figura 2

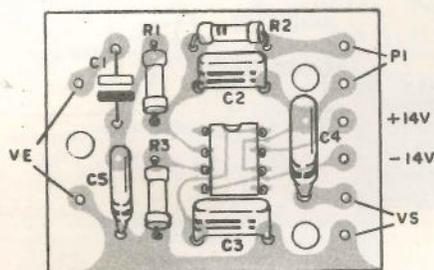


Figura 3

Os bornes de saída e de entrada do circuito podem ser do tipo "banana" ou "RCA" estereofônico. Esta sugestão só faz sentido para aqueles que quiserem ter ponta de prova e cabo de conexão externa (ligação com o multímetro) removíveis. Entretanto, eles podem perfeitamente ser conectados nos terminais respectivos da chapa do circuito impresso. Uma informação que deve ser levada em consideração é que estes cabos deverão ser do tipo blindado e encapados.

Para suprir a alimentação do circuito que por sinal é um pouco alta, (-14 a +14 V), seria bastante insensato fazê-la através de pilhas conectadas em série. Por isso, apresentamos na figura 4, a sugestão para a construção de uma fonte simétrica com tensão regulada a zener. É bastante simples e econômica.

A tensão simétrica que esta fonte fornece, serve também para alimentar o circuito do "Amplificador de Escala para VDC", apresentado na revista 67. Apesar de naquela oportunidade, termos apresentado o circuito com uma alimentação simétrica de (-9 a +9 V), podendo-se utilizar baterias comuns de 9 V; entretanto, ele funciona perfeitamente com uma tensão simétrica de -14 a +14 V. Para a montagem conjugada dos dois amplificadores, o ideal seria que o de VCA pudesse também ser alimentado com baterias, assim tornaria o aparelho mais compacto e portátil. Acontece que com a diminuição na tensão de alimentação, o circuito sofre algumas restrições para seu uso. Uma delas é a de limitar

em demasia a máxima tensão de entrada (a ser medida), não podendo, no caso, ultrapassar 1 V pico a pico.

Então, se o leitor desejar montar os dois circuitos juntos, a solução é alimentá-los com a fonte da figura 4, perdendo-se com isto a compatibilidade do aparelho.

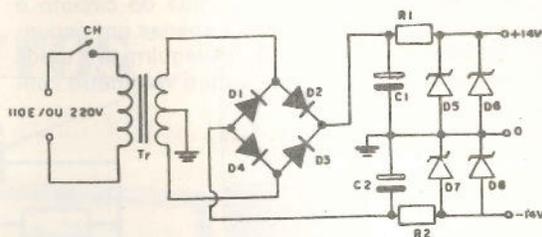
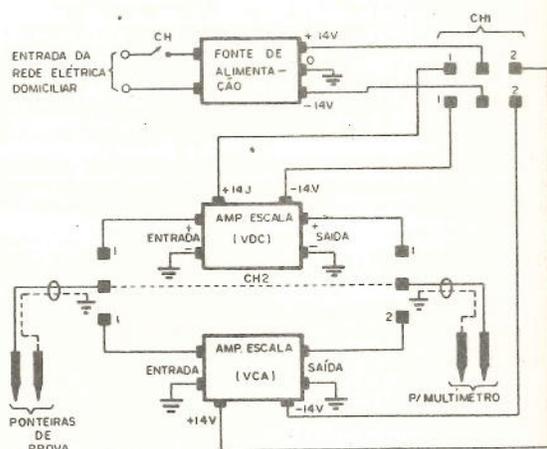


Figura 4: Fonte de alimentação simétrica para alimentar o circuito da figura 1.

Lista de Material Figura 4

D1, D2, D3, D4 - IN4002, BY126 - ou equivalente.
 D5, D6, D7, D8 - Diodo Zener para 14 V/400 mW.
 C1, C2 - 680 μ F/ 25 V - capacitor eletrolítico.
 R1, R2 - 68 ohms 1/2W.
 Tr - Transformador: Primário 110 e ou 220 V
 Secundário 12 + 12 V
 Ch- Chave interruptora simples.

As conexões para a montagem dos dois circuitos juntos são mostradas no esquema da figura 5. Cada bloco deste esquema representa um circuito em separado: o da fonte de alimentação, o do amplificador de escala VDC e a do amplificador de escala VCA.



Ch1, Ch2 - Chave bipolar tipo H-H:
 Pos. 1 \rightarrow leitura de VDC
 Pos. 2 \rightarrow leitura de VCA

Ch- interruptor simples.

Figura 5: Esquema de ligações para a utilização dos dois circuitos (amplificador de escala de VDC e amplificador de escala VCA), simultaneamente.

CALIBRAÇÃO DO CIRCUITO

Uma das vantagens da apresentação de um circuito simples como este pode ser vista agora no item "calibração do circuito". Na realidade, poderíamos ter esquematizado um amplificador de escala com um ganho bastante superior a este, porém, quanto maior o ganho, maior a complexidade do circuito e também maior a aparelhagem requisitada para a calibração do mesmo. Seria até um contrassenso apresentar um circuito mais complexo, pois quem possui um laboratório completo não precisa montar este circuito.

Voltando ao que nos interessa, para os menos afortunados, apresentaremos três opções para a calibração do circuito. Creio seja suficiente e evitará maiores aborrecimentos ao montador.

1) Para quem possuir um gerador de sinais, utilize ondas senoidais em uma frequência de 100 Hz e ajuste a saída do gerador para 1 V (medido com o próprio multímetro). Para se orientar melhor, acompanhe pelo esquema da figura 6. Conecte as saídas do gerador de sinais à entrada do AMPLIFICADOR e a saída deste, aos bornes de entrada (VCA) do multímetro. Feito isto, ajuste P1 para que o multímetro acuse uma leitura exata de 10 V. Lacre P1 e o AMPLIFICADOR está calibrado.

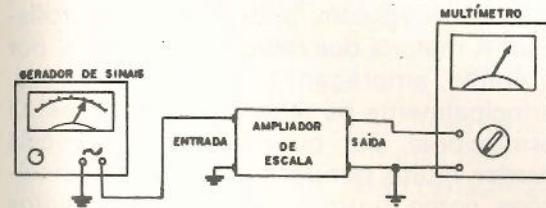


Figura 6: Orientação para calibragem do amplificador (opção 1 - leia texto).

2) Quem não possuir um gerador de sinais deverá se valer desta segunda opção. Consiste em aproveitar a voltagem da rede elétrica que é uma tensão alternada de 60 ciclos para geração do sinal de calibração. O esquema da figura 7 mostra como devem ser feitas as conexões. De acordo com a figura 7, o ajuste de P1 deve ser feito de modo que: $\frac{VE}{10} = VL$, onde:

VE é a tensão de entrada ou tensão nominal da rede elétrica domiciliar, geralmente igual a 110 V. VL é a tensão que a agulha do multímetro vai acusar. Se, por exemplo, VE for 110 V, implica que P1 deve ser ajustado para que VL seja 11 V.

3) A terceira opção deve ser utilizada para aqueles mais desprecavidos ainda ou, numa linguagem mais precisa — vai ser descrita para os "mais preguiçosos". Consiste simplesmente em substituir a resistência R2 e o trimpot P1, no esquema da figu-

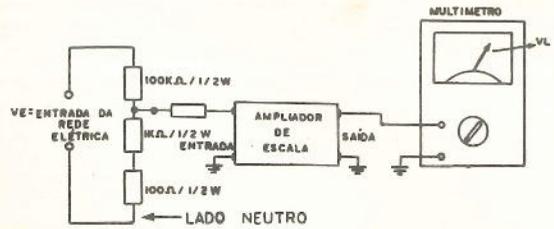


Figura 7: Orientação para a calibragem do Amplificador utilizando a rede elétrica domiciliar como gerador de tensão (opção 2 - leia texto).

ra 1, por um único resistor de 10 M ohms — 0,25 W — 5% de precisão. Com esta malha de realimentação o aparelho está praticamente calibrado em um ganho de aproximadamente 10 vezes. O erro que se comete usando esta opção para a calibração está intimamente ligado às tolerâncias nos valores dos resistores R1 e o resistor de 10 M ohms e depende ainda de um fator K relacionado com o ganho do amplificador operacional em malha aberta.

MEDIDAS COM O AMPLIFICADOR DE ESCALA (VCA)

Para medir tensões com o AMPLIFICADOR deve-se sempre utilizá-lo acoplado à entrada do multímetro própria para este tipo de medida, ou seja, medidas de tensões alternadas, e selecionar a escala mais baixa do aparelho. A maioria dos multímetros comerciais de preço acessível, tem para estas escalas os valores de 3 VCA, 5 VCA ou 10 VCA, etc. — estas são as escalas mais comuns. É lógico então, que tendo o AMPLIFICADOR DE ESCALA acoplado a um destes multímetros, tomemos como exemplo o de escala mais baixa igual a 5 VCA, pode-se então, fazer medidas de até 500 milivolts. Em se querendo aproveitar a alta resistência de entrada do AMPLIFICADOR e fazer medidas de valores mais altos de tensão, atentem os leitores para o fato de a máxima tensão de entrada permissível ao amplificador é de 14 V pico a pico, porém, a partir de valores superiores a 1 V eficaz, a forma de onda na saída do amplificador fica distorcida (não corresponde à mesma forma de onda da entrada) e isto implica em medidas errôneas.

Como em VCA é muito usada relações de decibéis, inclusive existe uma escala especial em quase todo multímetro graduada em decibéis, então, quando o AMPLIFICADOR for utilizado em conjunto com o multímetro para se fazer medidas onde se utilize relações de db, geralmente medidas em áudio-frequências, deve-se acrescentar (somar), 20 db ao valor lido na escala de decibéis do multímetro.

Por fim, acredito ter dado todas as informações possíveis para que os leitores ou os futuros experimentadores façam bom uso do AMPLIFICADOR DE ESCALA PARA VCA.

Uma Idéia Simples, Porém... EFICIENTE

Você tem dificuldades em realizar montagens experimentais como circuitos integrados? Não quebre a cabeça, nem desperdice material adotando as sugestões práticas dadas neste artigo.

Aquilino R. Leal

Os circuitos integrados, popularmente denominados integrados, revolucionaram o fascinante mundo da eletrônica sob todos os aspectos, tanto para o projetista como para o reparador. "Chegaram, viram e venceram"!

Os integrados compactaram os circuitos, aumentaram a vida útil dos equipamentos que os empregam, possibilitaram a realização prática de dispositivos e equipamentos eletrônicos antes impossíveis de serem uma realidade mesmo empregando o seu "irmão" transistor que, dia a dia, perde terreno para o "caçula", os custos de um projeto foram substancialmente reduzidos, o consumo de potência também foi reduzido, enfim transformaram o campo de aplicação para a eletrônica; tantos são os benefícios diretos que eles trouxeram o que seriam necessário empregar várias páginas da Revista para anunciá-los. Como benefícios indiretos podemos citar, entre outros: o desenvolvimento de uma tecnologia toda especial tanto para sua construção como para seu manuseio, aprimoramento técnico de todos aqueles que de uma ou de outra forma fazem da eletrônica seu dia-a-dia, provocaram o desenvolvimento de ferramental especial de forma a ser compatível com o contexto dos mesmos, ocasionaram a criação de novos instrumentos de medição, enfim trouxeram mais conforto à humanidade.

O reparador que não esteja familiarizado com os integrados pode mudar de profissão! A maioria dos rádios e televisores, por exemplo, empregam tecnologia integrada, principalmente os televisores em cores! O profissional, por outro lado, não precisa perder muito tempo fazendo várias medições como outrora ocorria nos circuitos de componentes discretos: basta que o mesmo verifique o funcionamento de um número reduzido de CIs (circuitos integrados) e... pronto! Imediatamente terá ganho seus "trocados" com uma precisão e rapidez deveras alarmante!

O projetista por sua vez ganha tempo e economiza dores de cabeça que serão úteis para outros problemas! Imagine o leitor, polarizar 100 a 200 transistores! Com a "nova" tecnologia só é necessário "polarizar" apenas um integrado e... os 100 (ou mais) transistores nele contidos estarão, com certeza, devidamente polarizados! Além disso certas funções complexas são conseguidas "automaticamente" de uma maneira precisa e segura ao se usar apenas, digamos, um único CI!

Obviamente, os CIs apresentam seus contras como, por exemplo, o seu delicado manuseio e o levantamento de suas características quando o CI se nos apresenta como uma "caixa preta". O pior acontece ao projetista, muitas vezes deseja, na prática, otimizar um circuito teórico ou pre-

tende montar um dispositivo com CIs, visando verificar o funcionamento e o comportamento de um ou de todos os CIs empregados no protótipo; isto é uma árdua tarefa devido à não mobilidade e à compactação de seus terminais; se o "pobre coitado" fizer a placa e nela quizer, depois de pronta, realizar modificações, estará irremediavelmente perdido! Após duas "soldagens" o cobre dos filetes se levantará e... era uma vez uma placa! É um desespero! Se tentar a montagem "teia de aranha", à médio prazo verificará ser impossível além de perigosa devido à quantidade de fios requerida para realizar as interligações entre CIs.

O leitor certamente dirá: "Existem à venda placas padronizadas especiais para CIs do tipo d.i.l. ("dual in line") assim como os soquetes "wire wrap" e a pistola elétrica para "wire wrapping", assim sendo basta ir enrolando o fio nos terminais adequados dos soquetes e...".

O.K. direi, acontece que a pistola para "wire wrapping" custa uns milhares de cruzeiros, o fio 30 usado também não está à custo de "banana" como também não são nada baratos os soquetes "wire wrap" enquanto as placas padronizadas para 12 integrados, por exemplo, estão caríssimas! Além disso, uma vez terminada as montagens e todas as experiências temos de ter uma "bruta" paciência para desenrolar os fios dos pinos do soquete! Este processo é realmente muito prático e eu o adotaria se tivesse "\$" sobrando, aliás se estivesse com "tutu" compraria as bases de montagem como as fornecidas pela "CAMBION" que custam alguns milhares de cruzeiros! Se o dinheiro não é problema... boa sorte! E... não vejo necessidade de continuar a ler este artigo!

Ora, como o dinheiro não é capim e não é qualquer um que pode fazer um investimento desta envergadura, tive de "apelar" para um método prático e eficiente (as minhas montagens raramente excedem a dez CIs); adquiri as placas padronizadas do tipo mostrado na figura 1 e nelas inseri dois soquetes convencionais de 16 pinos do tipo d.i.l. o que possibilita também, a inserção de CIs d.i.l. de 14 pinos ou de 8 pinos (encapsulamento típico de alguns amplificadores operacionais integrados); nos pontos da placa mais afastados do

soquete, inseri pequenos pedaços de fio rígido 24 AWG com a estrutura mostrada na figura 2, em tamanho natural, à partir destes pontos faço as ligações entre os demais componentes ou entre eles ou, ainda, aos instrumentos de medição por intermédio de fios adequados soldados a esses terminais (existem à venda estes terminais mas... seu custo é alto). O afastamento entre estes terminais e o CI permite que sejam feitas soldagens relativamente demoradas sem a necessidade de extrair o CI do soquete (para integrados do tipo "MOS" convém aterrar a ponta do ferro de soldar a fim de minimizar as tensões eletrostáticas que poderiam danificar o componente). A placa assim confeccionada apresenta uma durabilidade extraordinária. Eu, particularmente só possuo seis destas placas, das quais duas foram feitas em casa pois, quando comecei a lidar com CIs ainda não existiam à venda placas padronizadas.

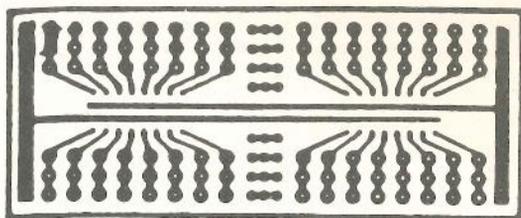


Figura 1



Figura 2

O tempo foi passando e eu fazia minhas "experiências" até que há uns meses atrás veio parar às minhas mãos um CI d.i.l. de nada menos que quarenta pinos! Endoidei de vez! Obviamente que minhas placas "especiais" não se prestavam para o CI em questão devido ao grande número de pinos envolvidos, além disto, estes CIs, assim como os de 24 ou 28 pinos, também do tipo d.i.l., apresentam um espaçamento longitudinal entre pinos muito maior que o convencional dos CIs de 16, 14 ou 8 pinos. Fiquei num impasse dos diabos! Como proceder? Como realizar minhas experiências com aquele CI que não tinha mais tamanho?! Foi aí que me lembrei das "queridas" placas padroniza-

das! Percorri o mercado especializado à sua procura e... nada! Não existiam à venda placas padronizadas para quarenta pinos (já existem?!). O "jeito" foi construir uma placa que atendesse aos meus desejos, aí procedi assim: adquiri uma placa cobreada e dela extraí um pedaço de dimensões 10,4 x 60 cm que, após bem limpa com o auxílio de uma palha de aço bem fina e não mais a tocando, comecei a "passar" os símbolos ou decalques ácido-resistentes; estes decalques foi outro problema: após várias pesquisas optei pelos decalques da "ALFAC" identificados pelas siglas E.C. 994/1 (*) e E.C. 940, pois bem, o desenho que passei para a placa pode ser visto, em tamanho natural na figura 3; os outros pontos que não vão ter diretamente aos pinos do CI destinam-se a fazer pontes a fim de facilitar a "brincadei-

ra" das experiências; observa-se que a metade, isto é para evitar-se curto-circuitos ao se soldar ou mesmo provocados pelos lides de componentes externos; é claro que após o método convencional do percloro de ferro e após passar breu no lado cobreado, foi inserido um soquete de quarenta pinos no devido lugar, o qual, juntamente com os terminais mostrados na figura 2, foi devidamente soldado à placa. Para evitar confusões entre pinos resolvi enumerá-los de 1 a 40 pelo lado não cobreado através de decalques (numéricos) que podem ser adquiridos em qualquer papelaria. (imagine o leitor identificar, por exemplo, o pino 31 na "base" de 1, 2, 3, 4, ..., 31!) — a numeração obedece o sentido anti-horário (trigonométrico) a partir do chanfro do soquete ou CI conforme ilustra a figura 4.

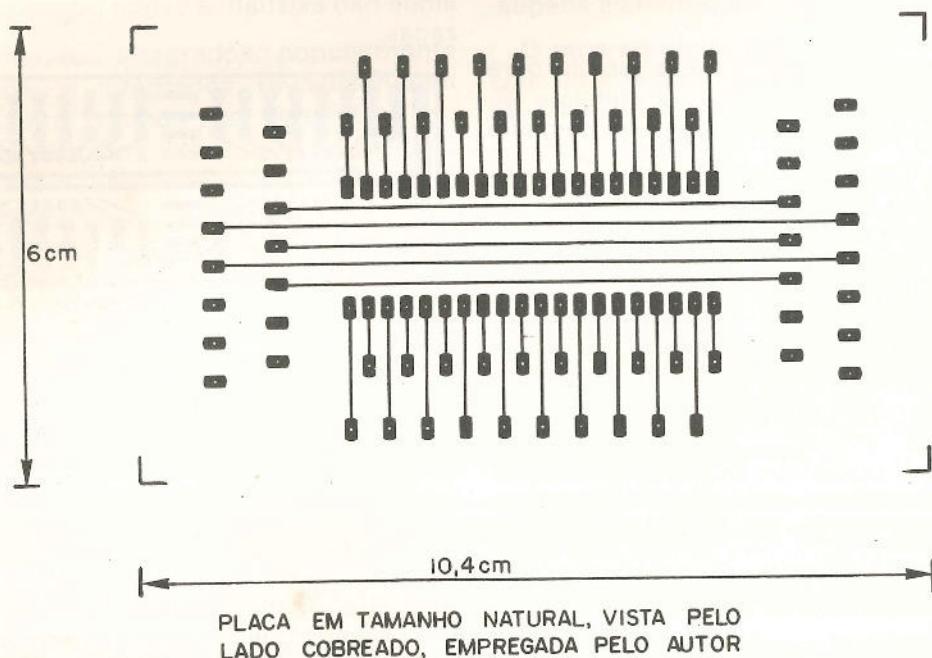
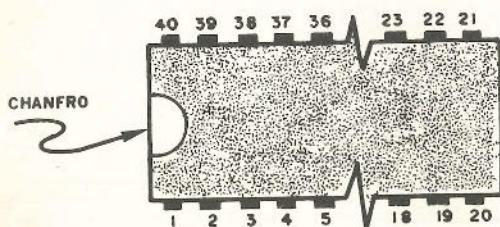


Figura 3



INTEGRADO VISTO POR CIMA

Figura 4

Bem... aí está o meu procedimento que, mesmo sendo bastante prático, não dá muito prejuízo ao bolso e, com esta placa, poderemos "brincar" com CIs de 24 ou 28 pinos tranqüilamente!

Caso algum leitor tenha alguma idéia melhor escreva-me, enviando a correspondência à Redação da Revista e, senão, cale-se... para sempre!!

(*) E.C. 993 também serve.

TRANSFORMADOR DRIVER EM ESCALA

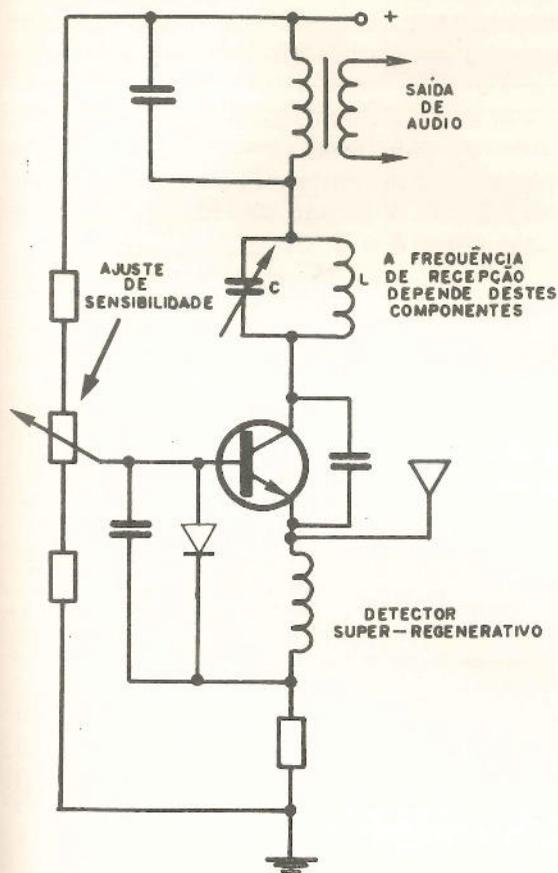


Figura 1

funcionamento deste receptor, vamos dividi-lo em quatro etapas.

A primeira etapa, é a formada pelo detector super-regenerativo em que um unico transistor tem por função receber os sinais modulados do transmissor e dele superar o sinal de baixa freqüência correspondente ao tom do comando. Este tom é enviado a etapa seguinte, através de um transformador impulsor (driver), do tipo usado em rádios transistorizados que são bastante comuns nas casas de material eletrônico de reposição. (figura 2)

A segunda etapa, consta de um amplificador de áudio em que temos um circuito integrado (amplificador operacional), que oferece uma ampliação de 100 vezes ao sinal captado e em seguida um transistor o qual oferece uma amplificação adicional. Como os amplificadores operacionais necessitam de fontes simétricas para operação normal, a alimentação desta etapa é feita por uma tensão de $4,5 + 4,5$ V. (figura 3)

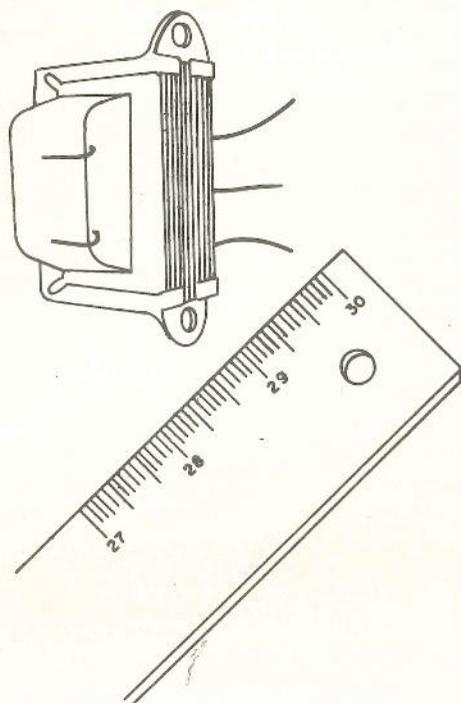


Figura 2

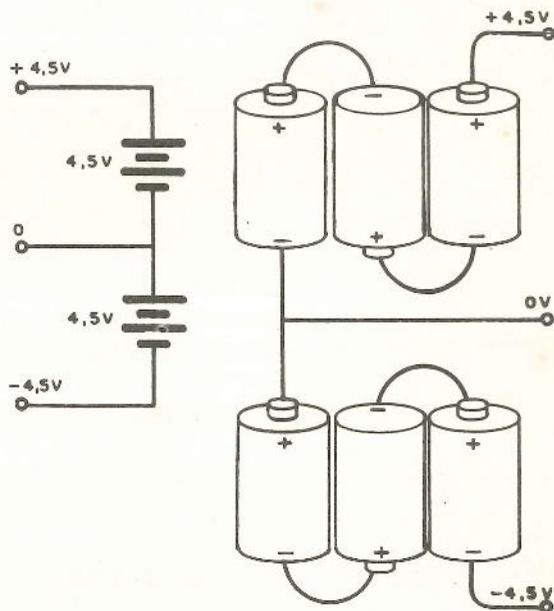


Figura 3

A terceira etapa, consta do filtro propriamente dito, em que devemos ter um circuito para cada canal. Neste caso, também cada canal utiliza um circuito integrado 741 o qual deve ser ajustado para amplificar sinais de uma única freqüência.

Na tabela da figura 4, temos os valores dos componentes básicos, ou seja, o capacitor C, para as diferentes frequências de operação do transmissor em seu modulador.

A quarta etapa consiste no circuito de acionamento dos servos ou relê. O sinal amplificado vindo de cada amplificador

operacional de filtro, é retificado e em seguida aplicado a um transistor de saída onde recebe uma amplificação final para poder acionar o relê. Estes relês podem ser tanto do tipo reed como relês comuns miniatura com correntes de operação de até 50 mA. A tensão de fechamento deve estar entre 6 e 9 V.

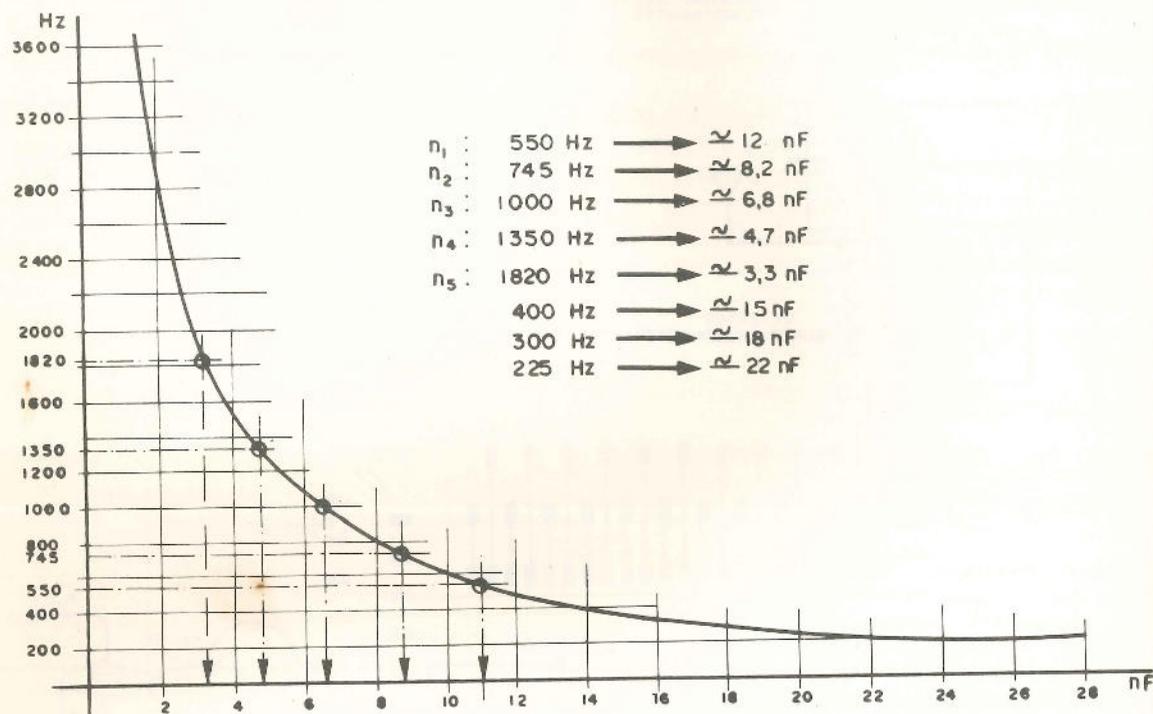


Figura 4

Para a montagem sugerimos que seja realizada numa placa a etapa do receptor e do amplificador inicial, e na outra placa os filtros e acionadores dos servos. Com este procedimento, pode-se com facilidade usar o mesmo receptor em sistemas de tantos canais quanto se desejar, já que basta modificar no caso a quantidade de filtros usados e relês correspondentes.

MONTAGEM

Com esta montagem utiliza diversos circuitos integrados e normalmente visa-se o maior grau possível de miniaturização, o leitor deve ter experiência prévia para sua realização.

Do mesmo modo, deve possuir equipamento próprio para proceder ao ajuste dos circuitos pois pelo contrário terá dificuldades em fazer a unidade operar satisfatoriamente.

Na montagem devem ser observados os seguintes cuidados:

a) Os terminais de emissor, coletor e base do transistor BF 494 que são dados na figura 5.

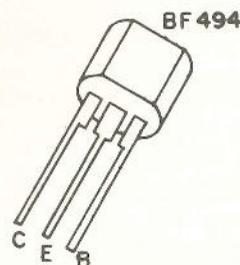


Figura 5

b) A construção da bobina L1, e do choke CH que devem ser feitos conforme mostra a figura 6. L1 consta de número de espiras tal que deve ressoar na frequência

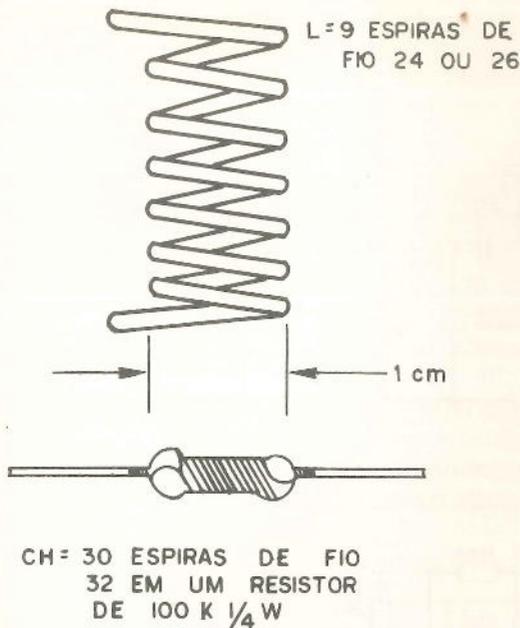


Figura 6

do transmissor. Se o leitor tiver dificuldade em levar o receptor à frequência do transmissor, deverá alterar o número de espiras desta bobina.

c) A polaridade do diodo OA95 na base de Q1 deve ser observada.

d) As características do transformador T1 também são importantes para máxima transferência de sinal ao CI. Se o leitor notar baixo rendimento no sinal do receptor, deve procurar verificar este componentes, se possível experimentando unidades como características próximas.

e) Na etapa receptora, as ligações entre os componentes devem ser as mais curtas possíveis com a finalidade de se evitar instabilidade de funcionamento.

f) Na etapa de filtro observe cuidadosamente a ligação do circuito integrado, evitando calor excessivo na soldagem deste componente.

g) Observe a polaridade do capacitor eletrolítico C4

h) Observe a polaridade do diodo D1

O diagrama completo do receptor e das etapas de filtro e de acionamento dos servos, são dados nas figuras 7 e 8.

Para o caso dos filtros, serão usadas tantas unidades quantos forem os canais que formarem o sistema.

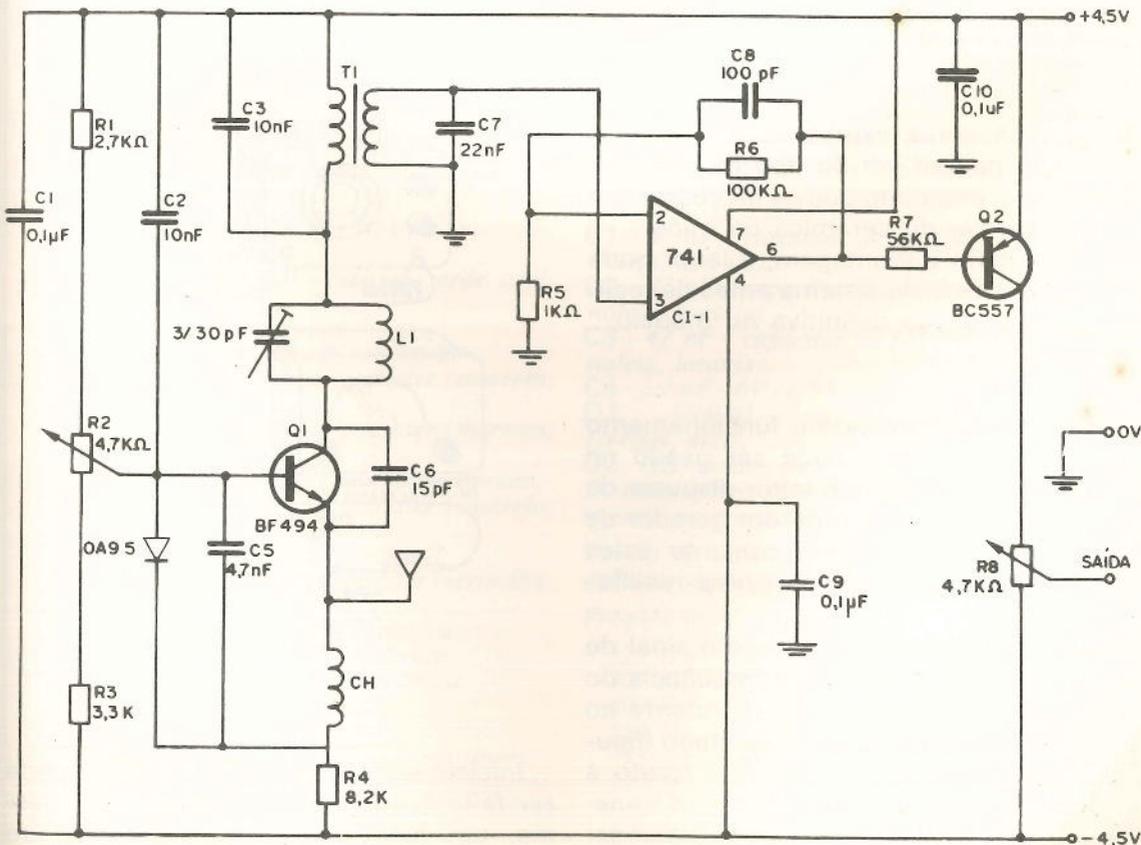


Figura 7

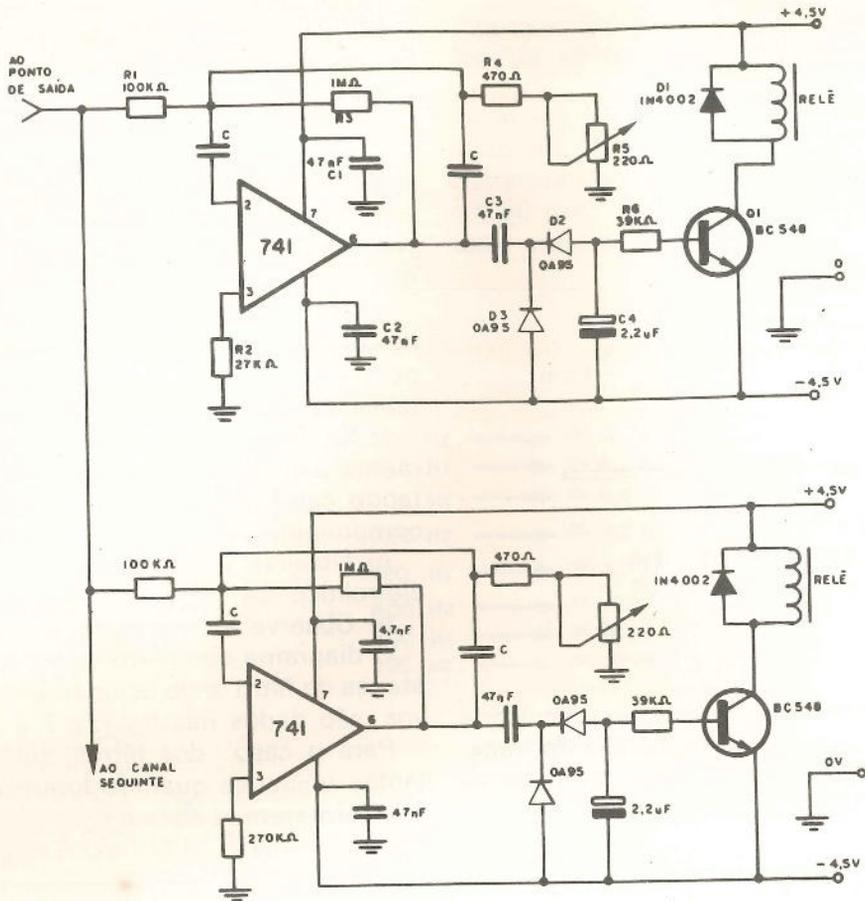


Figura 8

Os capacitores expressos em nanofarads (nF), podem ser do tipo de poliéster metalizado, enquanto que os expressos em pF, podem ser de cerâmica ou mica.

Completada a montagem, o leitor pode pensar no ajuste do sistema antes de realizar sua instalação definitiva no modelo.

AJUSTE E USO

Uma vez comprovado o funcionamento do transmissor, este pode ser usado no ajuste de receptor. Se o leitor dispuser de um gerador de sinais e de um gerador de áudio, poderá utilizar em conjunto estes dois instrumentos com melhores resultados.

Para esta finalidade, module o sinal de RF do gerador de sinais, na frequência do receptor com um tom correspondente ao primeiro canal que deve ser ajustado (figura 9). O gerador de sinais será ligado à antena do receptor, e se for usado o transmissor bastará deixá-lo pronto para ser ligado nas proximidades do receptor.

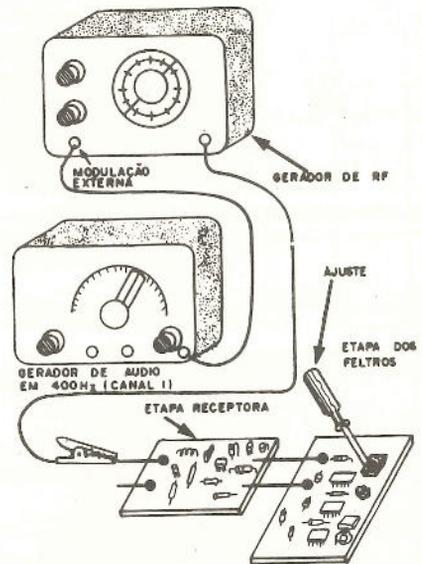


Figura 9

Inicialmente, o ajuste do receptor pode ser feito acoplando-se à saída S do mesmo, um fone de cristal ou ainda um pequeno amplificador de áudio. Ajuste o

trimmer C4 para máxima intensidade de sinal.

Ajustada esta etapa, modele o sinal de RF com a frequência do primeiro canal, ou então aperte o interruptor do transmissor correspondente ao primeiro canal. Ajuste então R5 para obter o acionamento do relê.

Ajustado o primeiro canal, proceda do mesmo modo em relação aos demais canais. Se houver tendência ao fechamento simultâneo de dois relês, isso significa que os canais devem ter suas frequências de operação mais separadas. Altere então o ajuste do potenciômetro correspondente no transmissor e proceda a um novo ajuste no receptor.

Completada esta série de ajustes, o leitor pode instalar em definitivo o receptor no seu modelo. A antena usada deverá ser do tipo telescópica com pelo menos 30 cm de comprimento. Uma vareta rígida de arame fino, também servirá para esta finalidade.

Depois de instalado no modelo, um novo ajuste mais rigoroso deve ser feito para compensar as pequenas alterações de frequências devidas a localização final do circuito.

Faça os testes finais em relação a sensibilidade e ao alcance do sistema. O controle R8 serve para reduzir a sensibilidade do circuito evitando portanto a ação de ruídos sobre o sistema que podem acionar indevidamente os servos.

Lista de Material

A) Receptor

- Q1 - BF 494 ou BF254 - transistor de RF.
 Q2 - BC557 ou BC307 - transistor PNP para uso geral.
 C1 - 741 - circuito integrado (amplificador operacional).
 R1 - 2,7 k ohms x 1/4 W - resistor (vermelho, violeta, vermelho).
 R2 - 4,7 k ohms - trim-pot.
 R3 - 3,3 k ohms x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, vermelho).
 R4 - 8,2 k ohms x 1/4 W - resistor (cinza, vermelho, vermelho).
 R5 - 1 k ohm x 1/4 W - resistor (marrom, preto, vermelho).
 R6 - 100 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo).
 R7 - 56 k ohms x 1/4 W - resistor (verde, azul, laranja).
 R8 - 4,7 k ohms - trim-pot.
 C1 - 0,1 μ F - capacitor de cerâmica.
 C2 - 10 nF - capacitor de poliéster (marrom, preto, laranja).
 C3 - 10 nF - capacitor de poliéster (marrom, preto, laranja).
 C4 - 3/30 pF ou próximo - trimmer comum.
 C5 - 4,7 nF - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, vermelho).
 C6 - 15 pF - capacitor de cerâmica.
 C7 - 22 nF - capacitor de poliéster (vermelho, vermelho, laranja).
 C8 - 100 pF - capacitor de cerâmica.
 C9 - 0,1 μ F - capacitor de cerâmica.
 C10 - 0,1 μ F - capacitor de cerâmica.
 L1 - ver texto.
 CH - ver texto.
 T1 - transformador driver para transistores.
 Diversos: placa de circuito impresso, suporte para o integrado (optativo); antena telescópica, fios, solda, etc.

B) Filtro

- C1 - 741 - amplificador operacional.
 Q1 - BC548 ou BC238 - transistor.
 R1 - 100 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo).
 R2 - 270 k ohms x 1/4 W - resistor (vermelho, violeta, amarelo).
 R3 - 1 M ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, verde).
 R4 - 470 ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, marrom).
 R5 - 220 ohms - trim-pot.
 R6 - 39 k ohms x 1/4 W - resistor (laranja, branco, laranja).
 C - ver texto.
 C1 - 47 nF - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, laranja).
 C2 - 47 nF - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, laranja).
 C3 - 47 nF - capacitor de poliéster (amarelo, violeta, laranja).
 C4 - 2,2 μ F - 6V ou 9V - capacitor eletrolítico.
 D1 - 1N4001 - ou equivalente (1N4002, 1N4004, etc).
 D2, D3 - diodos 1N34, 0A95, ou equivalentes.
 Diversos: placa de circuito impresso, relê, fios, suporte para pilhas, solda, etc.

Tabela de capacitores C para diferentes frequências do filtro

Frequência	C (em nF)
225 Hz	22 nF
300 Hz	18 nF
400 Hz	15 nF
550 Hz	12 nF
745 Hz	8,2 nF
1 KHz	6,8 nF
1,35 KHz	4,7 nF
1,82 KHz	3,3 nF

Os VDRs



Características e Aplicações

CONCLUSÃO

Aquilino R. Leal

Consideremos um VDR que apresente a seguinte característica matemática de tensão - corrente:

$$V = 20 \cdot I^{0.25}$$

V em volts e

I em miliampères

(Quase com certeza este VDR não é prático mas serve para as considerações teóricas que ora iremos desenvolver).

A curva de transferência deste VDR é apresentada na figura 9 (esta curva é similar, como não poderia deixar de ser, à da figura 1 apresentada na primeira parte deste trabalho - Revista nº 70, pág. 26). Quando se aplica a este VDR uma tensão senoidal de pico igual a 60 volts, por exemplo, (figura 10-A), obteremos uma corrente também alternada com valor de pico igual a, aproximadamente, 80 mA (pontos A da figura 9). Se esta tensão c.a. for senoidal, por exemplo, $V = 60 \cdot \sin \theta$ (figura 10-A), a corrente obtida se afastará da forma senoidal devido à curva de transferência típica do VDR - vide figura 10-B; observamos que a variação da corrente é muito mais acentuada que a da tensão aplicada.

O valores limítrofes de operação para um VDR, como todo componente eletrônico estão condicionados essencialmente à temperatura de operação; esta não deve ultrapassar a um determinado valor; deste valor da temperatura extrai-se o valor máximo da potência transformada pelo VDR. Este último valor costuma vir indicado para uma determinada elevação de temperatura provocada por esta potência.

A este respeito temos de ter em conta que ao aplicar uma tensão, senoidal por exemplo a potência dissipada resultante é p vezes a que se obteria com uma tensão contínua cujo valor coincida com o valor eficaz (R.M.S.) da tensão alternada.

O valor de p depende da constante β do material que é feito o VDR. A variação de p com β é mostrada na figura 11 numa curva aproximada para os valores usuais de β encontrados comercialmente.

Em verdade, a potência que se dissipa pela passagem de uma corrente alternada senoidal é ligeiramente menor do que a correspondente a uma corrente contínua com um valor igual ao valor eficaz da corrente alternada.

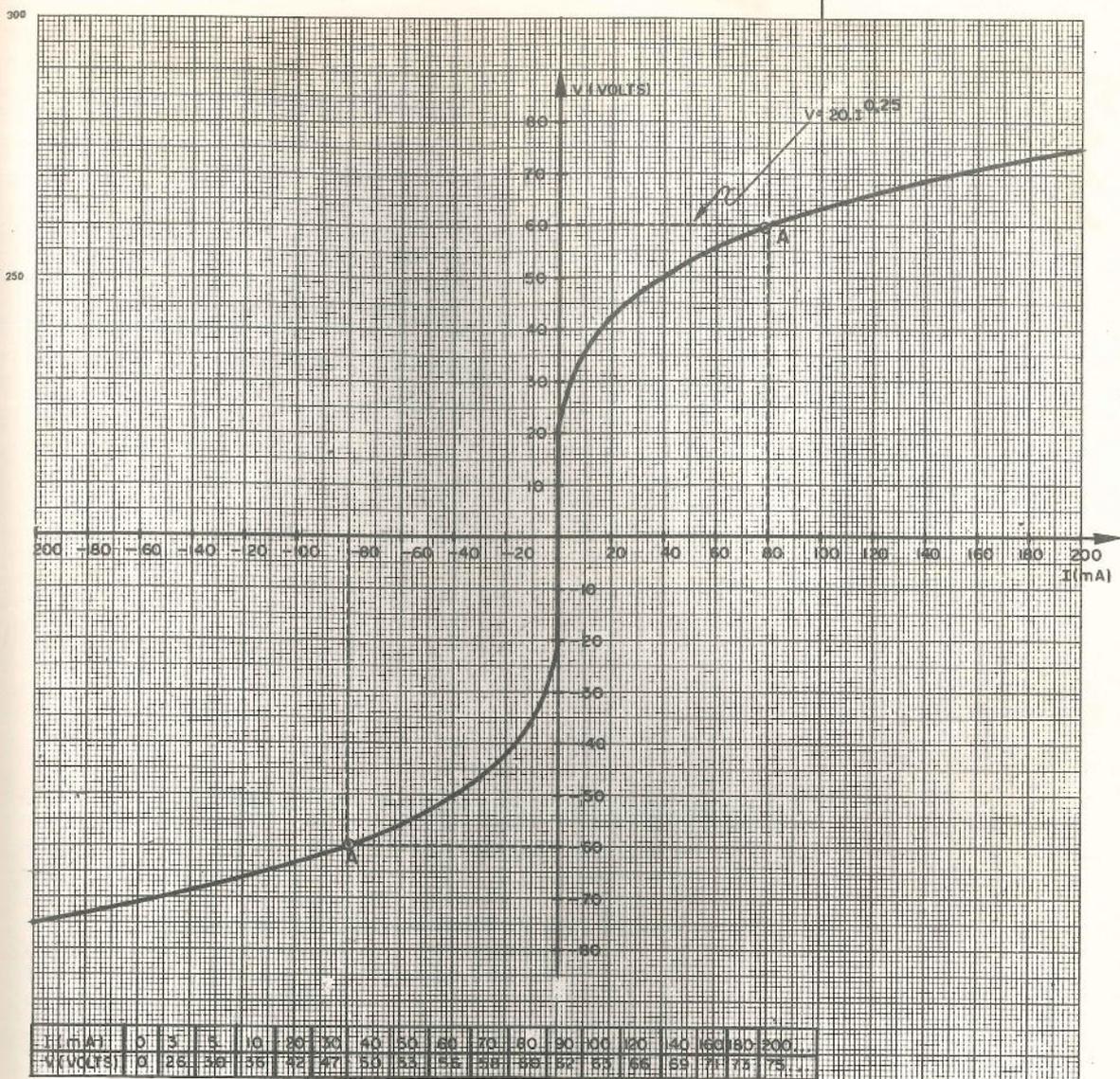


Figura 9

O campo de aplicação dos VDRs é praticamente ilimitado, a sua maior aplicação é encontrada como ceifadores de sobretensões provocadas pelo desativamento de indutâncias (bobinas de relés eletromagnéticos por exemplo).

Para continuar o desenvolvimento estudaremos tudo isto na base de exemplos numéricos simples que estão ao alcance de qualquer leitor que tenha os simples conhecimentos matemáticos.

Exemplo a: Suponhamos uma bobina com 2000 espiras que tem um núcleo de ferro com 18 cm² de seção. A corrente da bobina origina no ferro uma densidade de campo de 6000 gauss. Durante 200 μs (microsegundos) se interrompe a corrente de modo que durante este tempo decresce com velocidade uniforme.

Pois bem, o valor do campo magnético, como sabemos, é o produto da densidade do campo e a seção do mesmo, então, de acordo com os dados acima temos:

valor do campo magnético = 6000 gauss x 18cm²

108.000 gauss.cm² ou, lembrando que a unidade gauss.cm² é denominada maxwell, vem:

valor do campo magnético = 108.000 maxwell

A "velha física" nos diz que um maxwell é igual a 10⁻⁸ volts. segundo por volta, então, designando por n o número de espiras temos:

1 maxwell = 10⁻⁸ n V.s.

Assim, o valor do campo magnético acima é:

108.000.10⁻⁸ . 2000 V.s = 2,16 V.s

Como dissemos, o campo se anula junto à corrente em um tempo de 2.10⁻⁴ segundos (200 μs) com uma variação uniforme. Isto significa uma tensão, no enrolamento, constante durante este período de tempo, que vale:

$$\frac{2,16 \text{ V.s}}{2.10^{-4} \text{ s}} = 10,8 \text{ kV}$$

Exemplo b: Uma bobina enrolada em um núcleo de ferro tem uma indutância de 5 H e é percorrida por uma corrente contínua de 80 mA. Por intermédio de um interruptor abrimos de súbito o circuito de

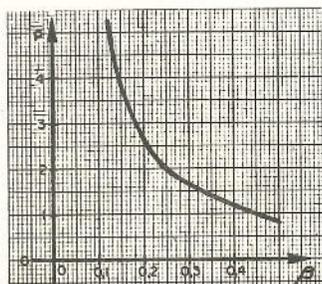
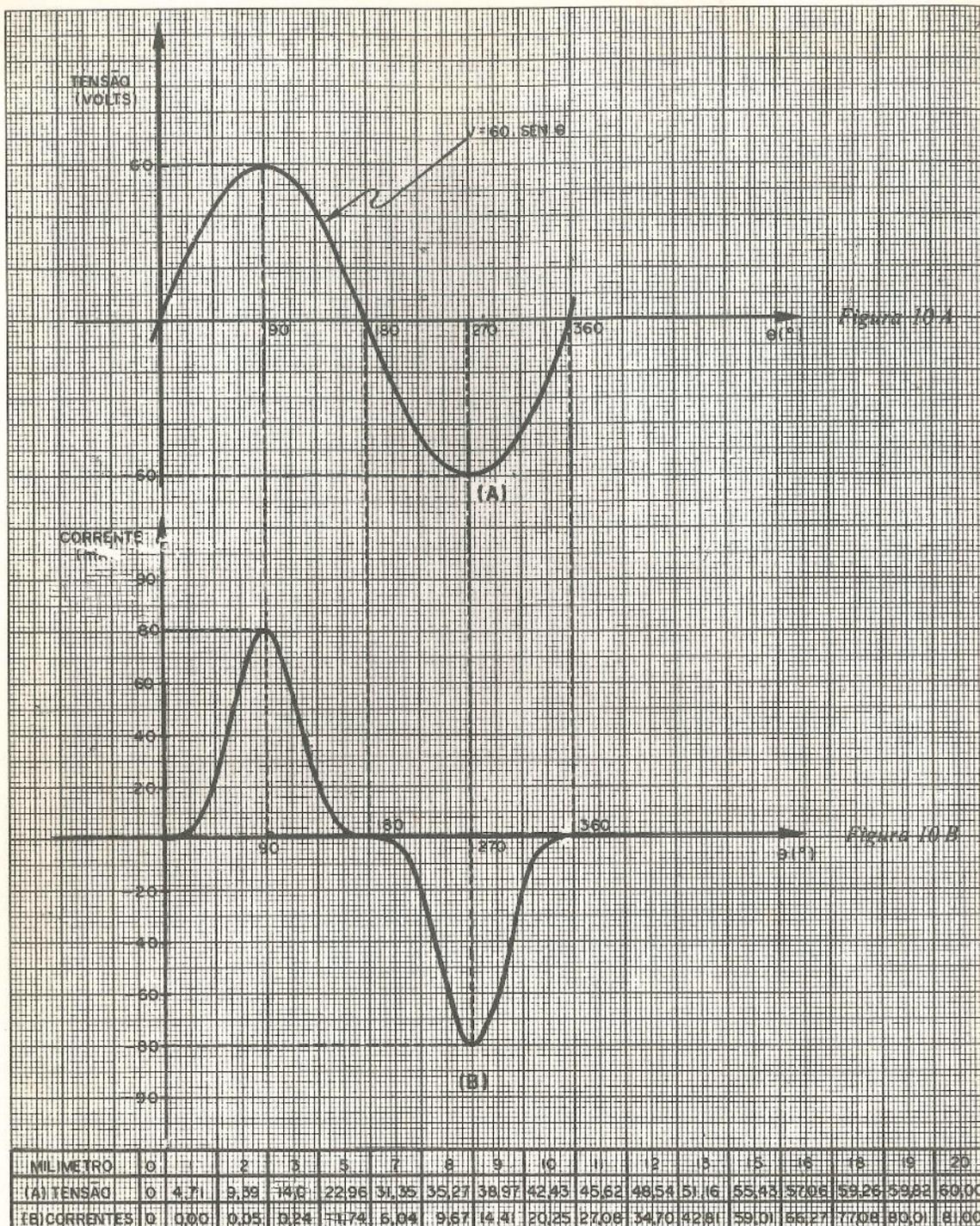


Figura 11

corrente de forma que pelo ponto de interrupção já não passa corrente alguma. A isto corresponderia, de acordo com o procedimento do exemplo anterior, a uma tensão ilimitada! Porém, isso não é bem assim...

Quando a corrente da bobina é interrompida subitamente de forma que o trabalho acumulado no campo magnético não pode descarregar-se através do ponto de interrupção, não lhe fica outra alternativa a não ser em transformar-se em um campo elétrico que surge (transitoriamente) sobre a bobina.

Sabemos também que 1 H (henry) e 1 F (faraday) são definidos, respectivamente, por:

$$1 \text{ H} = 1 \frac{\text{V}\cdot\text{s}}{\text{A}} \quad \text{e} \quad 1 \text{ F} = 1 \frac{\text{A}\cdot\text{s}}{\text{V}}$$

Sabemos ainda que o trabalho armazenado no campo magnético é liberado ao interromper-se a corrente na bobina (nos circuitos práticos em que um transistor comanda um relé, costuma-se colocar um diodo inversamente polarizado em paralelo com a bobina do relé (figura 12), a fim de absorver a energia liberada pela bobina do dispositivo).

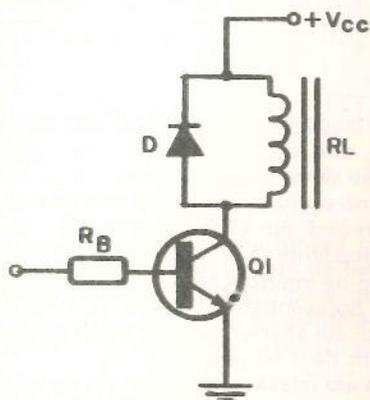


Figura 12

Tendo em mente que $1 \text{ H} = 1 \text{ V}\cdot\text{s}/\text{A}$, e que o trabalho pode medir-se em $\text{W}\cdot\text{s} = \text{V}\cdot\text{A}\cdot\text{s} = \text{V}\cdot\text{s}\cdot\text{A}$, procedamos às seguintes considerações:

Num campo magnético correspondente a uma corrente I que percorre uma bobina com indutância L se acumula uma energia (trabalho) que pode ser determinado pela expressão:

$$\frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2$$

Por outro lado, a energia acumulada em um campo elétrico por uma capacitância C quando está "carregada" a uma tensão V é calculada por:

$$\frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2$$

Se entre a transição do trabalho do campo magnético ao campo elétrico não existissem perdas, teríamos:

$$\frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 \quad \square \quad V = I \cdot \sqrt{L/C}$$

Supondo a capacitância do enrolamento igual a 200 pF, teremos:

$V = 80\text{mA} \cdot \sqrt{5\text{H}/200 \text{ pF}}$ ou, de acordo com o estabelecido acima:

$$V = 80 \cdot 10^{-3} \text{ A} \sqrt{5 \frac{\text{V}\cdot\text{s}}{\text{A}} : 200 \cdot 10^{-12} \frac{\text{A}\cdot\text{s}}{\text{V}}}$$

$$V = 80 \cdot 10^{-3} \text{ A} \sqrt{\frac{5}{2 \cdot 10^{-10}} \cdot \frac{\text{V}^2}{\text{A}^2}} =$$

$$= 80 \cdot 10^{-3} \sqrt{2,5 \cdot 10^{10} \text{ V}^2}$$

finalmente

$$V \approx 1,26 \cdot 10^4 \text{ volts!}$$

Os dois exemplos acima nos mostraram que é conveniente empregar algum método contra as sobretensões que aparecem ao "desligar" indutâncias. Quando uma destas é comutada por um transistor, se coloca em paralelo com ela um diodo de forma que fique inversamente polarizado para a corrente normal como anteriormente tínhamos visto (figura 12) - os diodos assim empregados se denominam diodo de descarga.

Os diodos, porém, fornecem uma lenta atenuação da corrente que percorre a indutância; se esta é a de um relé, a lenta atenuação da corrente significa um retardo, muitas vezes não admissível, para a "queda" (desoperação) do relé. Para contornar estes inconvenientes costuma-se empregar um VDR na mesma disposição que a apresentada na figura 12 para o diodo D.

Como o VDR se trata de uma resistência, seu símbolo é derivado destas: a fim de destacar a tensão como magnitude influente costuma-se escrever junto ao símbolo a letra U (na nomenclatura européia o "U" representa uma tensão); para indicar que a resistência decresce ao aumentar a tensão costuma-se acrescentar o sinal "-" (menos) ou desenham-se duas flexas antiparalelas; a variação do valor de sua resistência por outro lado, se indica por meio de uma linha oblíqua cujos dois extremos, usualmente, estão dotados de duas pontas de flexa - figura 13.

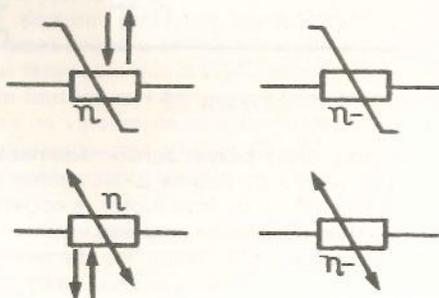


Figura 13 - Símbolos usuais para os VDRs.

A figura 14 nos mostra algumas aplicações típicas para os VDRs bem como as formas de onda de entrada e saída - observar que o VDR funciona como um ceifador de tensão.

A figura 15 mostra o esquema de um circuito utilizável para tensões de alimentação até uns 110 volts. Estes 110 volts provém do fato que só podem evitar as faíscas de abertura no ponto de interrupção quando a tensão no mesmo não superar os 300 volts ao abrir o interruptor. Ao interromper a corrente, por intermédio do interruptor, no contato aberto aparece a soma da tensão de alimentação V_1 e da tensão no VDR; esta resistência se escolhe de forma que, por exemplo com o inter-

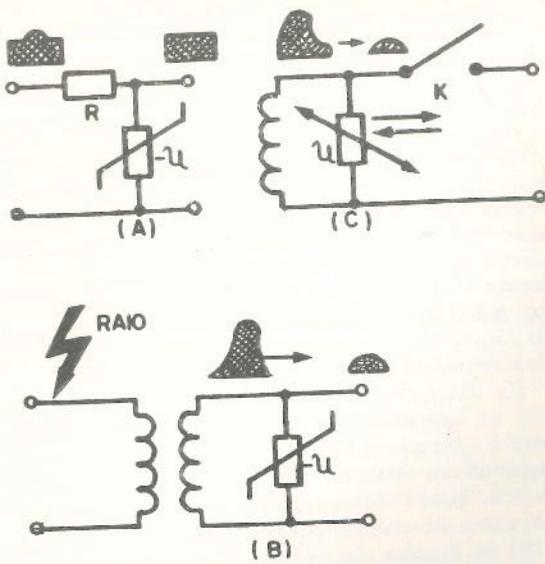


Figura 14 – Aplicações práticas para os VDRs.
 (a) Regulação de tensão ou estabilização de tensão.
 (b) Absorção de energia de um raio (descarga atmosférica).
 (c) Absorção da energia de comutação.

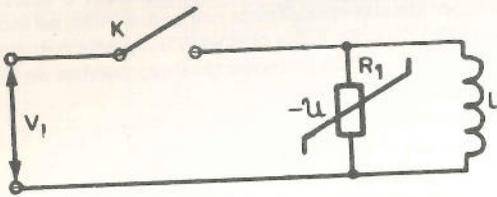


Figura 15

ruptor fechado, deixe passar aproximadamente um décimo da corrente da bobina L. No primeiro instante após a abertura do interruptor a corrente da bobina continua circulando com seu valor original, dispondo agora do VDR como "via de retorno".

Pois bem, segundo o que supomos neste caso, o valor total da corrente da bobina é dez vezes maior que o valor da corrente que havia atravessado o VDR (em sentido oposto) com o interruptor fechado sob os auspícios da tensão de alimentação V_1 , mas, a dez vezes a corrente, corresponde, no VDR agora percorrida por ela, não a dez vezes a tensão senão algo mais que uma vez e meia a tensão de alimentação devido à característica do VDR; se com isto a tensão total no ponto de interrupção permanece abaixo de 300 volts não haverá formação de faíscas no referido ponto.

Já que com este método de proteção contra sobretensões se alcança, aproximadamente, a pouco a mais que duas vezes e meia o valor da tensão de alimentação no ponto de interrupção e como nele não devem aparecer mais de 300 volts entende-se o porque deste método ao ser adequado para tensões de alimentação não superiores aos 110 volts como se havia dito.

Poderemos empregar um VDR em paralelo com o interruptor conforme é ilustrado na figura 16. Neste caso, no exato momento de abrir o interruptor, o VDR é percorrido por toda a corrente da bobina, da mesma forma que para o circuito anterior.

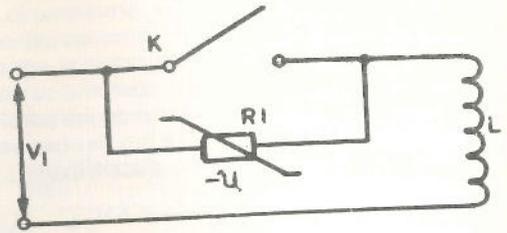


Figura 16

Escolhendo-se aqui um VDR que como no caso anterior, que sob os auspícios da tensão de alimentação deixe passar um décimo da corrente da bobina, no exato momento da abertura do interruptor aparecerá no VDR uma tensão igual que no caso precedente mas, agora esta é a única tensão no ponto de interrupção e portanto em um circuito como o apresentado na figura 16 evita-se o "faiscamento" de abertura para tensões de alimentação da ordem de 170 volts.

Ainda em relação a este circuito observamos que mesmo com o interruptor aberto circula uma corrente pela bobina e, se esta bobina corresponde a um relé, tendo em conta que normalmente os relés são utilizados de modo que estejam sem corrente na maior parte do tempo de funcionamento do dispositivo a que fazem parte, este circuito não é conveniente desde que, é claro, o relé seja excitado por breve tempo em um número reduzido de vezes. De qualquer forma teremos que atentar para o fato de que a corrente que circula com o interruptor aberto seja sempre menor que a mínima corrente de manutenção do relé, senão procedessemos assim, o relé não desoperaria mesmo abrindo o contato K (figura 16).

Outra aplicação prática para um VDR é mostrada na figura 17 ou seja, a de compensar oscilações de tensão. Dispondo-se de uma tensão de alimentação cujo valor é maior que a tensão necessária esta pode ser, ainda que bastante precariamente, estabilizada com a ajuda de um VDR. Assim, com um resistor fixo (R) e um VDR (R_1) se forma um divisor de tensão, em que a tensão de saída (V_2) é extraída sob os terminais do VDR (figura 17). Obviamente devido à sua simplicidade este circuito apresenta níveis de oscilação bastante altos em relação ao valor nominal da tensão de saída (normalmente entre 5 a 15% nos dois sentidos).

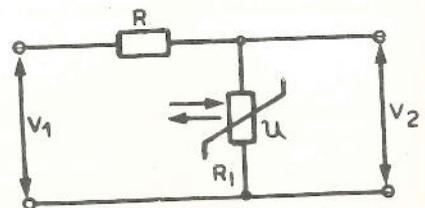


Figura 17

Para o caso em que as oscilações indesejáveis da tensão V_2 não provenham das oscilações da tensão de entrada (V_1) e sim das variações da carga, podemos empregar o circuito mostrado na figura 18. Se o valor de Z_o (carga) deçresce, circulará uma corrente mais elevada pelo VDR, isto fará com que sua resistência (R_1) diminua, diminuindo, portanto, a d.d.p. entre seus terminais de forma a manter V_2 constante.

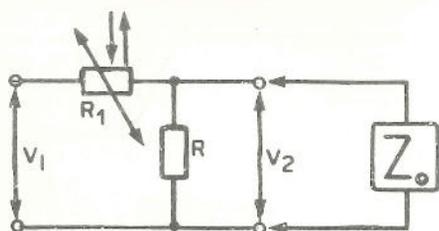


Figura 18

Quando necessitamos de uma tensão contínua constante e se dispõe de uma fonte de tensão de elevado valor, podemos "apelar" para os VDRs conforme ilustra a figura 19. Este circuito é constituído por um par de VDRs e dois resistores ôhmicos.

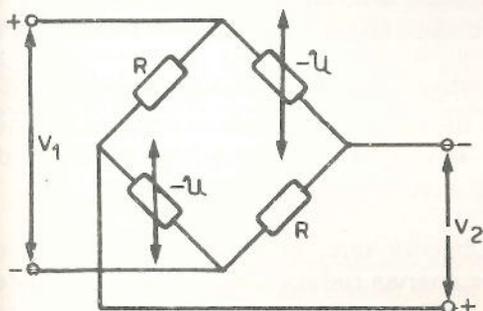


Figura 19 — Circuito de estabilização em ponte com VDR.

O VDR também pode empregar-se como um circuito retificador!

- Como? Como, se o VDR apresenta as mesmas características independentemente no sentido da tensão aplicada como bem o mostra a figura 19?

Apesar disto meu caro, o VDR pode empregar-se, sob certas condições, em circuitos retificadores e alguns televisores o empregam com tal finalidade.

A condição essencial e básica para a utilização de um VDR em um circuito retificador é a presença

de uma assimetria acentuada nos semi-ciclos da tensão c.a. que se quer retificar. Isto quer dizer que o circuito de retificação como o mostrado na figura 20 pode empregar-se quando a tensão alternada em um sentido aparece em forma de pulsos breves de alto valor e no outro sentido com valores instantâneos baixos e tempos maiores (figura 21).

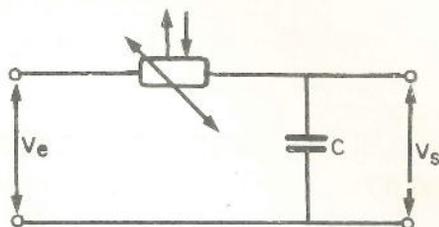


Figura 20

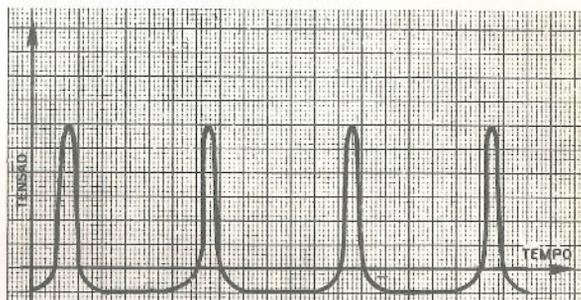


Figura 21

Ao aplicar-se ao circuito "retificador" da figura 20 uma forma de onda conforme a mostrada na figura seguinte em que as superfícies que se encontram acima e abaixo do nível zero são iguais, iremos fazer com que o VDR, para os valores elevados de tensão, apresente uma pequena resistência e, para os valores de tensão instantâneos negativos, apresente uma alta resistência, com isto podemos conseguir um efeito de retificação no referido circuito.

Os VDRs também podem ser empregados em conjunto com miliamperímetros (em paralelo) ou voltímetros (em série) para obter escalas mais ampliadas de corrente ou tensão. Em verdade, como todo componente, as aplicações de um VDR são praticamente ilimitadas e certamente cada um fará uso do VDR da melhor maneira que lhe convier. A nossa intenção aqui foi apenas a de colocar os leitores a par das principais características deste versátil componente, bastante desconhecido pela maioria.

CONVERSOR DE 12V P/ 6-9V

Usando este simples conversor você poderá ligar seus aparelhos de 6-9V na bateria de 12V de seu carro, sem problemas. A corrente máxima fornecida pelo conversor é de 1A.

A base deste circuito é um regulador de tensão do tipo série que utiliza um único transistor e um diodo zener como referência de tensão.

O circuito completo do conversor é dado na figura 1 e a montagem sugerida em ponte de terminais é dada na figura 2. O transistor deve ser montado em dissipador de calor que pode ser a própria tampa traseira da caixa que o aloja.

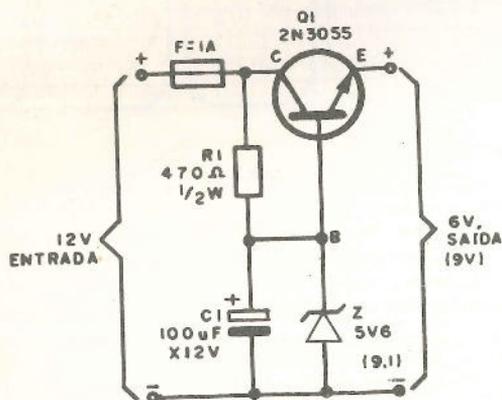


figura 1

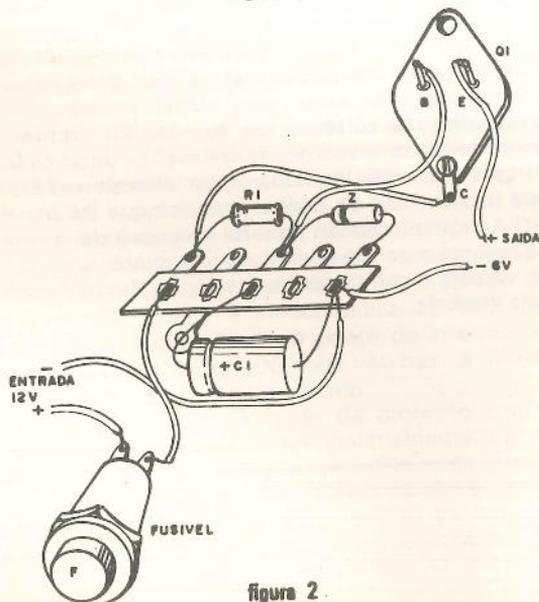


figura 2

No caso da utilização da tampa da caixa como dissipador entre o transistor e ela deve ser colocado um isolador de mica ou plástico já próprio para esta finalidade de modo a se isolar o transistor do resto do circuito e do chassi.

Um fusível de 2 A deve ser colocado na entrada do circuito para se evitar problemas em caso de curtos acidentes ou sobre-cargas do circuito.

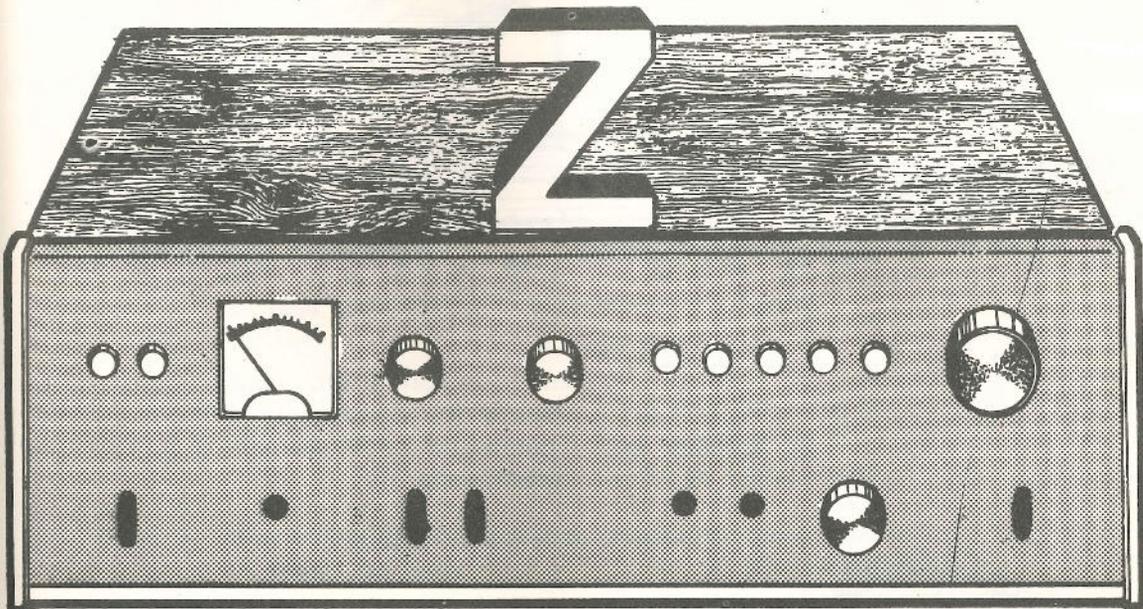
O diodo zener recomendado para esta aplicação é do tipo de 5,6 V por 400 mW de dissipação no caso de se desejar uma tensão de saída de 6 V. Se o leitor quiser modificar o conversor para obter uma tensão de saída de 9 V bastará trocar o zener por um de 9,1 V ou 8,2 V, também de 400 mW.

Observe que, com este circuito podemos apenas reduzir a tensão de uma bateria e não aumentar. Assim, não pode ser usada esta configuração para ser obtido 9 ou 12 V de uma bateria de 6. Para estes casos devem ser usados inversores que operam segundo outros princípios.

LISTA DE MATERIAL

- Q1 - 2N3055 - transistor com dissipador.
- R1 - 470 ohms x 1/2w - resistor (amarelo, violeta, preto).
- C1 - 100µF x 12v - capacitor eletrolítico.
- Z - Zener 5v6 x 400mW ou 9v x 400mW
- F - Fusível de 1A.
- Diversos - fios, solda, terminais, etc.

MEDIDA da IMPEDÂNCIA em AMPLIFICADORES



Um funcionamento perfeito de um amplificador só é possível se houver um casamento certo da sua impedância de entrada e saída com os circuitos com os quais ele deve funcionar. Neste artigo explicamos como pode ser feita a medida da impedância de entrada e saída de um amplificador nos casos em que estas forem desconhecidas.

Uma fonte de sinal só pode transferir totalmente sua potência ao amplificador se sua impedância de saída for igual a do amplificador, e do mesmo modo um amplificador só pode entregar toda a sua potência a um sistema de alto-falantes se sua impedância de saída for igual à do conjunto de alto-falantes. É portanto muito importante que o possuidor de um sistema de som conheça as impedâncias de entrada e saída de todos os seus aparelhos com a finalidade de poder ligá-los corretamente e obter o seu máximo rendimento (figura 1).

Nos casos em que o amplificador não contém informações sobre estas características ou que o leitor monta tomando como base apenas um diagrama sem

maiores informações, a única maneira de se saber a impedância de entrada e saída é por meio de uma medida direta.

Para a medida das impedâncias de entrada e saída de um amplificador o leitor necessitará de dois instrumentos básicos: um gerador de áudio ou gerador de baixa frequência e um voltímetro de alta sensibilidade, preferivelmente do tipo eletrônico.

Os demais recursos necessários a esta medida constituem-se em componentes simples tais como capacitores, potenciômetros e resistores.

O importante a observar é que este sistema se aplica a qualquer tipo de amplificador, de qualquer potência ou que funcione tanto com válvulas como transistores ou circuitos integrados.

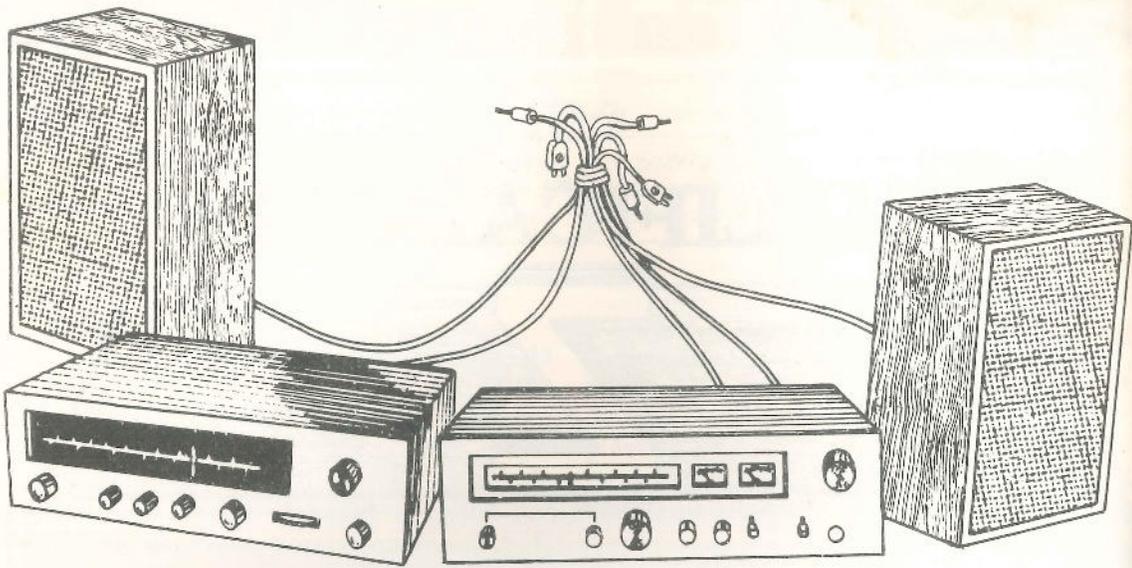


Figura 1

a) Medida da Impedância de Entrada
 Na figura 2 temos as ligações que devem ser feitas para a medida da impe-

dância de entrada de um amplificador, mostrando os instrumentos e o próprio amplificador

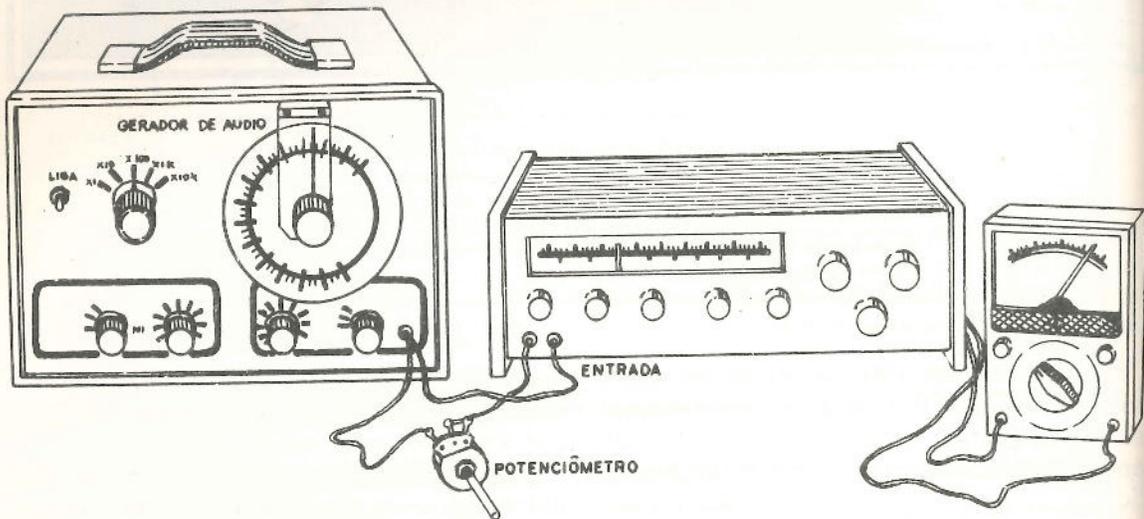


Figura 2

O gerador de áudio deve ser ajustado para uma frequência de 1 kHz com um nível de sinal normal para a entrada do amplificador, como por exemplo 1 Vpp. O potenciômetro pode ser de qualquer tipo com valores entre 10 k e 27 k para amplificadores com circuitos integrados ou transistores, e de 500 k à 2 M para amplificadores com transistores de efeito de campo na entrada ou amplificadores a válvulas.

A primeira operação consiste em se

ligar o equipamento e verificar se tudo está em ordem. Em seguida, curto-circuite os terminais 1 e 2 do diagrama que consiste na ligação direta do gerador de áudio sem o potenciômetro. (figura 3).

O volume do amplificador deve estar aberto até aproximadamente a metade. Leia então a tensão marcada no voltímetro. (Procure a escala que ofereça a indicação mais precisa).

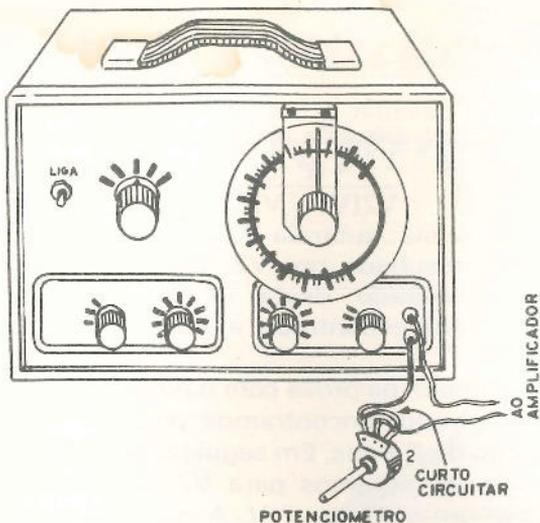


Figura 3

Em seguida, sem mexer nos controles do amplificador, desfaça o curto-circuito do potenciômetro, e ajuste-o até que o voltímetro marque exatamente uma tensão com a metade do valor lido na prova anterior. (Para as duas medidas o voltímetro deve estar numa escala de tensões alternadas).

Uma vez conseguida a leitura de uma tensão de metade do valor da indicada na prova anterior, retire cuidadosamente o potenciômetro do circuito, sem mexer no seu eixo, e meça a resistência com um multímetro entre seus terminais extremos. O valor lido será com grande aproximação a impedância de entrada do amplificador para uma frequência de 1 kHz. Se com o potenciômetro indicado não for obtido ajuste, troque-o por outro de maior valor.

b) Medida da Impedância de Saída

Na figura 4 temos o circuito a ser usado na medida da impedância de saída de um amplificador. O gerador de sinais de baixa frequência é ajustado para uma frequência de aproximadamente 1 kHz e ligado diretamente a entrada do amplificador. Na saída do amplificador ligamos o voltímetro de alta-impedância (ou Multímetro) na escala de tensões alternadas apropriada, ou seja, que permite uma leitura de meia escala aproximadamente.

Para amplificadores que usam alto-falantes comuns na saída, ou seja, que possuem baixa impedância de saída, o potenciômetro usado deve ser do tipo de fio de 50 ohms de resistência.

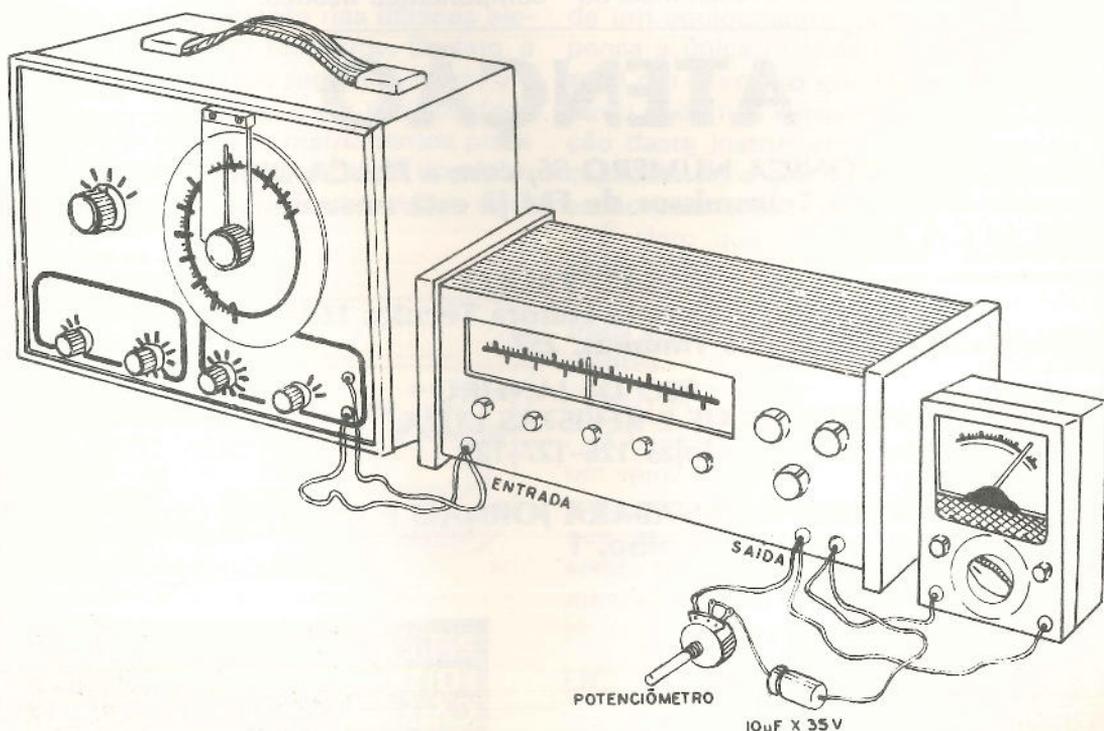


Figura 4

Se for um amplificador com saída de alta impedância, usado para enviar sinais por meio de linhas de distribuição (600 ohms, por exemplo) ou para fones, o potenciômetro usado deve ter de 1 k à 5 k de resistência, de preferência devendo ser do tipo de fio.

Para a medida o procedimento é o seguinte:

Ligue o amplificador, colocando a médio volume. O potenciômetro de prova usado como carga deve estar todo aberto, ou seja, com sua resistência máxima.

Leia a tensão alternada na saída do amplificador e anote este valor como V1. Em seguida, vá fechando gradativamente o potenciômetro de modo a reduzir sua resistência e também o valor da tensão medida. Faça isso até que a tensão no voltímetro caia uns 10% em relação ao valor lido na operação anterior. (Se você leu 10 V ajuste o potenciômetro até ler 9, por exemplo).

Anote o valor da tensão lida como V2

Agora, desligue o amplificador e cuidadosamente tire o potenciômetro do circuito sem mexer no seu cursor, ou seja, sem alterar sua resistência.

Com o multímetro na escala apropriada de resistência meça agora a resistência do

potenciômetro na qual foi obtida a leitura desejada.

Anote esta resistência como R.

Para calcular a impedância Z de saída do amplificador basta então aplicar a fórmula:
$$Z = \frac{R}{\sqrt{2(V1 - V2)}}$$

Em suma: subtraia V2 de V1. Multiplique o resultado por V2. Divida então R pelo resultado desta última operação. Você terá encontrado a impedância em ohms.

Exemplo: na prova com o potenciômetro todo aberto, encontramos para V1 uma tensão de 8 Volts. Em seguida, na segunda prova encontramos para V2 na segunda prova um valor de 7 V. A resistência em que isso ocorre é de 30 ohms.

Temos então: $V1 = 8 \text{ V}$

$V2 = 7 \text{ V}$

$R = 30 \text{ ohms}$

Fazemos então:

a) $8 - 7 = 1$

b) $7 \times 1 = 7$

c) $30 / 7 = 4,3 \text{ ohms}$, aproximadamente.

Esta é portanto a impedância de saída do amplificador, com as devidas tolerâncias pela precisão dos instrumentos e componentes usados.

ATENÇÃO

A REVISTA ELETRÔNICA NÚMERO 56, com a PLACA-BRINDE de circuito impresso do Micro Transmissor de FM já está novamente disponível, ao preço de Cr\$ 25,00.

SÃO PAULO

LITEC - Livraria Editora Técnica Ltda.
Rua dos Timbiras, 257

RIO DE JANEIRO

FITTIPALDI JORNAIS E REVISTAS LTDA.
Rua São José, 35 - lojas 126-127-128
Centro

RODOVIÁRIA GUANABARA JORNAIS E REVISTAS LTDA.
Avenida Francisco Bicalho, 1
Rodoviária novo Rio

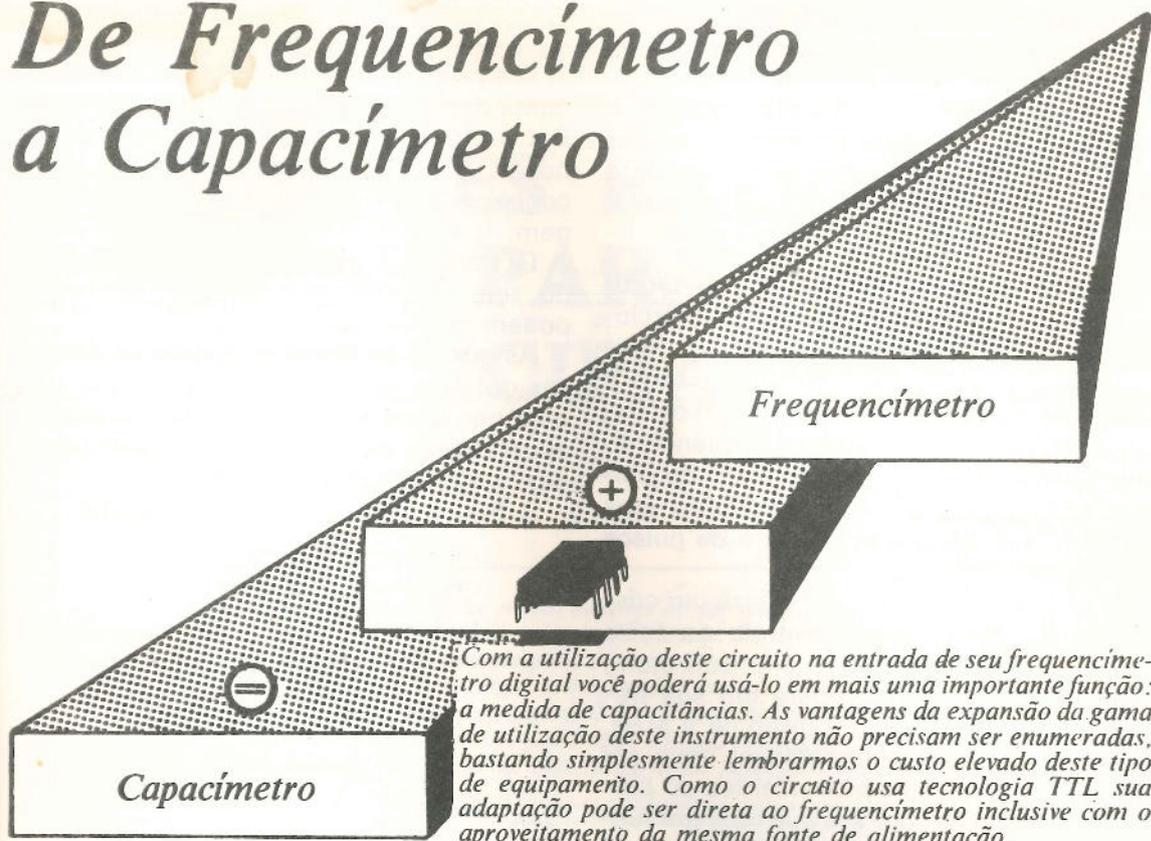
GUARULHOS

CONCORDE PROMOÇÕES
Avenida Esperança, 170

OU

Pelo REEMBOLSO POSTAL à
EDITORA SABER LTDA.
CAIXA POSTAL 50.450 - SP.
(mais despesas postais)

De Freqüencímetro a Capacímetro



Com a utilização deste circuito na entrada de seu freqüencímetro digital você poderá usá-lo em mais uma importante função: a medida de capacitâncias. As vantagens da expansão da gama de utilização deste instrumento não precisam ser enumeradas, bastando simplesmente lembrarmos o custo elevado deste tipo de equipamento. Como o circuito usa tecnologia TTL sua adaptação pode ser direta ao freqüencímetro inclusive com o aproveitamento da mesma fonte de alimentação.

Hoje em dia um freqüencímetro digital começa a constituir-se num instrumento que pode ser encontrado nas oficinas eletrônicas com relativa facilidade. De fato, a publicação de diversos projetos, sendo um na nossa própria revista e a possibilidade de aquisição de Kits e instrumentos prontos desse tipo permitiu que uma boa faixa de técnicos pudesse ter acesso a esse equipamento. (figura 1).

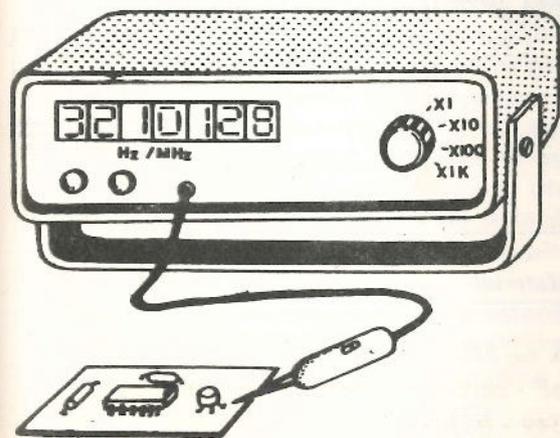


figura 1

Entretanto, muitos acham que o emprego de um capital tão elevado na aquisição de um equipamento desse tipo não compensa a única medida que ele pode realizar. Com o recurso que damos aqui, entretanto podemos estender a faixa de utilização deste instrumento para a medida de capacitância o que significa uma compensação para o seu alto custo.

É claro que a montagem e utilização deste instrumento exige um certo conhecimento de técnicas digitais pelo que não se trata de projeto recomendado aos principiantes.

COMO FUNCIONA

A base do circuito consiste em se gerar um trem de pulsos cuja freqüência média seja proporcional ao valor da capacitância que se deseja medir. Esta forma de onda sendo retangular pode ser aplicada diretamente a entrada do freqüencímetro onde ela será registrada.

Se os valores forem corretamente escolhidos, a conversão na leitura será desnecessária, ou seja, o valor de freqüência lido será numericamente igual a capacitância em determinada unidade.

No caso prático damos os valores dos componentes para que a leitura seja feita em picofarads ou dezenas de picofarads.

O multivibrador mono-estável que é responsável pela duração do trem de pulsos tem um período dado pela seguinte expressão:

$$t = C_X \cdot R_X \cdot \ln 2$$

Fixando-se R_X percebe-se que a largura do trem de pulsos passa a ser proporcional ao valor de C_X .

A saída do multivibrador mono-estável é usada para gatilhar os pulsos de um oscilador estável para a entrada do freqüencímetro. Conseqüentemente o número de pulsos que passará ao freqüencímetro será proporcional à duração do trem de pulsos e conseqüentemente à C_X .

O oscilador de referência utiliza um cristal de 27 MHz (rádio controle ou faixa cidadão) oscilando no terceiro sobretom, mas neste circuito ele opera em sua freqüência fundamental, em torno de 9 MHz.

O multivibrador monoestável deve ser disparado por pulsos provenientes do próprio freqüencímetro. Para que haja um funcionamento correto da unidade o período de pulsos do freqüencímetro deve ser maior que o maior período do monoestável. Para os valores dados no circuito este período é da ordem de 20 ms.

Para ajustar o circuito deve-se proceder da seguinte maneira: ligue um capacitor C_X de valor conhecido entre os terminais de prova e ajuste R_{Xb} para que o freqüencímetro dê uma indicação em dezenas de picofarads. Por exemplo, se o capacitor for de 20 nF o freqüencímetro deve indicar 2000.

O circuito servirá para a medida de capacitâncias de 1 kpF à 1 µF conforme o freqüencímetro. Em alguns casos a faixa pode ser estendida com a alteração do valor de R_X .

MONTAGEM

O circuito completo pode ser instalado numa placa universal de aproximadamente 5 x 8 cm. A disposição dos componentes ficará a cargo do montador que deve conhecer bem a técnica TTL de montagem.

O transistor usado nesta montagem é do tipo BC549, mas seus equivalentes podem ser usados.

As pontas de prova ao capacitor devem ser dotadas de fios curtos para que não haja nenhuma alteração de leitura com a aproximação de objetos que possam introduzir capacitâncias parasitas.

A figura 2 dá o circuito completo.

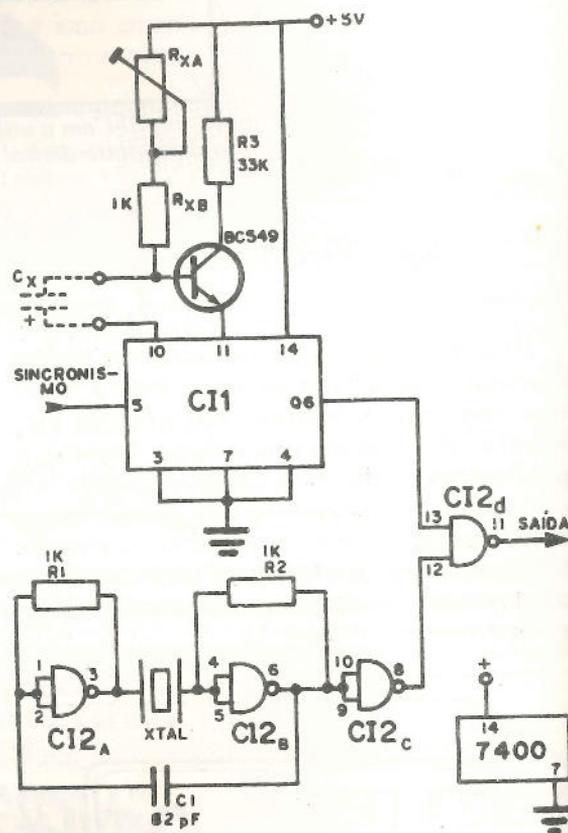


figura 2

Lista de Material

CI1 - 74121	R_{Xb} - 27k ou 33kΩ - potenciometro
CI2 - 7400	C1 - 82 pF - capacitor de mica ou cerâmica
R1, R2 - 1kΩ x 1/8 W	Q1 - BC549 - transistor
R3 - 33 kΩ x 1/8 W	XTAL - 27 MHz - terceiro sobretom (cristal)
R_{Xa} - 1 KΩ	

SIMPLES RADINHO PARA PRINCIPIANTES

Eis aqui um radinho muito simples de ser montado que pode "pegar" com facilidade as estações locais. Se você está procurando algo interessante para montar e esta é a sua primeira tentativa em fazer alguma realização em eletrônica, porque não começar com este radinho? Você, sem dúvida surpreenderá seus amigos com sua habilidade e ainda poderá desfrutar de sua montagem, ouvindo seus programas favoritos.

Newton C. Braga

Radinhos de um e dois transistores podem ser montados com muita facilidade, sem o inconveniente de ajustes críticos, e mesmo não apresentando a mesma sensibilidade de receptores comerciais, podem servir perfeitamente para a captação clara e com bom nível das estações locais.

Este receptor de dois transistores apenas é especialmente indicado aos principiantes, pela sua simplicidade e baixo custo. Se bem que o projeto original seja para escuta em fone de ouvido, individual portanto, se o leitor residir em cidades que tenham estações fortes, ou então nas proximidades da antena emissora da estação local, poderá ter a escuta com bom volume até em alto-falante.

Nestes casos em que o sinal da estação é forte, quer pela proximidade ou pela própria potência do emissor, até mesmo a antena externa pode ser eliminada.

Os componentes exigidos para esta montagem são em pouco número e oferecem diversas alternativas, o que facilita a

execução do projeto até mesmo pelos leitores menos experientes. Leia com atenção todo o texto, e com a lista de material, adquira todos os componentes. O resto é fácil e em pouco tempo você terá um radinho que, para sua glória, você mesmo montou!

O CIRCUITO

Para que o leitor tenha uma idéia de como funciona este tipo de receptor de rádio, vamos dividir seu circuito em três etapas, cada uma exercendo uma função definida. (figura 1).

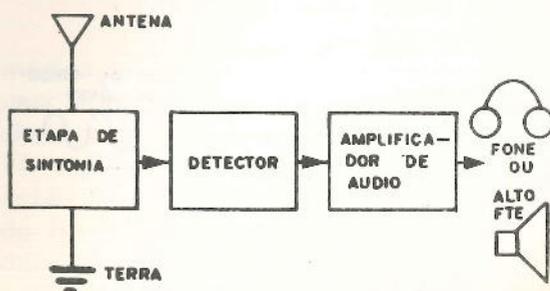


Figura 1

A primeira etapa é o circuito de sintonia que tem por função separar de todos os sinais que são captados pela antena o que corresponde a estação que queremos ouvir. Todas as ondas que incidem na antena induzem correntes que seriam amplificadas simultaneamente se não houvesse um circuito capaz de separá-las.

Este circuito é formado por uma bobina, cujo número de espiras determina a faixa de frequência que pode ser sintonizada, e por um capacitor variável sobre o qual atuamos para fazer a mudança de estações (figura 2).

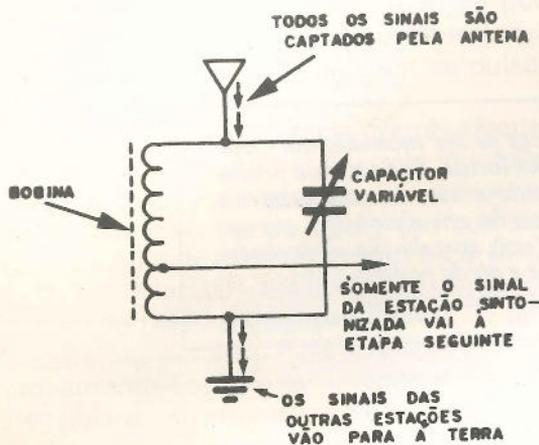


Figura 2

Conforme a posição do variável o circuito "ressoa" numa determinada frequência, que se corresponder a uma estação, será justamente a estação cujos sinais passarão ao circuito seguinte para serem amplificados.

A etapa seguinte tem por elemento básico um diodo semiconductor que realiza a função de detectar o sinal sintonizado, ou seja, separar das altas frequências que transportam a informação, os sinais de baixa frequência correspondentes ao som que se deseja ouvir (figura 3).

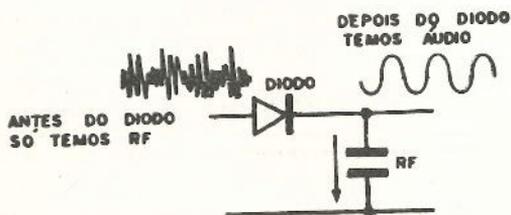


Figura 3

O sinal de baixa frequência correspondente aos sons, é entretanto muito fraco para poder ser ouvido convenientemente se o aplicarmos a um fone ou alto-falante, precisando portanto passar por uma amplificação adicional. Esta amplificação é feita pelas etapas seguintes que formam o amplificador de áudio.

Usamos no caso dois transistores iguais, que apresentam um bom ganho de amplificação, acoplados da maneira indicada na figura 4.

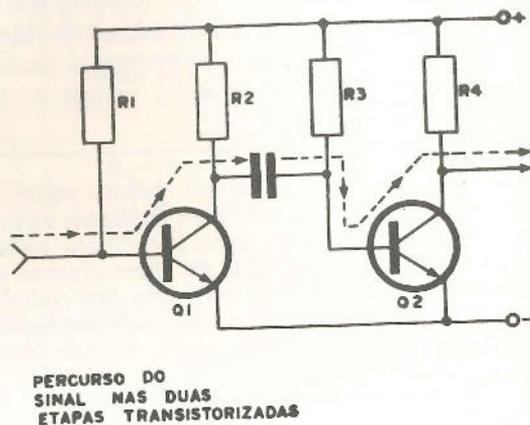


Figura 4

Com esta configuração, teremos uma amplificação suficientemente forte para termos bom volume em fones e em alguns casos até no alto-falante. Se o leitor morar perto de estações fortes, ou se em sua localidade diversas estações potentes operarem, mesmo usando uma antena pequena, o volume obtido será suficiente para excitar um alto-falante que então deverá ser usado em lugar do fone.

A alimentação deste receptor pode ser feita com uma tensão de 6 V vinda de 4 pilhas pequenas, ou então, para maior potência, com uma tensão de 9 V vinda de 6 pilhas pequenas.

MONTAGEM

Para esta montagem, tudo que o leitor necessitará será de um soldador de pequena potência (máximo 30 W), solda de boa qualidade, um alicate de corte e um de ponta, e chaves de fenda.

Os componentes serão todos montados numa base de madeira de aproximadamente 20 x 15 cm, e os transistores assim

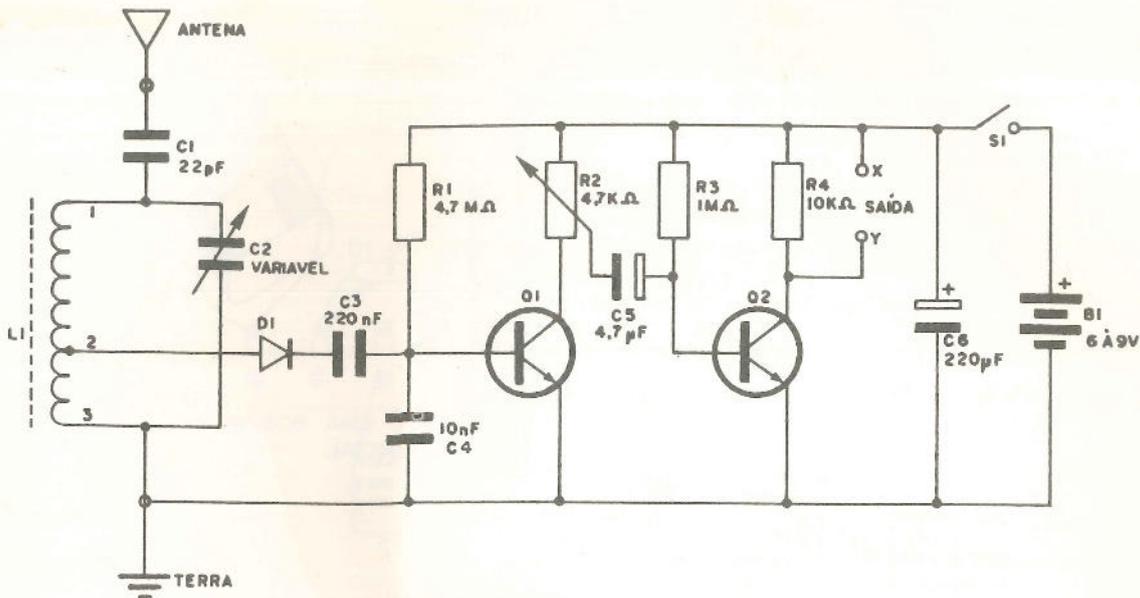


Figura 5

como resistores e capacitores são soldados numa ponte de terminais.

É claro que o leitor não precisa seguir exatamente esta técnica de montagem. A base de montagem, por exemplo, pode ser o próprio fundo da caixa onde será instalado em definitivo o receptor.

O circuito completo do receptor é mostrado na figura 5.

Antes de fixar os componentes principais na base de montagem, ou seja, o capacitor variável, a bobina, a ponte de terminais, o alto-falante e o suporte de pilhas, além do controle de volume, o leitor deve preocupar-se com a obtenção dos componentes:

Para estes, temos as seguintes observações a fazer:

a) Para o capacitor variável existem diversas opções: o leitor pode usar um variável grande de 2 seções que é fácil de encontrar, de eixo fino, para colocação do knob, sendo este ligado conforme mostra a figura 6. Pode ainda usar um variável miniatura do tipo encontrado em rádios transistores, cuja maneira de ligar é mostrada na mesma figura.

b) Para a bobina, o leitor tem duas opções também pode comprar somente o bastão de ferrite e enrolar a bobina com fio comum flexível da maneira indicada na figura 7 ou então comprar o conjunto bobina-bastão de ferrite para a faixa de ondas

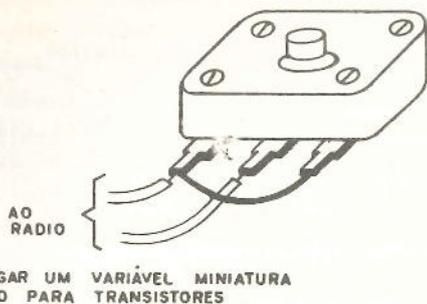
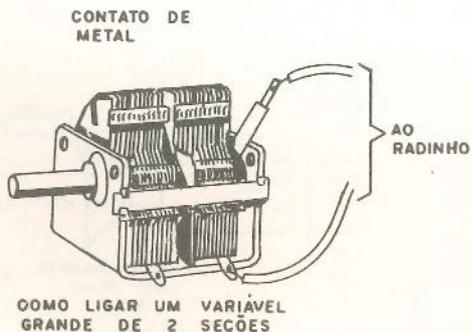
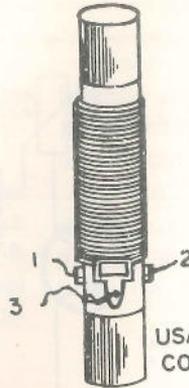
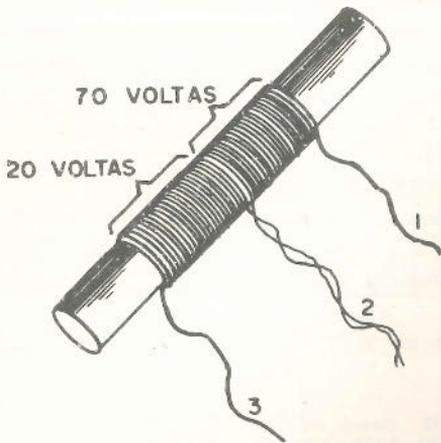


Figura 6

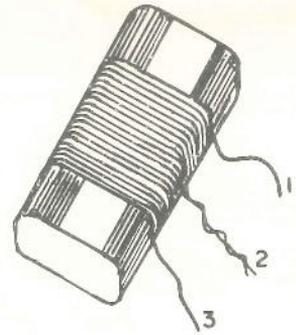
médias, já pronto. No caso o leitor pode usar bobinas tanto de núcleo de ferrite chato, como cilíndrico. A bobina consta de 70 espiras + 20 de fio comum fino ou então fio esmaltado 28. Enrole 20 voltas de fio, faça uma derivação (tomada) e depois enrole mais 70 espiras.

c) O leitor pode optar pela versão com fone ou pela versão com alto-falante. Para

BASTÃO DE FERRITE
DE 10 A 20cm

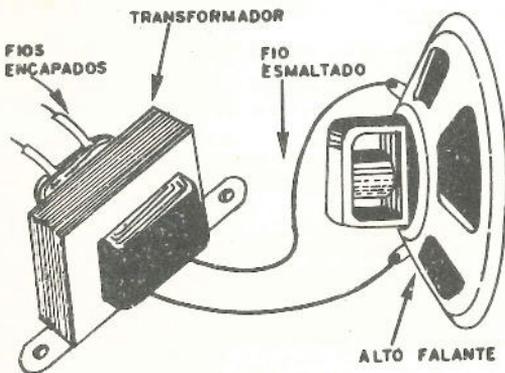
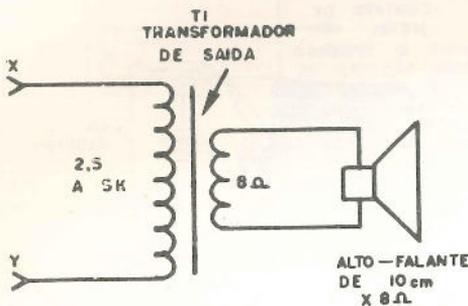


USAR UMA BOBINA
COMERCIAL



VOCÊ PODE ENROLAR UMA
BOBINA COM FIO COMUM
OU ESMALTADO

Figura 7



MORANDO PERTO DE ESTAÇÕES FORTES VOCÊ
PODE USAR UM ALTO-FALANTE.

Figura 8

devendo ser usados neste circuito. Para a ligação do alto-falante deve ser usado um transformador de saída. O leitor pode usar um transformador de saída para transistores do tipo miniatura ou então um transformador maior do tipo usado na saída de válvulas 6AQ5 ou equivalentes que são bastante comuns na praça. O alto-falante pode ser qualquer tamanho desde que sua impedância seja de 8 ohms. A maneira de ligar o transformador de saída e o alto-falante é mostrada na figura 8. Para a ligação de uma tomada para o fone, o jaque é mostrado na figura 9.



COMO LIGAR UM JACUE PARA O FONE

Figura 9

De posse dos componentes, o leitor pode preparar-se para a montagem, fixando-os da maneira indicada no plano de montagem da figura 10.

A seqüência e os cuidados para as operações é a seguinte:

1. Fixe a ponte de terminais, a bobina, o capacitor variável, e os terminais antena/terra na base de montagem.

a versão com fone, devem ser usados fones de cristal ou fones magnéticos de alta impedância. Muito cuidado, pois os fones de radinhos comuns e gravadores são magnéticos de baixa impedância não

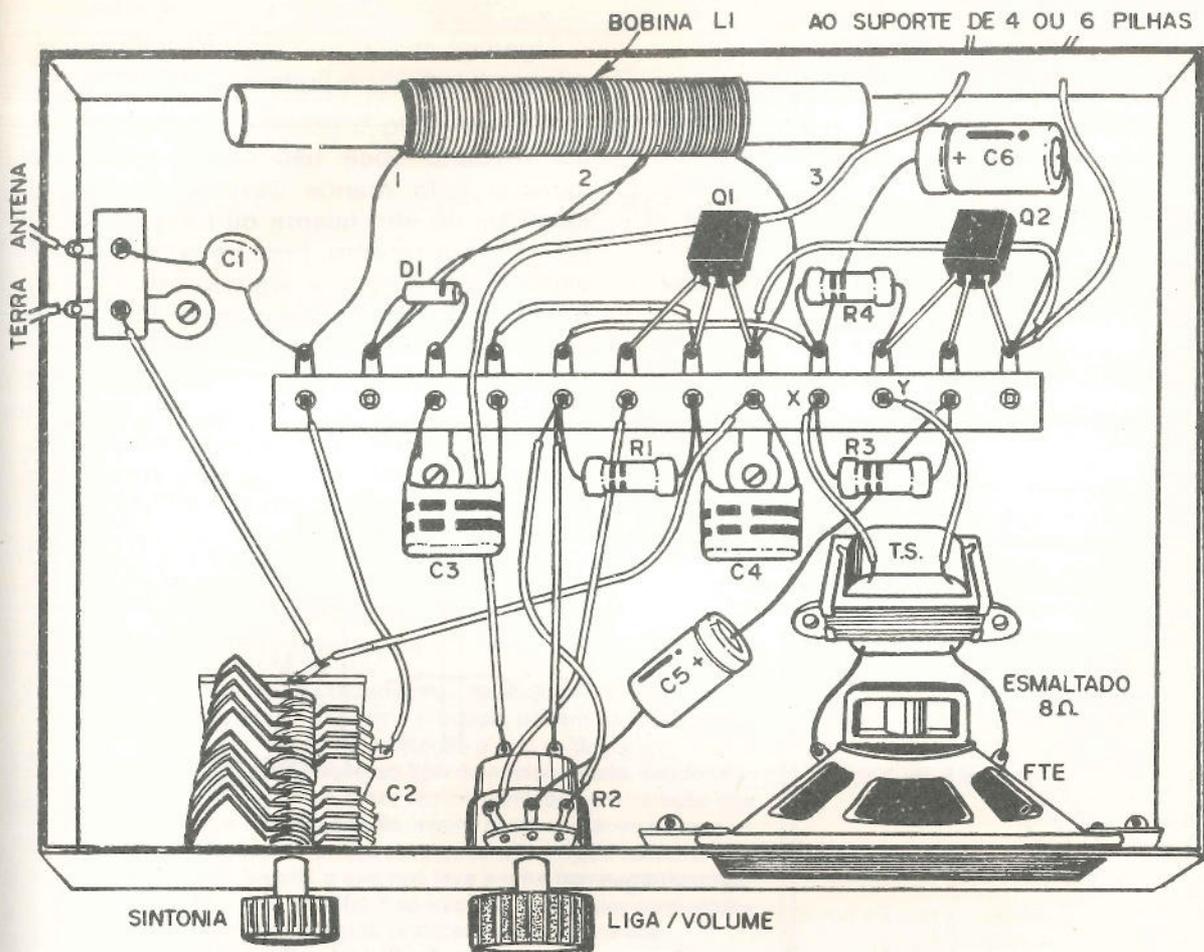


Figura 10

2. Solde os fios da bobina e as ligações do variável nos terminais correspondentes da ponte.

3. Solde o diodo semicondutor na ponte atentando para sua posição.

4. Solde os transistores observando também sua posição. Cuidado para não afetar estes componentes com o calor do ferro. Solde-os rapidamente.

5. Solde os resistores e os capacitores. No caso do capacitor eletrolítico observe sua polaridade.

6. Faça a ligação do potenciômetro de controle de volume não usando fios muito longos.

7. Faça a conexão da chave S1 conjugada ao potenciômetro de volume que serve para ligar e desligar o radinho.

8. Faça a conexão do suporte de pilhas e dos fios antena e terra.

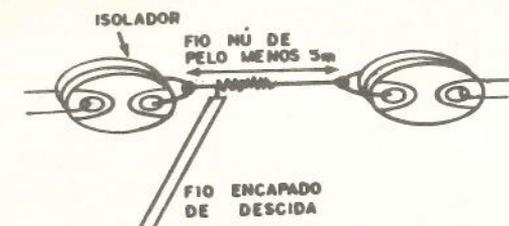
9. Complete a montagem, interligando os pontos necessários da ponte com fio flexível de capa plástica e faça a ligação do

fone ou alto-falante da maneira indicada no texto.

Terminada a montagem, confira todas as ligações e se nada estiver anormal, prepare-se para a prova inicial.

Se você morar em local isolado longe de estações fortes, será necessário usar uma antena externa. Na figura 11 é mostrada a maneira como deve ser instalada esta antena. A ligação à terra é também importante, mesmo no caso de estações fortes, pois aumenta bastante o rendimento do receptor. Esta ligação pode ser feita ligando-se um fio no polo neutro de tomada, ou então a um cano de água. (Para descobrir o neutro da tomada, use uma lâmpada neon). (fig. 12).

Para o caso de locais com estações fortes, a antena pode ser formada por um pedaço de fio comum (encapado mesmo) de uns 2 ou 3 metros de comprimento estendido em qualquer lugar.



QUANTO MAIOR FOR A ANTENA, MELHOR SERÁ A RECEPÇÃO

Figura 11

Ligada a antena e o fio terra, coloque as pilhas no suporte e ligue o potenciômetro.

Abrindo todo o volume do receptor se de imediato você não captar nenhuma estação pelo menos deve ouvir alguns estalidos no alto-falante ou fone, indicando o funcionamento. Procure então girar o variável até sintonizar alguma estação. Se o volume for muito baixo, verifique a ligação à terra e à antena.

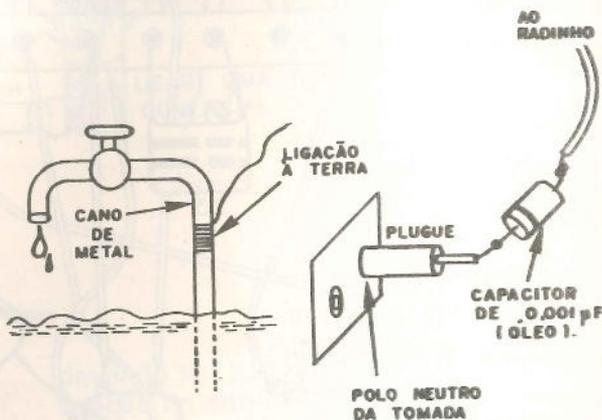
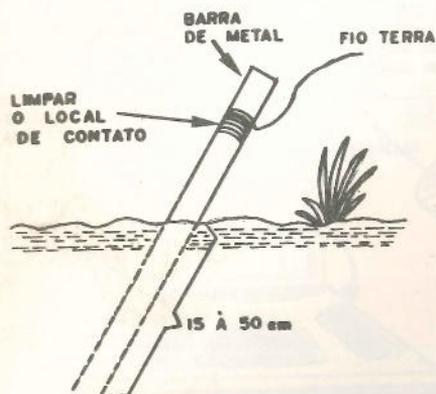


Figura 12

Se nenhum sinal for ouvido no fone, verifique se é mesmo do tipo de alta impedância ou então se ele se encontra estragado. Os fones de ouvido de cristal são muito sensíveis a umidade, estragando-se

com muito facilidade. Para esta finalidade, ligue entre seus terminais uma pilha. Neste momento deve ser ouvido um "clique" alto e claro. Se o "clique" for muito baixo é porque o fone se encontra estragado.

Lista de Material

Q1, Q2 - BC548 ou BC238 - transistores NPN para uso geral

D1 - diodo de cristal de germânio (1N34, 1N60 ou equivalente)

C1 - 22 pF - capacitor de disco de cerâmica

C2 - Capacitor variável (ver texto)

C3 - 220 nF - capacitor de poliéster (vermelho, vermelho, amarelo)

C4 - 10 nF - capacitor de poliéster (marrom, preto, laranja)

C5 - 4,7 μ F - 12 ou mais volts - capacitor eletrolítico

C6 - 220 μ F x 12 ou mais volts - capacitor eletrolítico

R1 - 4,7 M ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, verde)

R2 - Potenciômetro de 4,7 k ohms com chave

R3 - 1 M ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, verde)

R4 - 10 k ohms x 1/4 W - resistor (marrom, preto, laranja)

B1 - 6 à 9 V - bateria

L1 - Ver texto

Diversos: interruptor simples; transformador de saída e alto-falantes de 8 ohms ou fone; suporte para 4 ou 6 pilhas, bastão de ferrite, fio para antena, fios, ponte de terminais, knobs para o potenciômetro e variável, etc.

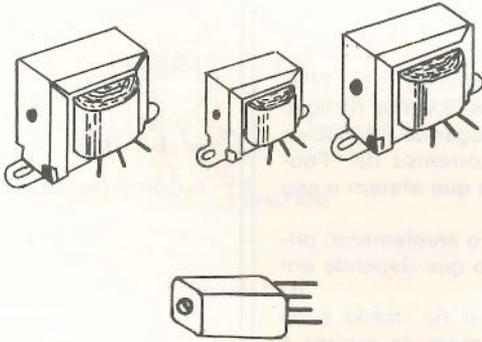
CURSO DE ELETRÔNICA[©]

LIÇÃO 24

Na lição anterior estudamos o princípio de funcionamento de mais um dos importantes dispositivos eletrônicos, o transformador. Nas aplicações práticas os leitores poderão encontrar transformadores com as mais diversas aparências em função de sua finalidade. Conhecer os principais tipos de transformadores e saber como utilizá-los é o assunto focalizado em mais esta lição de nosso curso de eletrônica em instrução programada. Veremos como são construídos e para que servem os principais tipos de transformadores.

64. Os Transformadores na prática

Os transformadores utilizados nas aplicações práticas, funcionando todos segundo o mesmo princípio podem variar bastante de aparência em função da aplicação a que se destinam. Assim, temos variações em relação ao tipo de núcleo usado, seu formato e o material de que é feito, temos variações em relação aos enrolamentos e sua disposição, assim como a maneira como as espiras são enroladas; temos variações em relação aos circuitos em que são usados etc, o que nos leva a uma gama relativamente ampla de tipos de transformadores que devem ser conhecidos pelo menos em teoria pelos praticantes de eletrônica.



TRANSFORMADORES DE DIVERSOS TIPOS

figura 213

Nesta lição procuraremos focalizar cada tipo de transformador, suas aplicações e as principais características que o leitor deve observar na sua escolha para um projeto. O primeiro transformador que analisaremos é o transformador de alimentação:

1) Transformadores de Alimentação

A finalidade deste tipo de transformador é tomar a tensão da rede de alimentação de 110 ou 220 V e transformá-la numa tensão também alternante de outro valor, conforme as necessidades do projeto. Se a tensão obtida na sua saída for menor que

Tipos de transformadores

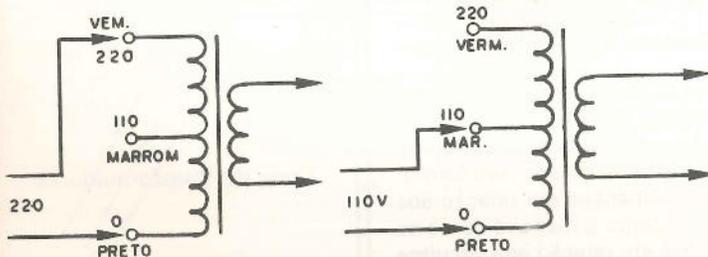
Transformadores de Alimentação

a tensão da rede, trata-se de um transformador abaixador, enquanto que se a tensão obtida no secundário for maior que a de entrada, trata-se de um transformador elevador.

Normalmente estes transformadores constam de um enrolamento primário no qual é aplicada a tensão da rede, sendo este enrolado com fio cuja espessura depende da potência que o transformador deve fornecer, ou seja, do produto da corrente pela tensão de secundário. Em alguns casos, o primário destes transformadores é enrolado de modo a permitir sua ligação tanto na rede de 110 como 220 V. Na figura 214 temos um exemplo de enrolamento primário com uma derivação para 110 V. Assim quando ligamos o cabo de entrada entre o ponto 0 e 110 V, o transformador pode ser alimentado com 110 V, e quando ligamos entre 0 e 220 V, o transformador pode ser alimentado por 220 V.

Na prática, quando a marcação 0, 110, 220 não é feita no próprio transformador, a identificação é feita pelas cores dos fios usados nesses enrolamentos: preto = 0; marrom = 110 V; vermelho = 220 V

A potência



LIGAÇÕES EM 110 E 220V

figura 214

O núcleo desses transformadores é formado por chapas de ferro em forma de E,I ou F,F, conforme já vimos na lição anterior. Usam-se chapas de ferro doce em lugar de um núcleo sólido único, para se evitar as chamadas correntes de "Foucault" que são correntes induzidas no núcleo que afetam o seu desempenho.

O enrolamento secundário é feito sobre o enrolamento primário no mesmo carretel, com fio esmaltado que depende em espessura da corrente desejada na saída.

Para os transformadores abaixadores, o fio usado é de maior espessura que o do primário, e o número de espiras é menor, enquanto que para os transformadores elevadores, o número de espiras do secundário é maior, mas sua espessura é menor.

Para estes transformadores, poderemos ter enrolamentos secundário simples que constam de apenas duas pontas, enrolamentos com derivações centrais conforme mostra a figura 215, que são enrolamentos que nos permitem obter uma certa tensão a partir da tomada central, para cima e para baixo, mas com "inversão de fase" e também transformadores com secundários duplos, cujo diagrama é mostrado na mesma figura 215.

Os três tipos de transformadores podem ser encontrados tanto na versão de abaixadores como de elevadores. Do mesmo modo podemos encontrar transformadores com enrolamentos de alta e de baixa tensão simultaneamente.

Correntes de Foucault

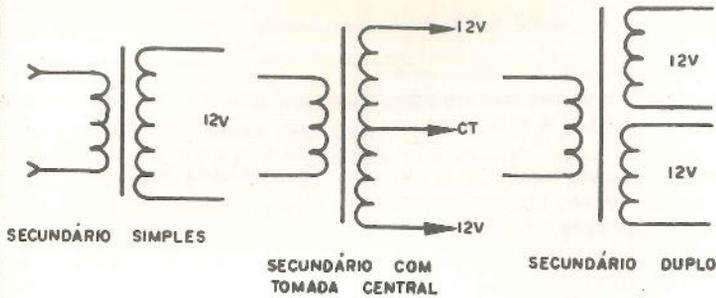


figura 215

Esses transformadores podem ser usados em diversos tipos de aplicações práticas, sendo as mais comuns as entradas de fontes de alimentação, ou seja, circuitos que convertem a tensão alternante da rede em tensões contínuas como as exigidas pelos circuitos eletrônicos.

No caso de fontes para circuitos transistorizados cuja operação normalmente se faz com tensões menores que a da rede, podemos encontrar transformadores com tensões a partir de 4,5 V até perto de 80 V para os grandes amplificadores. As correntes de secundário normalmente vão de 150 mA até perto de 10 A conforme o tipo de aplicação.

No caso de circuitos com válvulas e para aplicações especiais, os transformadores normalmente são do tipo elevador com tensões de saída entre 125 e 1 200 V, com correntes a partir de 20 mA.

Na figura 216 damos as aparências como normalmente são encontrados esses transformadores.

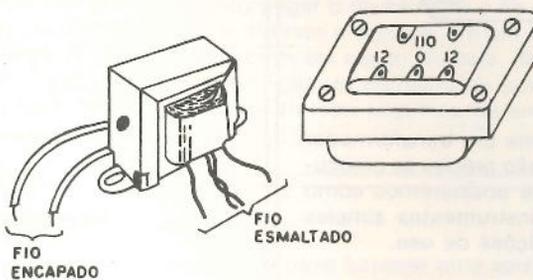


figura 216

Na escolha de um transformador, o leitor deve tomar as seguintes precauções:

a) Deve verificar se o primário do transformador é da tensão em que se deseja ligar o aparelho, ou seja, 110 ou 220 V, conforme a sua rede. Um transformador de duplo primário elimina as dúvidas no caso.

b) Deve verificar a tensão de secundário se está de acordo com o projeto, lembrando que nem sempre a tensão do secundário do transformador é a tensão de saída da fonte já que na retificação pode haver um aumento ou diminuição de seu valor.

c) Deve verificar a corrente de secundário fornecida pelo transformador que deve ser sempre maior ou igual que a corrente exigida pelo projeto. Por exemplo, se a fonte que você está montando é para 6 V x 250 mA, você pode perfeitamente usar

Fontes de Alimentação

Abaixadores e Elevadores

Precauções na escolha

Limitação de corrente

um transformador de 6 V x 500 mA ou mesmo 6V x 1A. Isso acontece porque a corrente é sempre dosada pelo circuito alimentado, não importando quanto seja a corrente fornecida pela fonte, o mesmo sempre "puxa" somente a corrente que ele precisa. Se o transformador não puder fornecê-la é que teremos problemas.

Com relação à qualidade de um transformador é muito importante o leitor observá-la em função do seu projeto. Transformadores com blindagem externa são sempre preferidos para projetos de áudio, já que reduzem bastante a possibilidade de indução de zumbidos. Transformadores que "roncam" quando em funcionamento indicam que as chapas não estão firmes, e portanto sua qualidade de construção não é das melhores. O mesmo ocorre em relações a terminais fracos que se soltam com facilidade, os quais devem ser observados com cuidado na compra do competente.

Com relação ao aquecimento, os transformadores sempre dissipam uma parte da energia com que trabalham em forma de calor. Operando abaixo dos limites indicados pelo fabricante sua durabilidade é ilimitada, mas caso de sobrecargas o aquecimento excessivo pode causar a queima do isolamento de esmalte dos fios, ou seja, a queima do transformador. Isso ocorrerá quando se tentar drenar do mesmo uma corrente maior do que a que ele normalmente pode fornecer.

OS TRANSFORMADORES DEVEM SER
INSTALADOS EM LOCAIS
VENTILADOS.

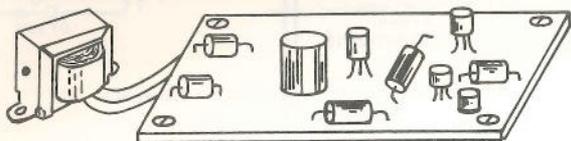


figura 217

Em suma, escolhendo apropriadamente um transformador de boa qualidade para uma fonte, o leitor não precisa se preocupar com seu funcionamento. Futuramente ensinaremos como realizar provas deste componente com instrumentos simples que podem avaliar sua qualidade e condições de uso.

O problema da qualidade

Condições de Trabalho

Resumo do quadro 64

- Existem transformadores de diversos tipos cujas maneiras de construção depende da aplicação
- Temos variações do tipo de núcleo, tipo de fio usado e maneira segundo o fio é enrolado
- Os transformadores de alimentação ou transformadores de força são usados para converter a tensão de menor ou maior valor, após o que é procedida a retificação
- Quando a tensão de saída é menor o transformador é do tipo elevador, sendo usados em aparelhos a válvulas e em outras aplicações

- Quando a tensão de secundário é menor, o transformador é do tipo abaixador sendo normalmente usado em circuitos transistorizados.
- Os secundários dos transformadores podem ser simples ou dotados de tomada central.
- Existem ainda transformadores com diversos secundários
- Os primários normalmente são calculados para operar em 110 ou 220 V ou então nas duas tensões.
- Os núcleos desses transformadores são de ferro laminado com as bobinas feitas no mesmo carretel
- Na compra de um transformador deve-se observar a tensão de primário e a potência de secundário, ou seja, a tensão e a corrente desse enrolamento.
- Os transformadores normalmente trabalham quentes mas o aquecimento excessivo é prejudicial.

Avaliação 189

Um transformador de alimentação tem por fios de primário três, com as cores marrom, preto e vermelho. Queremos alimentar este transformador na rede de 110 V. Aos fios de cabo de alimentação (tomada) devemos ligar que fios?

- a) marrom e vermelho
- b) marrom e preto
- c) preto e vermelho
- d) o marrom e o preto juntos e o vermelho no outro fio

Resposta B

Explicação

Pelo código de cores, o marrom indica 1, de 110V, enquanto que o preto 0 (de neutro) e o vermelho 2 (de 220). Assim, para ligar em 110 V devemos pegar o fio neutro e o fio de 110, ou seja, devemos ligar o fio marrom e o preto, um em cada fio da tomada. O vermelho não deve ser usado, ou seja, deve permanecer desligado. A resposta correta corresponde portanto a alternativa B. Se acertou passe ao teste seguinte. Se errou, leia novamente a lição.

Avaliação 190

Para uma fonte de 6 V que deve fornecer uma corrente de 500 mA, qual dos seguintes transformadores seria o ideal?

- a) secundário de 6 V com corrente de 250 mA
- b) secundário de 9 V com corrente de 600 mA
- c) secundário de 12 V com corrente de 250 mA
- d) secundário de 250 V com corrente de 10 mA

Resposta B

Explicação

Para utilizar um transformador numa fonte devemos observar que a tensão de secundário seja a mais próxima possível do valor exigido para a aplicação, se possível um pouco maior, já que na retificação e filtragem pode haver uma redução, e a corrente deve ser sempre maior que a exigida pela carga. Isso significa que o transformador deve ter secundário de 6 V ou pouco mais e ser capaz de fornecer uma corrente de pelo menos 500 mA. De todos os transformadores relacionados o único que se enquadra nessas características é o item B. Se acertou passe ao teste seguinte. Se errou estude novamente a lição.

Avaliação 191

Um transformador tem um secundário com tomada central, sendo especificado como 12 + 12 V x 500 mA. Isso quer dizer que se medirmos com um voltímetro a tensão entre os dois extremos desse transformador teremos um valor:

- a) 0 V
- b) 12 V
- c) 24 V
- d) superior a 24 V

Resposta C

Explicação

Os transformadores de tomada central no secundário são especificados de modo que os valores são em relação a essa tomada. Por exemplo, no nosso caso temos 12 V em relação à tomada central. Assim, devemos medir 12 V de qualquer extremo à tomada central. Como há uma inversão de fase do sinal, de ponta a ponta do transformador temos exatamente o dobro da tensão ou seja, os $12 + 12 = 24$ Volts. A resposta correta corresponde portanto a alternativa C. Se você acertou passe ao seguinte. Se errou, não se preocupe, pois voltaremos ao assunto futuramente.

65. Transformadores de Saída

Um tipo de transformador que encontra larga margem de aplicações práticas é o denominado transformador de saída.

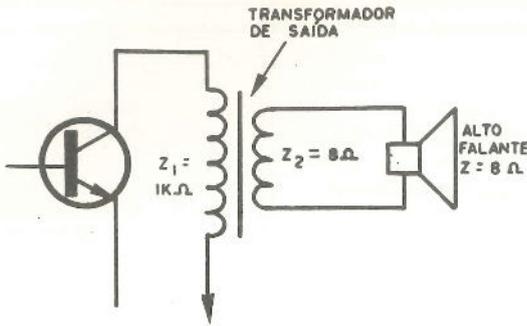
Em função do número de espiras dos dois enrolamentos, estes apresentam características definidas para o circuito no qual são ligados. Esta característica consiste em oferecer maior ou menor oposição a passagem de um sinal de corrente alternada, sendo denominada "impedância". Como a resistência, as impedâncias são medidas em ohms, o que significa que cada enrolamento de um transformador se comporta como uma "resistência" apresentando um certo valor ohmico, além da tensão e da corrente que nele obtemos ou aplicamos.

Fisicamente, os transformadores de saída são bastante semelhantes aos transformadores de alimentação, sendo estes no entanto usados quando se deseja "alimentar com um sinal obtido de uma forma, um circuito que exige o mesmo sinal mas de outra forma.

Em suma, com os transformadores de saída, escolhendo as impedâncias de seus enrolamentos apropriadamente podemos "adaptar" as impedâncias de dois circuitos que devem ser interligados de modo que o sinal possa ser apropriadamente transferido um para o outro.

Impedância

Casamento de Impedâncias



OS CIRCUITOS DE ALTA-IMPEDÂNCIA NÃO
PODEM SER LIGADOS DIRETAMENTE EM
CARGAS DE BAIXA IMPEDÂNCIA

figura 218

Por exemplo, se desejamos ligar um alto-falante à saída de uma válvula, isso não poderá ser feito diretamente, pois a válvula exige para seu funcionamento uma "carga" de alta impedância, enquanto que o alto-falante é um dispositivo de baixa impedância. Enquanto que a saída da válvula tem uma impedância de ordem de 2.000 a 10.000 ohms os alto-falantes tem impedâncias de 4 a 8 ohms. Devemos então entre os dois utilizar um "transformador de saída" cujo enrolamento primário, de muitas espiras de fio fino apresenta uma alta impedância, de acordo com a exigida pelo circuito, enquanto que o secundário com poucas voltas de fio mais grosso, apresenta uma baixa impedância, de acordo com o alto-falante.

O tamanho de um transformador de saída depende fundamentalmente da "potência" que ele deve transferir ao alto-falante.

Para os rádios portáteis, por exemplo, cuja potência não passa de fração de watt, os transformadores tem dimensões bastantes reduzidas, enquanto que em rádios a válvula, ou então antigos amplificadores de válvulas os transformadores podem ter dimensões consideráveis chegando mesmo a pesar mais de um quilo!

Exemplo de uso

TRANSFORMADOR DE SAÍDA DE PEQUENA POTÊNCIA (TRANSISTORES)



TRANSFORMADOR DE SAÍDA DE ALTA POTÊNCIA PARA VÁLVULAS.

figura 219

Os transformadores de saída mais comuns que encontramos podem ter um primário simples formado de um único enrolamento com dois extremos, e um único secundário enrolado ao mesmo carretel, e tendo como núcleo lâminas de ferro em E, I ou F.

Temos também transformadores com tomadas centrais no enrolamento primário que são usados nos circuitos que usam duas válvulas ou dois transistores na saída que são os denominados transformadores de saída "push-pull".

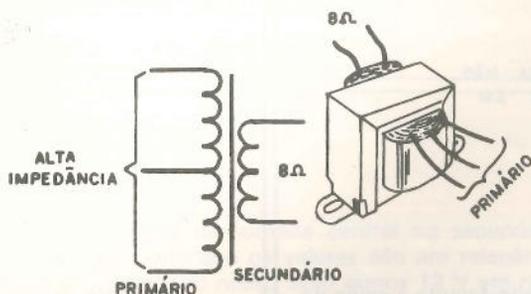


figura 220

Para os transformadores de saída do tipo miniatura usados em conjunto com transistores (rádios, gravadores, etc) a impedância de primário do transformador costuma estar entre 50 e 2.000 ohms, sendo o secundário normalmente de 4 a 8 ohms que são as impedâncias mais comuns de alto-falantes.

Para os transformadores de saída para válvulas, as impedâncias podem estar entre 500 e 10.000 ohms de primário, e a impedância de secundário normalmente é de 4 ou 8 ohms, havendo inclusive casos de transformadores com tomadas de secundário de diversas impedâncias como 4, 8, 16 e 600 ohms.

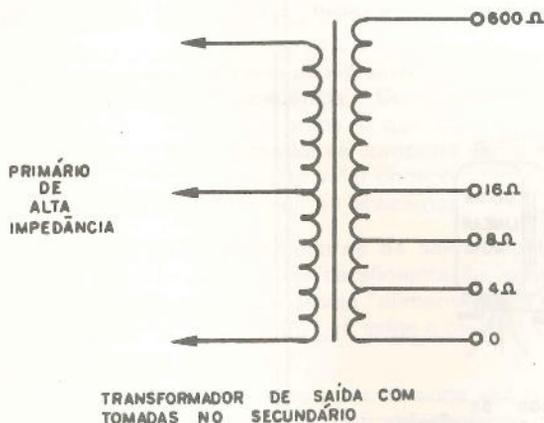


figura 221

Tipos de transformadores de saída

Transformadores para transistores

Na escolha de um transformador de saída devem ser observadas as seguintes características:

a) impedância de primário que deve ter o valor indicado pelo projeto. Em muitos casos, os projetos admitem uma tolerância muito grande nos valores da impedância de primário de um transformador de saída. Assim, em muitos circuitos transistorizados, praticamente todos os transformadores da faixa de 50 a 2.000 ohms podem funcionar, dependendo o rendimento do circuito daquela que melhor se adaptar às condições específicas da montagem e não do projeto;

b) Impedância de secundário, que deve ter um valor sempre de acordo com o alto-falante usado. Normalmente costuma-se usar alto-falantes de 4 ou 8 ohms em circuitos de pequena potência; e

c) Potência de áudio do circuito. Para os circuitos transistorizados os transformadores tem uma faixa de potência que vai dos 50 mW aos 1 ou 2 W, enquanto que para os transformadores para válvulas esta faixa se estende dos 2 aos 50 W.

Para o caso de transformadores, quando as potências são superiores a 1 W normalmente prefere-se usar a configuração denominada em simetria complementar se adaptam aos alto-falantes de baixa impedância, eliminando-se a necessidade de se usar transformadores de saída.

Cuidados na escolha

Simetria Complementar

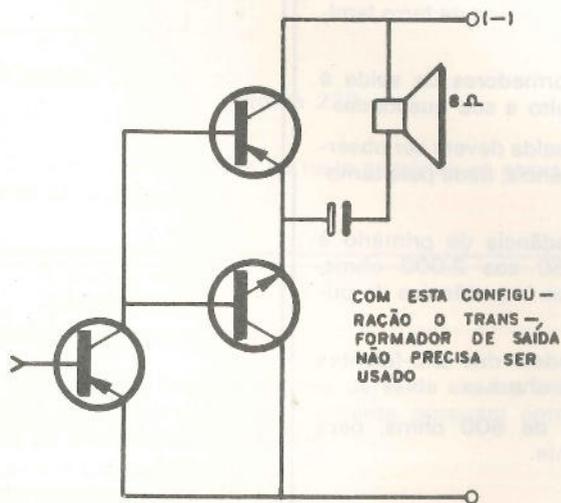


figura 222

É importante observar que, sinais de determinadas frequências tem maior dificuldade em passar por um transformador do que sinais de outras frequências, o que exige uma técnica de construção muito delicada para os amplificadores usados em circuitos de alta fidelidade. Por este motivo, os amplificadores modernos são transistorizados não usando transformadores na saída e os antigos amplificadores de alta fidelidade tem nos transformadores usados com as válvulas, os componentes mais críticos e caros, dos quais depende toda a qualidade do projeto.

A seguir, um resumo desta lição e um questionário de avaliação

Resumo do quadro 65

- Nos transformadores de saída o importante é a maneira como os enrolamentos se comportam em relação aos circuitos em que são ligados.
- Essa maneira é expressa pela impedância que é a "oposição apresentada ao sinal de corrente alternada com que os transformadores operam".
- Os sinais de corrente alternada são os sons que devem ser aplicados a alto-falantes ou fones.
- Enquanto que os alto-falantes são dispositivos de baixa impedância normalmente as saídas dos circuitos com válvulas e transistores são de alta impedância.
- Os transformadores de saída "causam" portanto a baixa impedância do alto-falante com as "altas impedâncias dos circuitos de saída.
- Os enrolamentos de alta impedância consta de muitas espiras de fio fino, enquanto que os enrolamentos de baixa impedância constam de poucas espiras de fio grosso.
- O tamanho do transformador é determinado pela potência que ele deve transferir ao alto falante.
- Os transformadores de saída possuem núcleos de ferro laminado.
- Nos amplificadores que usam transformadores de saída a fidelidade da reprodução depende muito a sua qualidade.
- Na aquisição de um transformador de saída devem ser observadas as suas impedâncias e a sua potência, dada pelo tamanho.
- Nos circuitos transistorizados a impedância de primário é relativamente baixa, na faixa dos 50 aos 2.000 ohms, enquanto que nos circuitos a válvula as impedâncias de primário vão de 500 a 10.000 ohms.
- As impedâncias do secundário dependem dos alto-falantes usados sendo normalmente de 4 a 8 ohms.
- Existem transformadores com saída de 600 ohms, para linhas de distribuição de som ambiente.

Avaliação 192

Desejando adaptar a saída de alta impedância de um amplificador (600 ohms) de modo a poder alimentar um alto-falante de 8 ohms, devermos utilizar que recurso?

- Usar um transformador de força para 6 V
- Ligar diretamente o alto-falante na saída de 600 ohms
- Usar um transformador de saída com primário de 600 ohms e secundário de 8 ohms.
- Usar um transformador de saída de 8 ohms de primário e secundário de acordo com o alto-falante.

Resposta C

Explicação

Se a saída do amplificador é de 600 ohms e o alto-falante a ser usado é de 8 ohms é óbvio que não podemos ligar diretamente um ao outro pois além de haver uma sobrecarga do amplificador que poderia causar sua queima, não haverá transferência correta de sinal de um para o outro. Devemos portanto usar um transformador cujo primário seja de acordo com a saída do amplificador e um secundário de acordo com o alto-falante, ou seja, um transformador de 600 ohms de primário e 8 ohms de secundário.

Veja na figura 223 a maneira como deve ser ligado este transformador.

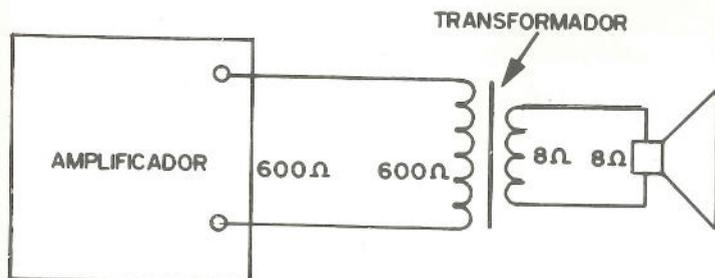


figura 223

Se você acertou passe ao teste seguinte, se errou, estude novamente a lição.

Avaliação 193

Os pequenos transformadores de saída usados em rádios portáteis, gravadores, etc, normalmente possuem uma impedância de primário de que ordem?

- a) entre 4 e 8 ohms
- b) entre 20 e 50 ohms
- c) entre 50 e 2.000 ohms
- d) entre 500 e 10.000 ohms

Resposta C

Explicação

Normalmente a impedância de saída dos circuitos transistorizados é média entre 50 e 5.000 ohms, sendo esta justamente a faixa de impedância de primário que devem ter os transformadores usados nestes circuitos. Os secundários desses transformadores tem impedâncias na faixa de 4 a 8 ohms que são justamente as impedâncias dos alto-falantes usados. A resposta correta corresponde portanto a alternativa C. Se acertou passe ao teste seguinte.

Avaliação 194

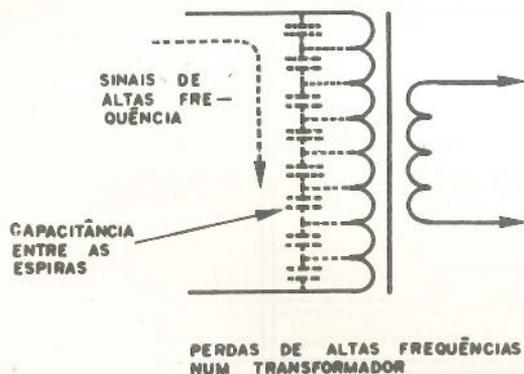
A qualidade de um transformador de saída usado em amplificador de alta fidelidade com válvulas (ultra linear) depende de que fatores?

- a) Dos números de espiras do enrolamento e da qualidade do núcleo
- b) Da qualidade do núcleo e da maneira como são feitos os enrolamentos
- c) Das impedâncias dos enrolamentos
- d) Das impedâncias dos enrolamentos e da qualidade do núcleo

Resposta B

Explicação

Duas espiras adjacentes de um enrolamento se comportam como as placas de um capacitor apresentando a propriedade de "curso-circuitar" sinais de altas frequências. Nos transformadores de alta qualidade além de se acolher bem o material de que são feitos os núcleos, enrolamentos feitos segundo técnicas especiais diminuem as capacitâncias entre as espiras garantindo assim a melhor resposta possível para os sinais de todas as frequências audíveis, inclusive as mais altas. A resposta correta é portanto a da alternativa B.



A seguir, mais uma lista de nomes de leitores que nos escreveram respondendo ao questionário proposto em lições anteriores. Se você nos escreveu e respondeu o questionário, procure seu nome e veja sua nota. Se foi além de 5, nossos parabéns pelo aproveitamento. Se foi inferior a 5 nossas recomendações para que seja feito um estudo mais sério que lhe proporcione melhor aproveitamento da matéria lecionada.

CURSO DE ELETRÔNICA

ACAIACA	
NOME	NOTA
Otávio Pires Abreu	—
ACESITA	
Cleber Andrade Nunes	4,2
ADAMANTINA	
Joel Alves dos Santos	—
ALAGOIANHAS	
Sídio Oliveira dos Santos	8,0
ALÉM PARAIBA	
Ricardo José de C. Ottero	3,0
ALFENAS	
A. Afranio Mareialvar	9,2
ALTO PIQUIRI	
Hamilton Bosse	5,6
AMERICANA	
Jorge Luiz Orfani	6,6
AMÉRICO BRASILIENSE	
Sérgio Luiz Mistura	—
ANÁPOLIS	
José Roberto F. da Silva	7,6
ANDRADINA	
Sebastião Fabrício da S. Filho	4,4
ANGICOS	
José Roberto de Farias	7,0
ANGRA DOS REIS	
Gonçalo Bento de Almeida	6,4
ANGUERA	
Orlando de Santana	4,6
ANTONIO DIAS	
Sebastião Moreira	6,8
APARECIDA	
Carlos Alberto A. de Souza	7,0
Hélio da Silva Rodrigues	7,4
AQUIDABÁ	
Jailton Almeida Feitosa	3,2
ARACAJU	
José Américo Silva Correia	9,6
José Ubirajara Nunes S. Gomes	4,0
Paulo Silva Santos	7,0
ARAÇATUBA	
Francisco de Assis B. Santos	5,4
ARAGUAIANA	
Antonio Martins Nascimento	—
ARARAQUARA	
Joaquim Arruda Campos	9,0
Milton Joaquim Gonçalves	7,8
ARAUCÁRIA	
Carlos Alverto Incote	8,6
AREIA	
Nirzo Dias Costa	6,6

ASSIS	
David Scolaro	4,4
AURIFLAMA	
Adelino Zanoni	5,6
BELÉM	
Adalberto da Cruz Lima	6,2
Carlos Augusto C. Pinheiro	5,8
Eduarnagildo Barbosa de Brito	4,2
Edson Santos da Silva	7,8
Francisco A. Costa	—
João Ribeiro Kudani	—
BELO HORIZONTE	
Antonio Paulo	—
Antonio Lacerda Coutinho	9,4
Antonio Moreira Marcelino	6,4
Antonio José dos Santos	4,8
Francisco T. A. Silva	9,8
Francisca Aparecida Pereira	7,8
Flávio Veloso Laper	7,8
Geraldo Reis da S. Machado	7,6
José Cabana Filho	6,8
Jelson Pedron e Silva	8,2
João Batista Gonçalves	—
Jalmendes Irapôa Roberto	7,2
Luiz Francisco Cruz	7,6
Lindenor Alves da Silva	8,6
Lauro Soares	8,4
Maria Carmem Lommez Valladares	7,8
Paulo Henrique Leite dos Santos	3,0
Sergio Lobão Torres	8,4
Vicente Pedro Ferreira	—
BRASÍLIA	
Decio Nunes da Costa	6,2
Fernando Nascimento Silva	8,4
Francisco Sabino Amurim	7,4
Genilson F. Rodrigues	6,6
Helder de Carvalho Matos	6,2
Josmar Baldim Ribeiro	—
Nelson dos Santos	8,2
Orlando Carlos M. Gimenez	—
CAMPINA GRANDE	
Claudino Paulo Pereira	1,8
Gilberto Roberto da Silva	—
José Anchieta Dela-Bianca	9,0
José Aniceto Duarte Costa	8,8
CAMPINAS	
Airton Amorim Rodrigues	2,8
Antonio Rodrigues Brandão	9,0
Adão José Américo	—
Eduardo Rezende	9,2
Fernando Constante Alvares	7,8
José Jacinto da Silva	2,4
Pedro de Paula Alves	3,2
Plinio Antonio Cruz	3,4
Paulo Roberto B. Pavan	6,8
Ulisses Alves da Rocha	8,8
CURITIBA	
Antonio Carlos Schawaderski	8,4
Almir Luiz Zelli	7,6
Antonio Hamilton Miranda	—
Dermival Pereira de Souza	4,6
Edilton Jareny	7,6
Edemirso Sebastião dos Santos	9,2
Fábio Augusto Bitencourt	8,8
Gilberto Sadocco	5,0
Horácio Leoni	—
Luiz Antonio Neumann	7,4
Lisanoro José Otto	7,4
Moacir Bozzi	3,2

Norberto Cardoso Freitas	8,6
Olívio Rodrigues da Silva	5,8
Pedro Tomio	—

DUQUE DE CAXIAS

José Archanjo Mendes	—
Telmo José Moreira	6,6

FORTALEZA

Expedito Saldanha da Rocha	9,4
Francisco de Carmo Lima	8,0
Francisco Antonio de S. Rodrigues	4,6
Francisco Luiz Farias Bezerra	9,0
José Herbart V.F. de Almeida	8,0
José Alves Gomes	8,4
José Francisco do Monte	7,0
José Pinheiro	7,6
Jesemar Leão de O. Júnior	8,6
João Luciano Silva	7,6
João J. Batista Paiva	2,6
Julio Matos Junior	7,8
Joserisse Nogueira da Rocha	9,0
Pedro Augusto Josino da Costa	7,4
Raimundo Rodrigues de Souza	5,8

GOIÂNIA

Alberto Queiroz	3,0
Antonio Carlos E. da Silva	7,2
Adelino Gomes da Silva	—
Elisafan Belém de Oliveira	5,4
José Honório da Silva	4,2
José Ricardo B. Nogueira	7,2
Oldevani de Souza Barbosa	—
Rubens Pulino da Silva	—

GUARULHOS

Antonio Ramos Neto	5,8
André Luiz Marinelli	—
Mauri Reis Ferreira	5,6
Sebastião Borges de Souza	6,6

JOÃO PESSOA

Edilson Barbosa da Silva	5,6
José Fernando Mendes Linhares	7,6
Luiz Gonzaga de Oliveira	6,2
Wilson Correia M. da Silva	4,6

JOINVILLE

Antonio Narloch Neto	6,8
Ambrósio Borghезan	6,0
Carlos José Hang	4,8
Flávio Nascimento	7,8
Ivan Frederico Hudler	7,8
Sergio Sikorski	10,0

JUIZ DE FORA

Artur Neves Larcher	7,0
Evanio José de Paula	9,0
Francisco de Paula Almeida	6,2
José de Salo Moreira	7,0
Marcio Ferreira	—
Paulo Roberto S. de Brito	4,8
Roberto Arantes de Faria	8,6
Ricardo Eugênio da Silva	—

JUNDIAÍ

Acácio Robello	5,6
Adilson César de Lima	4,8
Bruno Thomaz Attizano Júnior	—

LONDRINA

Arthur Ferreira da Silva	8,6
Nelson Fuzitaki	9,4

MARÍLIA

Edson Rodrigues Gomes	6,6
-----------------------	-----

MARINGÁ

Azor da Silva Correa	4,8
José Roberto Sibin	4,8
Jerson Beraldo	—
Manoel Ross Ortiz Júnior	4,8
Rozeimar Binatti	—

MONTES CLAROS

Edson Macedo Santos	5,6
João Batista Teixeira	6,4
Marcelo Pimenta da Fonseca	6,2

NITERÓI

Claudio Eugenio B. de Freitas	7,8
Edgard de Oliveira Pinto	7,8
Fernando Antonio de Souza Pereira	8,8
Lenio Nery da Fonseca	—
Pedro Lopes dos Santos	3,6

NOVA IGUAÇÚ

Jair Soares	5,4
Jaci da Silva Magalhães	6,4
Paulino da Silva Viana	5,6
Gilmar Magalhães Franco	6,2

PELOTAS

Antonio Augusto Carrilho Coelho	4,0
Ernani Siqueira	—
Juarez Jaques	5,8

PONTA GROSSA

Aroldo de Jesus Bastos	3,6
Fernando Stempler	2,6
Paulo Angelo Cogo	—

PORTO ALEGRE

Airton Meier da Fonseca	4,4
Assis Vargas Castilhos	9,0
Aldo Juliano Zamberlan Maraschin	9,4
Acelino Teixeira dos Santos	8,2
Alberto Hajime Nakatsui	8,2
Alfredo Leone de S. Lima	7,0
Darcy Antonio Frentini	—
Faustino de Cunha Alves	6,0
Geraldo Silva	8,6
Jorge Alberto Rocha	10,0
Jorge Ben-Hur L. Lopes	8,8
Jairo Almeida	8,0
João Argon P. de Oliveira Filho	10,0
José Wilmar Govinatzi	9,0
Joceli Marcos Ataydes	7,6
Luiz Antonio M. Koller	4,0
Luiz Eron Rios Barela	3,6
Luciano Pillar Nunes	6,8
Luis Augusto Sombrio	8,4
Luiz Viscovasque S. Figueró	6,0
Mário Fernando Schenttini	—
Paulo Renato Cardoso Duarte	6,2
René Jonson	7,4
Semildo Garmatz	8,2
Uilson Antonio Nunes	3,8
Vanderlei Luis Sheuer	8,0

RECIFE

Antonio Domingues de Oliveira	—
Antonio Pereira da Silva	7,0
Carlos Severino de Lima	6,2
Carlos Eduardo G.P. Arcoverde	9,8
Dinaldo Sebastião de Luna	—
Fálio Cesar Nascimento de Aquino	—
José Erani de Lima Pereira	2,6
Jayme Arthur Teixeira Leite	8,4
Paulo Simões de Souza	8,0
Romildo do Rêgo Barros Junior	8,0
Severino Matias de Oliveira	6,2
Vicente Leite de Araújo	7,2
Walfrido Félix da S. Filho	5,4

CURSO DE ELETRÔNICA

RIBEIRÃO PRETO

Argemiro Lauretti Filho	10,0
Carlos Cesar Linhares	7,8
João Roberto Preti	—
Voldin de Carvalho	3,4

RIO DE JANEIRO

Adilson Eloy Natividade	5,8
Adalberto Souza de Andrade	—
Aroldo Paraguassú Filho	8,6
Antonio Marques Leocádio Neto	—
Antonio Luis Cabral	8,0
Alberto José F. Anchieta	5,8
Arceio Ferreira	8,0
Ary Santos Almeida	8,0
Artur Joaquim S. da Fonseca	9,6
Agenor B. Barbosa	7,0
Benjamin Simões	5,4
Carlos dos Santos Sant'Anna	8,2
Crisólito Lacêrda Pereira	—
Claudio A. dos Santos	6,8
Cláudio Camilo Coelho	8,2
Carlos José L. Nunes da Silva	9,2
Cleir Inácia de Oliveira	—
Daniel do Carmo Lima	6,6
Djalma Cunha	8,2
Daniel José Machado	7,0
Edenir Tavares	8,8
Elias Coutinho dos Reis	4,4
Evanoro Rodrigues Lopes	7,0
Eduardo Gomes Boa Nova	4,4
Emilson Braga da Silva	6,8
Elias Simões de Rezende	5,8
Fábio Prazeres Lemos	—
Flávio Veloso Nascimento	8,0
Florian de Almeida Cavalcante	6,8
Francisco Teodoro da Silva	9,4
Gilson Quintas	10,0
Guilherme da Costa Vaz	9,4
Gilberto Ferreira Lopes	4,6
Heiomar Torres da Silva	9,0
Hermano Jaime de M. Soares	6,0
Heraldo Meruadante	—
Ivaldir Fiaux	7,0
Isaias Hygino da Silva	9,2
José Luiz Barbosa dos Santos	7,0
Jayme Cesar dos Santos	8,6
José Cardoso de Moura	7,2
José Gomes de Souza Junior	2,6
José Luis da Silva Godim	1,8
Jordélio Marcos de Lima	6,2
Jose Raul de Moraes	—
José Monserrat Neto	—
Juracy Bittencourt	5,2
Juarez Vieira de Mattos	7,0
João Luiz de Araújo	7,4
João Barbosa	—
João L. Rodrigues da Silva	7,4
Jorge Henriques da Silva	6,8
José Vicente de Paiva	8,4
Lúcio Ferreira C. de Alencar	9,2
Luiz Antonio de Oliveira	4,0
Luiz Cláudio de S. Oliveira	8,4
Michel Jacobouski	6,4
Marcus Vinicius Martins de Araújo	7,2
Moysés Salomão Levey	—
Mozart Boaventura de Mendonça	8,4
Marcos Cezar de O. Gomes	7,6
Marcos Martins Nunes	5,8
Marco Aurélio de S. Brun	4,2
Mário Carlos Saraiva Paixão	7,2
Márcio Renan dos S. Silva	7,2
Mário Jackson Ferreira	6,6
Mandel Damasco de Andrade	—
Nelson José M. da Silva	5,4
Oswaldo Martins Lopes	8,6
Osmar Ramalho	6,6

Oswaldo André R. Sá	4,2
Paulo Gonçalves Toste	7,0
Paulo Cesar Corrêa Madeira	6,4
Ricardo José da Silva	5,4
Ronaldo Moniz de A. Daquer	8,2
Ronaldo Costa	8,6
Ronaldo Guimarães Martins	2,8
Raimundo N. Mariscal	—
Sérgio Costas Alonso	5,8
Silvano Simão da Silva	5,6
Sérgio E. de Souza	9,2
Serafim Brandão Pinto	8,6
Severino Silva Marinho	6,2
Salomith Fernandes	—
Tadeu Tued de T. Rocha	—
Wagner Souza da Silva	8,0
Walter John Barbato Levar	7,8
Wilton Fernandes Dezonne	6,8

SALVADOR

Ailton Alves da Cunha	8,2
Argemiro Gusmão de Souza	6,4
Ambrósio Cortizo de Souza	—
Ailton da Silva Paixão	—
Dário J. Barbosa	3,0
Durval Candiani	6,0
Dionir Xavier Leal	9,0
Hélio Vasconcelos	—
Ivan Cardoso Monsão	7,2
José Maximiano da Silva	6,8
Josenias Barbosa Lima	9,2
José Rodrigues Rosas	3,4
José Carlos de Santana	7,6
Lídio Bispo dos Santos	—
Manuel Vilanova Martinez	5,4
Manoel Pio V. dos Anjos	5,2
Mário de Cerqueira Bastos	5,0
Nelson Dias dos Santos	7,8
Paulo Célio Hekwans de Souza	7,6
Roberto Moutinho Barreto	7,2
Roberto Sanches Chagas	5,2
Rafael José da Silva	3,8
Syderonio José Teixeira Lima	7,6
Ubirajara Sã Maia	—
Valson Dantas	6,4
Virginio Mariano do Rosário	7,4
Vaidemar Machado Lôbo	7,6
William de Souza Santana	6,0
Walter de Freitas Pinheiro	9,0

STO AMARO

Clóvis Francisco de Lima	7,4
Ivanildo Rufino dos Santos	—
Waldeck da Silva Araújo	2,0

STO ANDRÉ

Admilson Fausto de Queiroz	6,0
Augusto Raimundo	7,8
Geraldo Cardaço	5,2
Jorge Siogi Itão	8,2
Luiz Claudio Câmera	7,8
Lourival Donizetti de Souza	5,0
Marcelo César de Albuquerque	4,0
Marcos Kazuyuki Umizawa	4,0
Oswaldo Abreu Pestana Júnior	4,8
Renato Valente	6,4
Ricardo de Freitas	4,0
Ronaldo José G. de Sá	8,4

SÃO PAULO

Antonio Macedo Pires	7,0
Aimed Ferreira	6,0
Arcelino de Moraes	—
Alfredo Gui	—
Alex Nogueira Teixeira	7,0
Antonio Aparecido Machado da Cunha	5,2
Aristeu Monte Raso Filho	9,2
Arnaldo Ratti	8,2

Antonio Campachi	—	Nilton José Botelho	9,0
Benedicto Garcia	4,8	Nilmar Teixeira	3,4
Bruno Simões de Almeida	9,4	Nilson de Paula	9,4
Cayetano Ortiz Martinez	7,8	Nicanor dos Santos	3,2
Carlos Cesar Pimenta	7,6	Nelson Trombotto	8,6
Carlos Valentino Voltingojes	7,6	Nelson Braini Bizari	3,8
Claudio Cesar Vieira	5,8	Oswaldo Penninch Filho	9,4
Carlos Luzio de Castro	8,4	Orlando Massanobu Moriya	8,4
Dário Silão da Silva	—	Osni Alves de Souza	—
Douglas Pertinhez	9,4	Oscar Lwizon	—
Edmundo Tavares	9,2	Paulo da Silva Santos	8,2
Elias Ferreira Nascimento	6,6	Paulo Eduardo Paggiossi	7,6
Ezequiel dos Santos	6,0	Pedro Soares de Souza	8,2
Euclides Cardoso	6,4	Ricardo de Callais	10,0
Estevam Mestre	—	Ricardo J. Ornellas Silva	—
Eguiberto Galego	7,2	Reinaldo Antonio Bárbaro	8,2
Elio Alberto Martin	7,6	Robson Barbosa	3,0
Eduardo Lourenço Oliveira	4,0	Raphael Sanches Serra	9,4
Eduardo Von Atzingem	4,4	Ronny Mattioli	7,6
Elid Pereira	4,0	Raimundo Rafael Freire	5,6
Eurico Soalheiro Brás	7,6	Rinaldo Oliveira	5,4
Expedito Manoel dos Santos	—	Reginaldo Guimarães Moraes	6,6
Eurides Corrêa	4,4	Reinaldo Scheer Júnior	5,6
Edshom Batista Dias	7,0	Rui Moreira da Silva	2,0
Elias Moisés de Queiroz	7,8	Sidney Evaldo Zilz	—
Eduardo Antonio de Melo Reis	5,7	Sérgio Luiz Zavarezzi	9,2
Eduardo Abbas K. Junior	6,2	Santiago F. Fernandez	8,6
Francisco Castilho	7,2	Sergio Antonio Bastos da Silva	8,2
Francisco Cano de Lima	9,2	Takeo T. Setoguti	—
Francisco Gregio	6,8	Wilson Tarricone Júnior	4,2
Fábio Rigo	6,4	Wilson Patrício Rodrigues	7,2
Florindo Luiz de Paiva	3,6	William Mecca	7,0
Fioravante Cipolini Neto	—	Wilson Milhomem Lucia	—
Geraldo Virgílio Alves	6,4	Waldir Rigolon	9,8
Gilberto Vallio	6,0	Walter João Barbosa	7,2
Gildo da Silva Moura	—	Waldir Edson S. Vasconcelos	6,2
Giuseppe Scalsese Filho	8,0		
Henrique Corte	4,0	SÃO VICENTE	
Issamu Nishijima	4,4	Ademir Papa	6,8
José Rodrigues de Sá	7,4	Gerson Gomes de Oliveira	6,4
José Guilherme de Souza	8,6	Leonardo Carvalho	6,0
José Alves da Silva	8,4	Readson de Oliveira Gama	3,0
Jorge Shiraiwa	—	Kazumi Ho	—
José Carlos Lacateli	4,2		
José Roberto Since	—	VIAMÃO	
José Elói Gaspar	7,2	Carlos Borba Padilha	5,2
Josué Francisco dos Santos	7,6	Erci F. da Silva	—
José Augusto da Silva	8,8	Newton Devos	4,6
João Batista Alves Chaves	3,6		
Joaquim da Costa Nunes Filho	—	VILA VELHA	
José Aparecido Aniciato	—	José Ribeiro Neto	8,2
José Francisco da Silva	6,8	Marcos Pedro de Araujo	2,6
José Roberto F. de Andrade	—	Oilson Pissinatti	7,8
José Brito Silva	4,6		
José Martins dos Santos	—	VITÓRIA	
Jamil Fernandes	—	Antonio Carlos Braga Capovilla	4,0
João Paulo Becher	—	Adlourdes Dias de Barros	—
Luiz Claudio Coutinho Arias	7,4	Antonio Barbosa de Freitas	3,0
Luiz Hideki Miyagi	5,8	Donaldo Fontes	—
Luis Carlos da Silva Vital	6,8	Dilson Nunes Siqueira	4,4
Luiz Antonio Marinho	6,4	Davi Marcos de F. Lima	2,8
Luiz Carlos T. Nomura	3,6	Gladstone Vieira Lopes	3,2
Mário Dal C. Filho	8,0	Joaquim Dias Vieira	4,6
Murilo C. de Calasans	—	Lenilson Amaral Bourreto	8,4
Manoel de Freitas Alves	8,0	Marcos Venícius Gonçalves	4,6
Márcio Luiz Gozzi	9,0	Nelson Alves Correa	5,0
Milton Minoru Takeoti	6,4	Ricardo Caetano	8,8
Marcelo Bianchini	4,4		
Maurício Aparecido G. Matildes	8,2	VOLTA REDONDA	
Mauro Afonso Ackipani	7,8	Alberto Marques	6,6
Manuel Martinez Gamaldo	9,0	Antonio Maria dos Anjos	—
Manoel Soares de Lima	—	Geraldo Onofre P. de Oliveira	6,2
Mário Raduszewski	10,0	José Cesar Martins	7,0
Mauro Pazinato	5,2	Mizaél Antonio Gonçalves	7,6
Milton Magalhães	8,6	José Carlos Pereira Filho	8,2
Manoel Pereira Alves	—		

ELETRÔNICA

MONTE :

GERADOR DE SINAIS

ÓRGÃO ELETRÔNICO DUAL VOX

AMPLIADOR DE ESCALA VCA P/MULTÍMETRO

MELHORIA DA RELAÇÃO S/N VIA DIVISÃO DE FREQUÊNCIA

