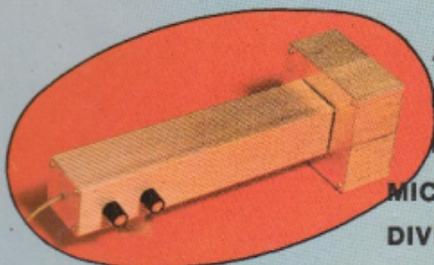


# ELETRÔNICA



**UNIDADE  
DE**

**ÉCO E REVERBERAÇÃO**

**CONVERSOR DE VHF**

**ANTENA VERTICAL-FAIXA CIDADÃO**

**MÚSICA ELETRÔNICA-CIRCUITOS**

**RÁDIO CONTROLE**

**MICRO PROCESSADORES NA PRÁTICA**

**DIVISOR DE FREQUÊNCIA PARA**

**ALTO FALANTES**



Revista

# ELETRÔNICA

Nº 67  
MARÇO  
1978



EDITORA  
SABER  
LTDA

diretor  
superintendente:  
diretor  
administrativo:  
diretor  
de produção:

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

Unidade de Éco e Reverberação .....	2
O Microprocessador 2650 na prática .....	14
Conversor de VHF .....	21
Divisor de Frequência para 2 Alto-Falantes .....	29
Antenas Verticais Plano-Terra .....	32
Jogo da Velocidade em Versão Integrada .....	40
Amplificador de Escala para Multímetro .....	46
Rádio Controle .....	53
Circuitos para Música Eletrônica .....	57
Interpretação de Diagramas .....	60
Curso de Eletrônica - Lição nº 21 .....	65

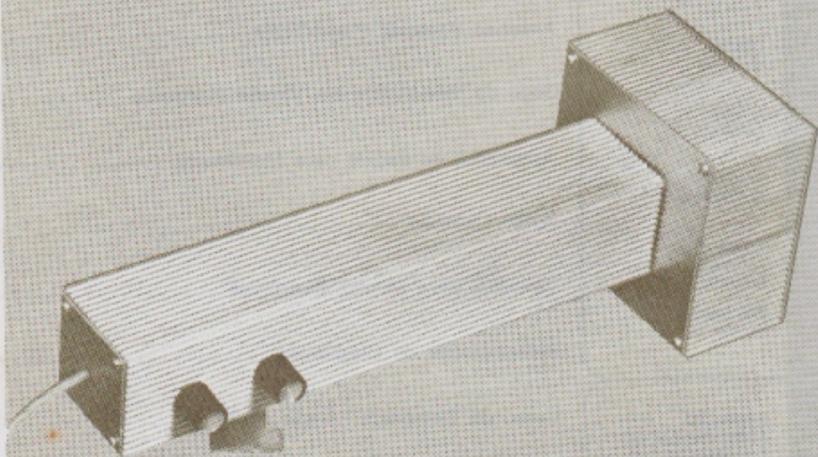
Capa: Alegoria de Éco e Reverberação e foto do protótipo da unidade desses efeitos.

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).

# *unidade de éco e reverberação*

Newton C. Braga



Você gostaria de falar num microfone e sua voz sair como se você estivesse no interior de uma imensa catedral?

Você gostaria de ouvir suas gravações prediletas controlando de tal maneira os efeitos sonoros que pareceria que seu conjunto predileto se transportasse de repente de um pequeno estúdio para um imenso auditório?

Você gostaria de poder obter efeitos sensacionais de éco e reverberação de seu conjunto? Pois bem, com a descrição de uma interessante unidade de éco e reverberação o leitor em pouco tempo e com pouco trabalho poderá acrescentar tudo isso ao seu sistema de som.

De todos os recursos adicionais que podem ser colocados numa aparelhagem de som um dos mais interessantes não só pelos efeitos que produz como pelas suas possibilidades múltiplas de uso é a câmara de éco e reverberação.

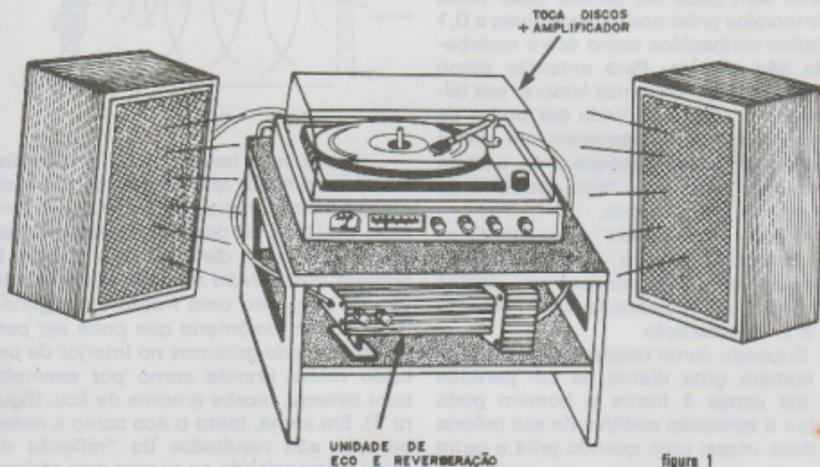
Existem equipamentos sofisticados que já possuem este recurso incorporado e também existe a possibilidade de se adquirir o conjunto capaz de produzir estes efeitos e ligá-lo em qualquer equipamento de som convencional. Infelizmente em nosso mercado, somente com muita dificuldade pode ser encontrado o conjunto capaz de proporcionar estes efeitos e para sua montagem ainda nada se fez de positivo que permitisse isso com facilidade.

Se bem que uma câmara de éco de boa qualidade tenha de obedecer certas normas construtivas e de escolha de materiais, neste artigo usando soluções bastante fora do comum, apresentamos um pro-

jeito que pode ser a solução para todos os que desejam obter éco e reverberação nos seus equipamentos de som.

Assim, mesmo usando poucos componentes básicos, na sua maioria de fácil obtenção, para que o montador tenha pleno êxito neste projeto será necessário não só que ele siga à risca nossas instruções de montagem como também tenha um perfeito conhecimento de como fazer as ligações no sistema de som, em função das suas características sabendo discernir os tipos de problemas que se apresentarão principalmente os relativos a necessidade de um pré-amplificador ou misturador.

De qualquer maneira, para os equipamentos amplificadores comuns que operam com cápsulas fonográficas de alta impedância o leitor não terá maiores dificuldades com sua execução, instalação e operação. (figura 1).



Com relação ao desempenho obtido, nada fica a dever as unidades comerciais quando corretamente montado e instalado.

### COMO FUNCIONA

Antes de entrarmos em pormenores a respeito de nosso projeto, como sempre fazemos, daremos algumas explicações preliminares a respeito de seu princípio de funcionamento para que os leitores iniciantes e mesmo os estudantes que não

estejam suficientemente aprofundados sobre o assunto saibam o que estão fazendo. No nosso caso, começamos por dar explicações sobre o que é o éco e a reverberação de modo a formar-se uma idéia prévia de que efeitos podemos obter com esta unidade, em suas diferentes configurações.

Os fenômenos do éco e da reverberação estão ligados diretamente ao fenômeno da persistência auditiva. Esse fenômeno consiste basicamente no fato de que



De posse do conhecimento do que seja o eco e a reverberação fica muito mais fácil entender como estes podem ser obtidos artificialmente: basta fazer o som sofrer reflexões ou retardamentos que lhe atrasem de cerca de 0,1 s em relação ao som original. Para intervalos em torno de menos de 0,1 s temos a reverberação que é prolongamento do som enquanto que para intervalos de mais de 0,1 s temos o eco que é a repetição do som. Diversas são as maneiras como podemos obter isso:

Uma primeira maneira consiste no retardamento por meio de um tubo, uma mangueira de aproximadamente 34 m, na qual por um lado é aplicado o som do amplificador, e pelo outro é retirado esse som por meio de um microfone sendo então ampliado novamente pelo mesmo aparelho. O som passa então uma vez pelo amplificador e depois novamente como um retardo de 0,1 s dando o efeito desejado (fig. 6).

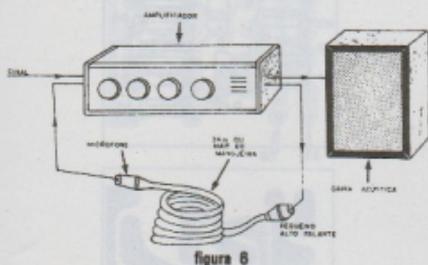


figura 6

Uma outra maneira consiste em se utilizar uma fita magnética sem fim e um conjunto de cabeças gravadoras. A primeira cabeça lança na fita o som original retardado do circuito principal do amplificador. Em seguida as cabeças "captam" novamente esse som da fita, mas com um retardo que depende da sua velocidade e o lançam novamente no circuito onde produzem o efeito desejado (figura 7).

Atualmente já existem circuitos integrados, linhas de retardo de estado sólido que são usados para obtenção do mesmo efeito, mas a técnica que usaremos é completamente diferente das descritas.

O que fazemos é usar uma mola por onde o som pode propagar-se (sendo uma perturbação mecânica) e se propaga perfeitamente numa mola), e onde sofrendo

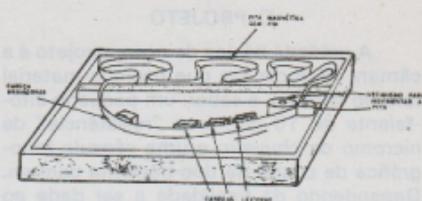


figura 7

sucessivas reflexões produz um retardo final, e prolongando o som que nos levam exatamente aos efeitos desejados.

Nas unidades comerciais que usam molas a grande dificuldade na construção esta na escolha da mola com características de elasticidade que se adaptem as exigências do projeto. No nosso caso, entramos com uma solução bastante incomum para esta mola; e o motivo para isso é facilmente justificado: se escolhessemos uma mola com características muito críticas que tivessem de ser construídas pelos leitores provavelmente o projeto passaria a ser acessível e muito poucos, e em alguns casos seria também muito difícil a obtenção do comportamento desejado. Por esse motivo, analisando "molas" comuns usadas com as mais diversas finalidades, encontramos uma que resultou num comportamento bastante satisfatório para nossa finalidade: uma resistência de nicromo usado em chuveiros elétricos! É claro que os mais ortodoxos não vêm com bons olhos nossa solução, mas não há motivo para isso. Problemas complexos podem ter soluções simples e esta foi a nossa solução. Se não acredita monte a unidade e veja com os próprios olhos!

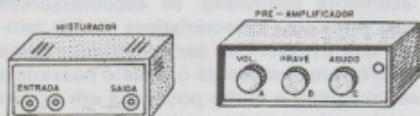
Em suma, o que fazemos é aplicar por meio de um alto-falante adicional o som do amplificador a um "mola" o som se propaga por esta mola e depois de reflexões sucessivas é captado por um fonocaptor. Deste ele é levado de volta ao amplificador onde aparece em "prolongamento" ao som original dando os efeitos de eco desejados, ou reverberação.

O tipo de efeito obtido depende fundamentalmente de dois fatores: do comprimento da mola e de suas características elásticas (tensão, material, etc.). Se o leitor quiser poderá fazer experiências com outras "molas" que não a recomendada do projeto original.

## O PROJETO

A unidade básica de nosso projeto é a câmara de mola em que usamos material fora do comum, a saber: um pequeno alto-falante de 10 cm, uma "resistência" de nicromo de chuveiro e uma cápsula fonográfica de cristal de tipo bastante comum. Dependendo da finalidade a ser dada ao projeto circuitos adicionais de pré-amplificação, mixagem, ou amplificação serão acrescentados, mas deles falaremos posteriormente. Na sua versão básica entretanto, ele sózinho pode funcionar com qualquer amplificador.

As adaptações nos equipamentos de som dependem muito de suas características, devendo ser levada em conta a necessidade de um misturador de um pré-amplificador ou de outros recursos. (figura 8).



A NECESSIDADE DE UM MISTURADOR OU PRÉ-AMPLIFICADOR DEVE SER CONSIDERADA

figura 8

Assim, para o caso de amplificadores que funcionam diretamente com cápsulas fonográficas (cristais) de alta impedância a adaptação é feita diretamente conforme sugere a figura 9. Neste caso, a alta impedância de entrada do amplificador, da capsula do toca-discos e da cápsula da unidade de éco combinam-se perfeitamente não havendo necessidade praticamente de nenhum recurso adicional.

Para o caso de entradas de baixa impedância para a cápsula do toca-discos ou de outra fonte de sinal, deve ser intercalado entre a unidade de éco e o amplificador um pré-amplificador e eventualmen-

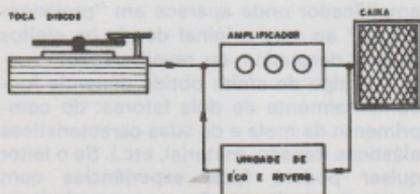


figura 9

te um misturador. Na figura 10 damos o circuito de um pré-amplificador que pode ser usado com esta finalidade assim como na figura 12 de um misturador.

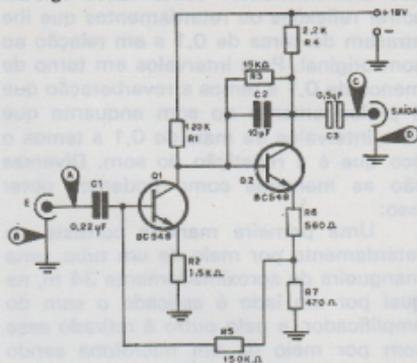


figura 10

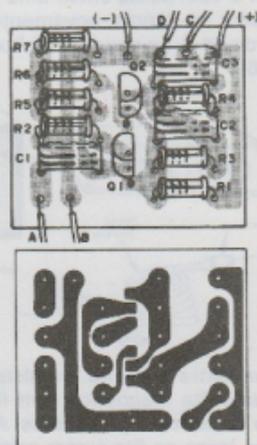


figura 11

Observe sua maneira de ligar na figura 13.

É claro que os efeitos finais obtidos dependerão muito da habilidade que o leitor tenha em fazer a sua ligação ao amplificador de modo a operar exatamente dentro de suas características.

### CONSTRUÇÃO DA UNIDADE MECÂNICA

A unidade mecânica que consta do alto-falante, mola e cristal (eventualmente pré-amplificador) é montada numa base de madeira a qual é encerrada numa caixa apropriada. Para se evitar oscilações que

prejudiquem o funcionamento da unidade esta deve ser instalada longe das caixas acústicas e eventualmente do próprio amplificador.

O leitor deve portanto ter ferramentas para trabalhar em madeira e alguma habilidade para o serviço de carpintaria.

Comece a montagem, preparando a base de madeira que deve ter cerca de 30 cm de comprimento por 15 cm de largura (se o leitor pensar em usar molas maiores, deve usar uma base mais comprida).

A seguir, prepare o alto-falante colando em seu cone na posição indicada na

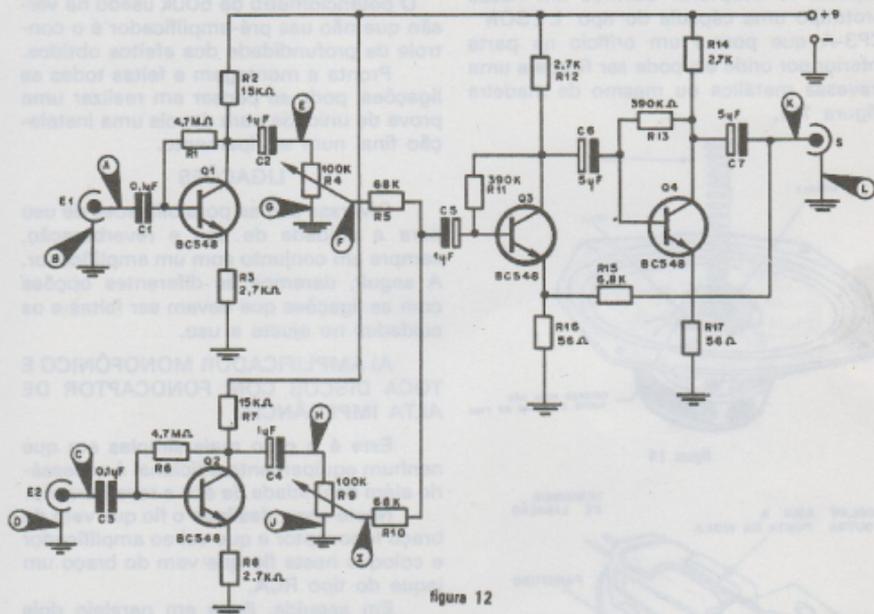


figura 12

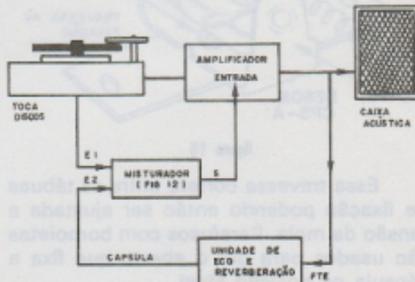
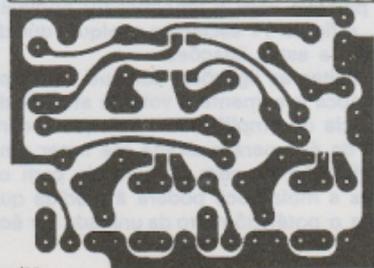
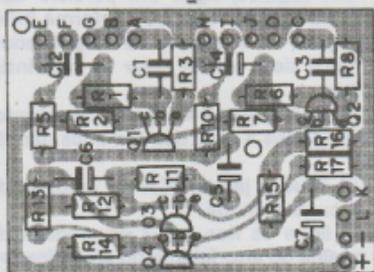


figura 13

figura 14 uma arruela de metal de aproximadamente 2 cm de diâmetro e ao mesmo tempo o fio de nicromo da resistência de chuveiro que faz as vezes de mola. Em alguns casos, para colar a arruela deve-se retirar o disco protetor que existe no fundo do cone. Use para esta finalidade cola epoxi

ou alguma cola de ação rápida como a "super-bond".

Enquanto a cola seca, prepare a cantoneira no qual o alto-falante deve ser fixado na base de madeira e também as duas pequenas tábuas que coladas ou pregadas na base de madeira servirão para apoiar a cápsula fonocaptora. Usamos em nosso protótipo uma cápsula do tipo LESON CP3-A que possui um orifício na parte inferior por onde ela pode ser fixada a uma travessa metálica ou mesmo de madeira (figura 15).

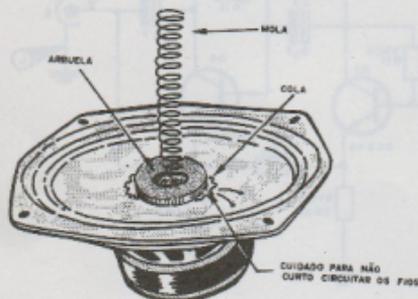


figura 14

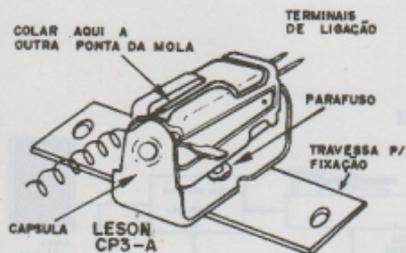


figura 15

Essa travessa correrá entre as tábuas de fixação podendo então ser ajustada a tensão da mola. Parafusos com borboletas são usados para dar o aperto que fixa a cápsula na posição ideal.

Fixada também a cápsula, cole o outro extremo do fio de nicromo na sua agulha, usando também para esta finalidade cola epoxi ou super-bond.

Na figura 16 temos a montagem da unidade completa mostrando as ligações elétricas que devem ser feitas com fios blindados na parte do captador.

O resistor de 5,6 ohms x 5 W indicado

no desenho original depende muito da potência do amplificador usado.

Para potências de até 10W este valor de 5,6 ohms é ideal. Para potências entre 10W e 30W, use um resistor de 10 ohms, e para potências superiores a 30W use um resistor de 22 ohms.

O potenciômetro de 500k usado na versão que não usa pré-amplificador é o controle de profundidade dos efeitos obtidos.

Pronta a montagem e feitas todas as ligações, pode-se pensar em realizar uma prova de unidade para depois uma instalação final num equipamento.

## LIGAÇÕES

Diversas são as possibilidades de uso para a unidade de eco e reverberação, sempre em conjunto com um amplificador. A seguir, daremos as diferentes opções com as ligações que devem ser feitas e os cuidados no ajuste e uso.

### A) AMPLIFICADOR MONOFÔNICO E TOCA DISCOS COM FONOCAPTOR DE ALTA IMPEDÂNCIA:

Este é o caso mais simples em que nenhum equipamento adicional é necessário além da unidade de eco e reverberação.

Neste caso, desligue o fio que vem do braço fonocaptor e que vai ao amplificador e coloque neste fio que vem do braço um jaque do tipo RCA.

Em seguida, ligue em paralelo dois jakes do tipo RCA fêmea conforme mostra a figura 17 à entrada do amplificador.

Você deve então fazer as seguintes ligações:

a) ligue o jaque do fio do fonocaptor do toca-discos a uma das tomadas das fêmeas.

b) ligue o jaque RCA de unidade de eco e outra tomada.

c) ligue os fios 1 e 2 da unidade de eco a saída do alto-falante do amplificador, em paralelo com o amplificador original.

A figura 17 esclarece qualquer dúvida quanto a estas ligações.

Feitas as ligações, coloque um disco para toca e aumente o volume até 3/4 de potência do amplificador. Coloque o controle de eco para a direita até notar uma modificação no som. Segurando com os dedos a mola você poderá à medida que ajusta o potenciômetro da unidade de eco

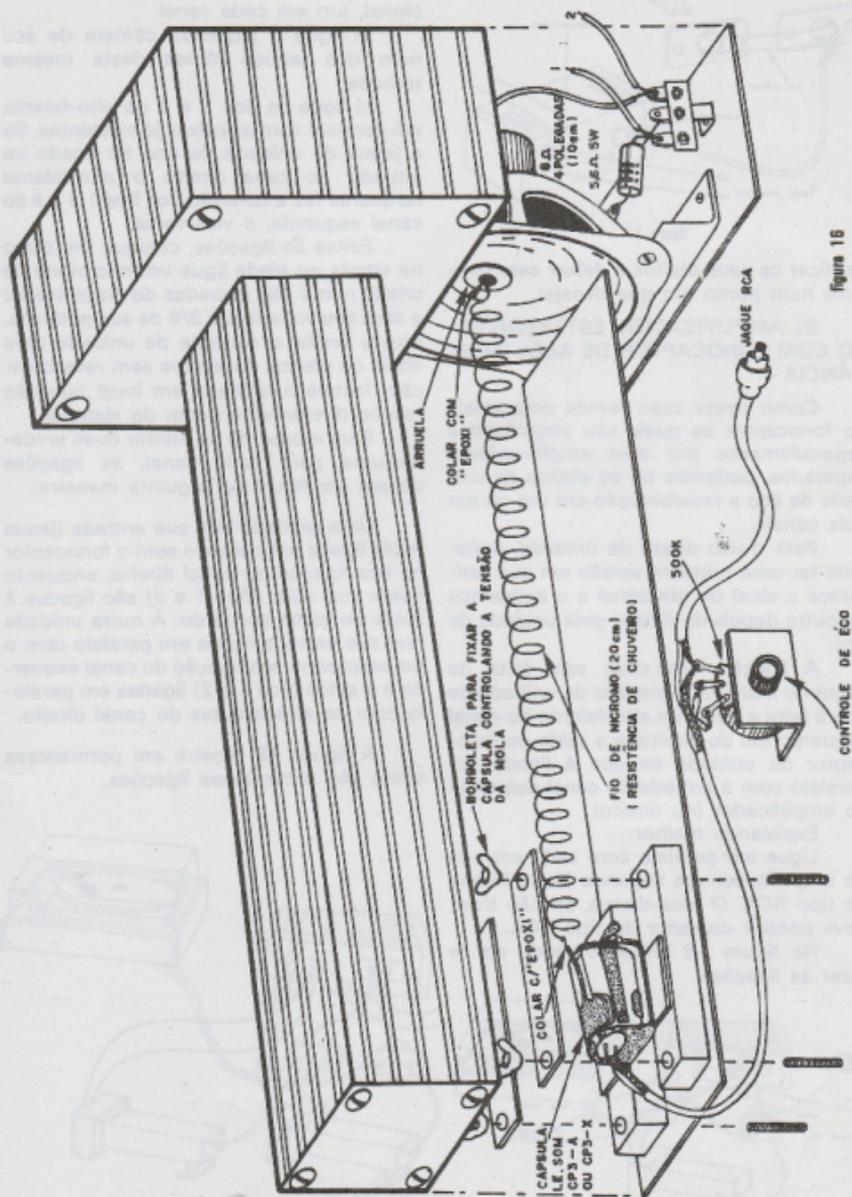


figura 16

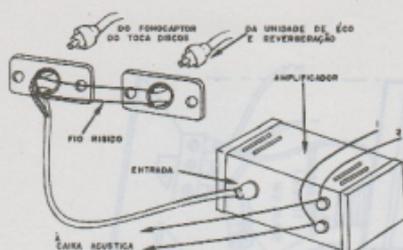


figura 17

verificar os seus efeitos e deixar este controle num ponto em que desejar.

### B) AMPLIFICADOR ESTEREOFÔNICO COM FONOCAPTOR DE ALTA IMPEDÂNCIA

Como neste caso temos dois sinais do fonocaptor os quais são amplificados separadamente por dois amplificadores separados, podemos ter os efeitos da unidade de eco e reverberação em um ou em dois canais.

Para o uso direto da unidade, podemos ter uma primeira versão em que retiramos o sinal de um canal e o aplicamos no outro depois de passar pela unidade de eco.

A ligação neste caso será feita da seguinte maneira: a entrada de unidade de eco é feita a partir do alto-falante do canal esquerdo (ou do direito) e a saída do fonocaptor da unidade de eco é ligada em paralelo com a entrada do canal esquerdo do amplificador (ou direito)

Explicando melhor:

Ligue em paralelo com cada entrada do amplificador um segundo jaque fêmea do tipo RCA. O toca-discos, se não tiver, deve possuir conector do tipo RCA.

Na figura 18 temos o modo de se fazer as ligações.

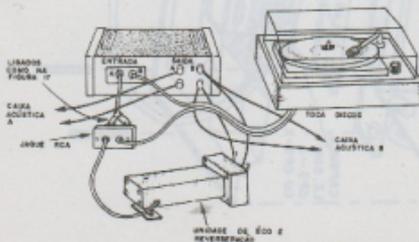


figura 18

a) ligue os dois jakes RCA do fonocaptor do toca-discos da maneira convencional, um em cada canal.

b) ligue o jaque da câmara de eco num dos jakes fêmea desta mesma tomada.

c) ligue os fios 1 e 2 do alto-falante em paralelo com as caixas já existentes. Se o jaque da unidade de eco for ligado na entrada do canal direito o alto-falante no qual se faz a conexão dos fios 1 e 2 é do canal esquerdo, e vice-versa.

Feitas as ligações, coloque um disco na vitrola ou ainda ligue um microfone de cristal numa das entradas do amplificador e abra seu volume até 3/4 de sua potência. Ajuste então o controle da unidade para obter os efeitos desejados sem reverberação. Instale a unidade em local que não recebe diretamente osom do sistema.

Para o caso de se utilizar duas unidades, uma para cada canal, as ligações devem ser feitas da seguinte maneira:

Uma unidade tem sua entrada (jaque RCA) ligada em paralelo com o fonocaptor na sua ligação do canal direito, enquanto que a sua saída (fios 1 e 2) são ligados à saída do canal esquerdo. A outra unidade tem sua entrada ligada em paralelo com o fonocaptor na sua ligação do canal esquerdo e a saída (fios 1 e 2) ligadas em paralelo com os alto-falantes do canal direito.

A figura 19 mostra em pormenores como são feitas essas ligações.

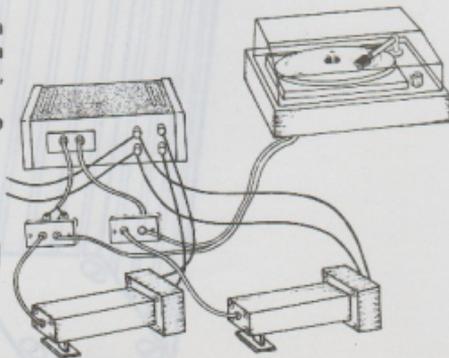


figura 19

**C) AMPLIFICADORES COM ENTRADAS USADAS DE CARACTERÍSTICAS DIFERENTES DO FONOCAPTOR DA UNIDADE DE ÉCO E REVERBERAÇÃO:**

O fonocaptor usado na unidade de eco e reverberação é do tipo de cristal que apresenta uma alta impedância e que portanto pode ser conjugado à maioria dos amplificadores comuns.

Nos casos entretanto em que os efeitos devem ser dados em outras condições, em que a fonte de sinal para o amplificador apresenta sinal de características diferentes do fonocaptor usado na unidade,

alguns recursos adicionais devem ser usados.

A seguir, analisamos as seguintes possibilidades, com as soluções que devem ser adotadas.

a) Efeito de eco e reverberação com violões e guitarras.

Para este caso em que as cápsulas usadas ou captadores são de baixa impedância, devem ser conjugados pré-amplificadores, e a ligação se faz conforme mostra a figura 20. Se o amplificador já possui um pré-amplificador para violão e guitarra não é necessário outro e a ligação da unidade de eco pode ser direta.

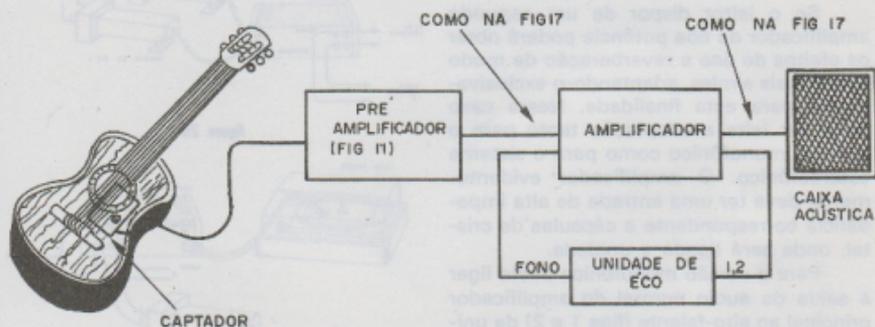


figura 20

Em alguns casos será conveniente usar um circuito misturador na entrada do amplificador para combinar o sinal de baixa impedância do fonocaptor do violão com o da unidade de eco (figura 21).

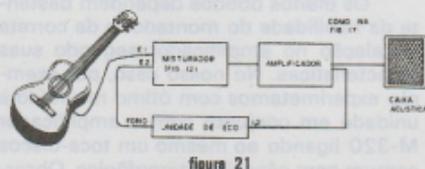


figura 21

b) Efeito de eco e reverberação para o caso de sintonizadores de FM.

Normalmente o sinal obtido na saída de um sintonizador já possui certa intensidade o que exige que o sinal da unidade de eco e reverberação seja convenientemente combinado com ele. Para esta finalidade devemos usar um misturador, conforme o circuito da figura 22.

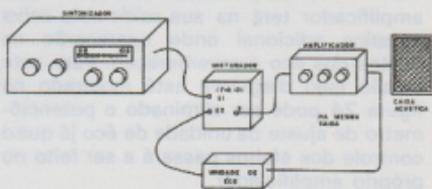


figura 22

c) Efeitos de eco e reverberação com toca-fitas.

Para este caso é preciso localizar a entrada das etapas de áudio do aparelho e interromper a entrada do sinal que será aplicado a um misturador. A outra entrada do misturador deve ser acoplada a unidade de eco. A figura 23 dá uma idéia de como isso pode ser feito.

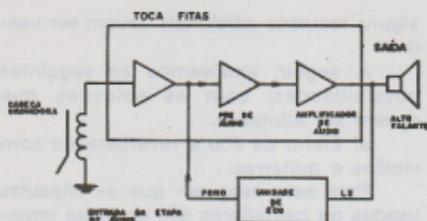


figura 23

### D) OBTENÇÃO DE ÉCO E REVERBERAÇÃO COM AMPLIFICADOR ADICIONAL

Se o leitor dispôr de um segundo amplificador de boa potência poderá obter os efeitos de eco e reverberação de modo muito mais simples, adaptando-o exclusivamente para esta finalidade. Neste caso pode ser feita a adaptação tanto para o sistema monofônico como para o sistema estereofônico. O amplificador evidentemente deve ter uma entrada de alta impedância correspondente a cápsulas de cristal, onde será ligada a unidade.

Para a versão monofônica basta ligar a saída de áudio normal do amplificador principal ao alto-falante (fios 1 e 2) da unidade de eco e reverberação. A cápsula através do jaque RCA será então ligada à entrada do amplificador adicional. Este amplificador terá na sua saída uma caixa acústica adicional onde aparecerão os efeitos dos eco e reverberação. Para esta versão cujo diagrama está mostrado na figura 24 pode ser eliminado o potenciômetro de ajuste da unidade de eco já que o controle dos efeitos passará a ser feito no próprio amplificador.

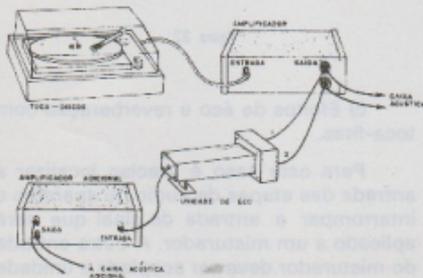


figura 24

Para a versão estereofônica temos duas possibilidades: usar duas unidades ligadas as duas entradas de um amplificador também estereofônico adicional como mostra a figura 25, ou então usar uma única unidade que dará o efeito aos dois canais. Para este usaremos um amplificador adicional monofônico com as ligações feitas conforme mostra a figura 26.

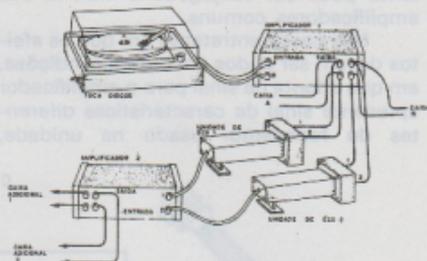


figura 25

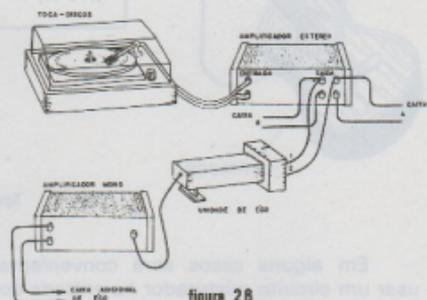


figura 26

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os efeitos obtidos dependem bastante da habilidade do montador e da correta instalação no amplificador segundo suas características. No nosso caso, por exemplo experimentamos com ótimo resultado a unidade em conjunto com o amplificador M-320 ligando ao mesmo um toca-discos comum com cápsula estereofônica. Observamos então que os melhores efeitos de eco ocorrem nos sinais de baixa frequência e que à medida que aumentamos a tensão da mola melhora o efeito nos agudos. A utilização de molas de outras características e de outros comprimentos revela modificações quanto ao ponto de ajuste para o efeito ideal e a faixa de frequência em que se acentua o eco e a reverberação.

**ICOTRON**  
UMA ORGANIZAÇÃO SIEMENS

## A Icotron não vai deixar você falando sozinho na hora de escolher um componente eletrônico.



Quando você precisar de um componente eletrônico, procure a Icotron. Antes de recomendar qualquer coisa para você, ela estuda a sua necessidade. E, depois, informa exatamente qual é o componente ideal para o seu produto.

Vai ser difícil você encontrar alguém que leva a técnica mais a sério do que a Icotron. Todos os anos, enviamos pesquisadores para o exterior que vão estudar as últimas novidades que existem. Depois, eles desenvolvem em nossos laboratórios uma tecnologia que resolve exatamente o seu problema.

O Laboratório de Desenvolvimento da Icotron tem muito que ver com tudo o que a tecnologia fez de bom nos últimos tempos. A substituição das válvulas pelos transistores.

Aplicações mais amplas dos circuitos integrados.

Hoje em dia não existe mais lugar para os produtos que ocupam muito espaço. Agora você pode mudar sua televisão portátil de um lado para o outro com a mesma facilidade que muda de programa. Desde que a Icotron se instalou, ela vem colocando o mercado brasileiro em dia com as últimas descobertas eletrônicas.

A Icotron também possui uma consultoria técnica que funciona tão bem como seus componentes. Sempre que um produto vai para a rua, um anjo da guarda vai atrás.

É a tecnologia e o know-how Siemens que garantem isso. Graças a esse trabalho, a Icotron se tornou a maior fabricante de componentes da América Latina. Desde pequena ela aprendeu a resolver os problemas do jeito mais rápido do mundo: eletronicamente.

## Icotron: a resposta eletrônica.

São Paulo: Av. Marquês, 5950 - 6ª andar - Fone: 261.0291 • Rio de Janeiro - E. Leopoldo, 391 - Fone: 269-6072 • Belo Horizonte - Av. Antenor, 681 - s/319 - Fone: 22.0300 • Porto Alegre - Av. Antenor, 477 - Fone: 22.7523 • Curitiba - Av. Manoel Leme, 685 - Fone: 26.1622 • Brasília - Superquadra 10 - Apt 27 - Setor C - Sudoeste - Fone: 42.5000 • Salvador - Av. Francisco Pires, 162 - 1º - 6108 - Fone: 2.6008 • Recife - Rua da Aurora, 633 - Fone: 21.6160

# O Microprocessador 2650 na prática

Provavelmente não há componente do qual mais se tenha falado nos últimos anos que o microprocessador: Mas, é provável que também não haja componente do qual menos se conheça, principalmente na prática. Por esse motivo, damos neste artigo, uma visão sobre a maneira pela qual o microprocessador pode ser utilizado na prática.

O microprocessador - por exemplo, o Signetics 2650 - pode ser utilizado como unidade central de processamento em um sistema microcomputador completo. Esclarecendo: um microprocessador ( $\mu P$ ) não é nada mais, nada menos que um componente eletrônico. Ao seu redor, com auxílio de RAM's, (P) ROM's e circuitos de entrada e saída, pode ser construído um sistema com as propriedades de um minicomputador.

Tal sistema tem custo módico, dimensões

reduzidas e recebe o nome de microcomputador (fig. 1). Como as entrada e saídas deste microprocessador são plenamente compatíveis com a família TTL, uma enorme variedade de circuitos lógicos pode ser a ele associada. Muitas memórias e circuitos auxiliares podem ser ligados ao  $\mu P$  sem adaptações especiais (interfaces), o que possibilita realmente o desenvolvimento em baixo custo.

O 2650 é um circuito NMOS; produzido por meio de dupla implantação iônica e integração numa única pastilha de silício de 5 x 7 mm, contendo cerca de 10000 componentes. Possui um conjunto de 75 instruções, opera com um canal de dados de 8 bits e possui capacidade de endereçamento de memória de 32 k (32728) bytes. Para seu uso basta uma tensão de alimentação de +5V é um "Clock" TTL monofásico, de 0 a 1,25 MHz.

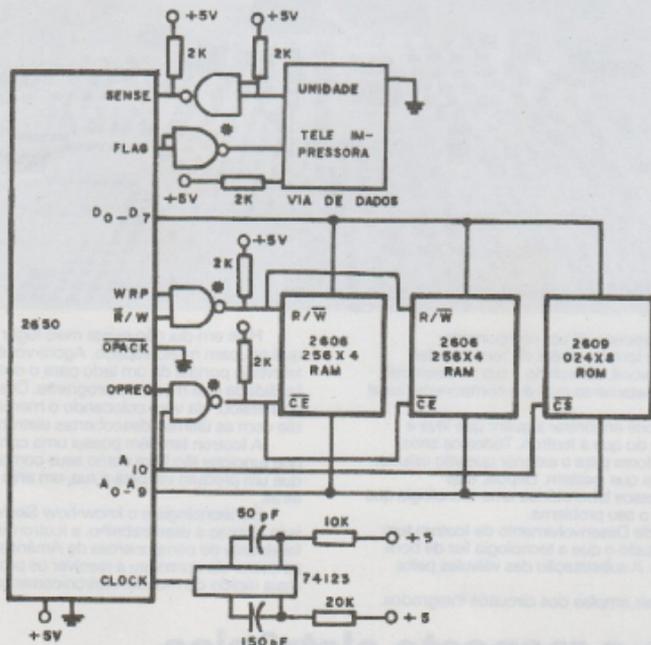


figura 1 Com apenas 6 circuitos integrados pode-se construir um microcomputador completo. Qualquer saída do 2650 é compatível com TTL.

Todas as vias de endereçamento são do tipo "tri-state" e podem ser combinadas com uma entrada TTL "standard" ou quatro entradas "Low power Schottky". Consome potência diminuta, ou seja, apenas 0,5 W. Seu encapsulamento possui 40 terminais.

A máxima frequência de "Clock" é de 1,25 MHz, correspondente a um período de 800 ns. Para cada ciclo de processador são necessários três períodos de "Clock" (2,4 µs) e uma instrução completa pode ocupar dois, três ou quatro ciclos. Portanto, o tempo necessário para uma instrução completa nunca será maior que 9,6 µs.

Como o µP contém circuitos estáticos a frequência de "Clock" pode ser deslocada para zero sem que algum registro interno seja influenciado. Nesse caso, o microprocessador pode realizar um programa passo-a-passo. Isso pode ser importante na fase de desenvolvimento, para a localização, por exemplo, de erros de programa.

Para um microcomputador baseado no 2650, em geral podem ser dispensados circuitos externos auxiliares, com exceção de um ROM ou RAM, um "Clock" e alguns circuitos de entrada e saída (fig. 1).

Todos os ROM's ou RAM's são ligados às vias de dados, de endereçamento e algumas linhas de controle.

Os três canais de comunicação principais são:

- 1 - O canal de dados para a transmissão de informações nos dois sentidos; compreende 8 linhas.
- 2 - O canal de endereçamento, compreende 15 linhas.
- 3 - O canal de controle para memória e os circuitos de entrada e saída, compreendendo 5 linhas.

Além do canal de dados, bidirecional de 8 bits o µP 2650 contém também uma porta de entrada/saída de um bit, para o processamento seriado de entrada ou saída.

Instrução de entrada e saída são escritas no comprimento de 1 ou 2 bytes, cada um de 8 bits. São designadas como instruções de entrada/saída não-expandida ou expandidas.

Nas instruções não expandidas de entrada/saída é recebido ou fornecido um byte de informação ao canal de dados. Sinais de controle cuidam para que seja estabelecida a comunicação do canal de dados com as entradas ou saídas, diferenciando entre instruções e informações. Uma instrução de entrada/saída expandida encerra, no segundo byte, um endereço que aparece no canal de endereçamento e portanto designa um canal de entrada/saída. Como o código de endereçamento conta com 8 bits podem ser atribuídos até 256 canais.

#### A MONTAGEM DE UM µC É SIMPLES

Antes que operamos com um sistema baseado no 2650 é importante examinar todos os terminais de controle e sinal do µP (fig. 2).

A linha SENSE (terminal 1) é uma entrada direta para um dos bits do registrador Palavra de Estado do Programa (PSW) do 2650. É um registrador de 16 bits, entre bits de estado e de programa. Esta linha pode servir como porta de entrada

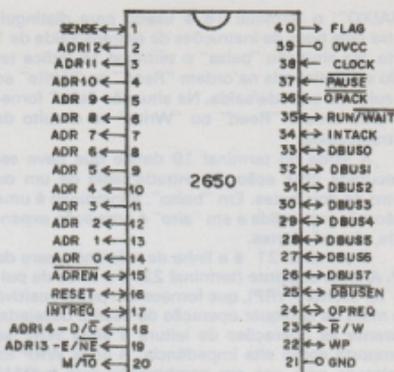


figura 2

As ligações do microprocessador 2650. Duas linhas de endereçamento de memória tem dupla finalidade: redução do número de terminais e simplificação do controle.

seriada de 1 bit. O bit pode ser recuperado ou testado por intermédio de uma instrução de programa.

Os terminais de 2 a 14 apresentam os 13 bits inferiores do canal de endereçamento e podem endereçar diretamente a memória de 8 bytes.

O sinal ADREN (abreviado de Address Enable) do terminal 15 possibilita o comando externo da linha de endereçamento tri-state. Quando o terminal 15 estiver em nível "alto", as linhas de endereçamento aparecerão como impedâncias altas.

A linha RESET (terminal 16) coloca os registradores internos num estado conhecido e sua atuação é assíncrona com o "clocks" do processador. Quando o "RESET" é desativado, o µP irá executar a instrução localizada na posição "0" de memória que deve conter a primeira instrução do programa.

É preciso manter o sinal de "RESET" alto durante pelo menos três períodos de clocks para garantir sua atuação.

O terminal 17 é a entrada INTREQ (interrupt request) e está normalmente "alto". Levando-se a linha para nível "baixo", um circuito externo poderá alterar o fluxo do programa. Caso o processador reconheça um sinal de entrada INTREQ, acaba de executar a instrução em andamento, coloca uma ordem ZBR (Zero Branch to Subroutine Relative) no registrador de instruções, leva o bit Interrupt Inhibit ao PSW (Registrador de Palavra de estado do programa) e responde com sinal INTACK (interrupt acknowledge) e OPREQ (operation request). Estes sinais realizam um "chandshake" com o periférico que tiver provocado a interrupção.

Os terminais 18 e 19, correspondentes às linhas ADR14-D/C e ADR13-E/NE desempenham dupla função e são comandados pela linha seguinte, do terminal 20 (linha M/I/O).

Como o terminal 20 "ALTO" (estado M) os terminais 18 e 19 reagem como bits de ordem superior do endereço da memória. Com o terminal 20



registrador PSW. O FLAG pode ser usado como porta de saída seriada de 1 bit.

Como todas as entradas e saídas do 2650 são compatíveis com TTL, podem ser usados circuitos lógicos "standard", em todas as ligações externas necessárias.

#### CONEXÕES DIRETAS DO SISTEMA

Além das conexões com as linhas de dados e endereçamento existem cerca de seis linhas de sinal, formando a via de comando.

Durante uma operação de leitura, as linhas OPREQ e M/I/O tornam-se, por exemplo, "alto" e a linha READ/WRITE, "baixa".

Se for aplicada uma memória lenta em relação ao microprocessador, pode-se fazer esta memória fornecer o sinal OPACK. Este sinal avisa ao processador que os dados desejados estão disponíveis no canal de dados. Como já foi mencionado anteriormente, o processador espera por este sinal.

A linha OPACK é um sinal denominado "handshaking".

As linhas FLAG e SENSE são portas de entrada/saída que podem introduzir ou fornecer diretamente um bit de informação, sem necessidade de endereços ou sinais de decodificação ou sincronização externos. O circuito da figura 1 mostra como

podem ser usadas estas duas linhas para reagirem a entrada de caracteres de uma porta TTY (teletipo). O FLAG pode ser usado como canal de saída-série como bit adicional de endereçamento para uma série expandida de endereçamento ou como saída de comutação ou gatilhamento para o comando de lógica externa.

A linha "SENSE" pode ser usada como canal de entrada-série, sinal de interrupção para um programa em andamento, ou entrada para sinalização sim/não de aparelhagem externa.

O 2650 possui capacidade total de memória de endereçamento de 32768 bytes, mas tem, na memória dos casos, uma série de instruções de endereçamento de 8192 bytes, pela aplicação dos 13 bits inferiores da palavra de endereçamento. A fim de possibilitar o acesso ao total de 32k bytes é usado um sistema de página para dividir a memória em 4 páginas de 8k bytes. Para tanto são aplicadas as linhas ADR13 e ADR14 para definir a página. A figura 4 mostra uma ligação completa entre o 2650 e dois RAM's tipo 2606, reunidos como memória R/W de 256 x 8. Para uma memória maior, podem ser interligadas as duas linhas de endereçamento seguintes com as entradas dos RAM's.

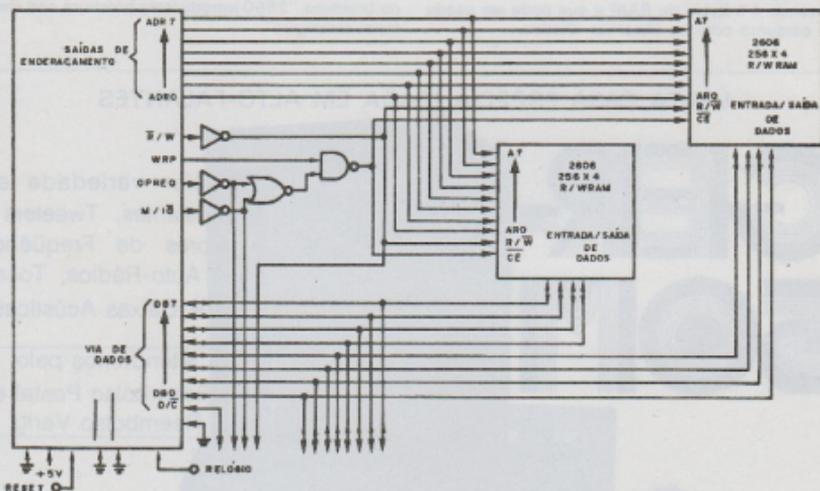


figura 4 O 2650 permite facilmente o acréscimo de memórias, através das vias de endereçamento e de dados.

#### QUASE TODAS AS MEMÓRIAS PODEM SER APLICADAS

Circuitos de memória existentes são os RAM's estáticos 2601 (1k x 1) e 2606 (256 x 4), o ROM 260B (1k x 8) e os PROM's 82S115/123/129 (resp. 512 x 8, 32 x 8 e 256 x 4).

Os RAM's podem ser obtidos com tempos de acesso de 500 ns a  $\mu$ s e são encapsulados em

invólucros DIP de 16 terminais. O ROM possui tempo de acesso de 650 ns e está contido num inverso DIP de 24 terminais. Os PROM's, fabricados pelo processo TTL Schottky, têm um tempo de acesso de 35 ns e são encapsulados em invólucro de 16 ou 24 terminais. Também podem ser usadas memórias de outros fabricantes, mas somente memórias com tempo de acesso inferior a 800 ns

permitem que o 2650 opere com máxima velocidade.

Outros circuitos auxiliares são o isolador quadruplo de entrada/saída BT26, a porta bidirecional de 8 bits BT31 e os isoladores (buffers) inversores sextuplos BT95, 96, 97 e 98.

Estes circuitos oferecem todas entradas PNP e conduzem correntes de apenas 200  $\mu$ A, ao invés dos 1,6 mA normalmente válidos para TTL.

A Signetics possui uma linha completa de meios auxiliares, tanto para "hardware" como para "software", a fim de auxiliar o usuário no desenvolvimento de sistemas.

Eis um resumo destes:

**2650 PC 1001** — "Prototype card" de microprocessador, com um microcomputador completo numa placa impressa única. Nessa placa estão contidos, o  $\mu$ P 2650, uma memória de controle e uma de R/W (leitura/escrita) de 1 k byte, na porta de entrada/saída, num relógio e todos os isoladores e conexões.

**2650 PC 1500** — Outro sistema completo de microcomputador numa placa impressa, com um RAM de 512 bytes. Na placa existe espaço disponível para que o usuário possa incluir circuitos, seja para expansão da memória, seja para interface. O sistema é disponível em forma de kit sob número KT9500, incluindo a placa impressa.

**2650 PC 2000** — É um cartão de memória contendo 4 k bytes de RAM e que pode ser usado em conjunto com os sistemas citados.

**2650 DS 2000** — Sistema de demonstração e experimentação onde podem ser acomodadas as placas acima citadas. O sistema compreende aparelhagem de alimentação, um RS232 e uma conexão para TTY, indicadores LED's para as linhas de endereçamento e dados e alguns comandos.

**"Assemblers"** — Escritos em linguagem FORTRAN IV em execuções para máquinas de 16 e 32 bits. O assembler é um programa de tradução que converte uma linguagem de programação facilmente compreensível em código de máquina. Além disso, o assembler fornece indicações de falhas e possibilita a produção de listas de programas fitas.

**Simuladores** — Este programa, escrito em Fortran IV, disponível para máquinas de 16 e 32 bits, permite uma completa simulação do 2650.

**PLUS** — É uma linguagem de ordem superior. A linguagem permite formar várias instruções de máquina em uma única linha. O compilador PLUS existe em versões para máquinas de 16 ou 32 bits.

**Manual do usuário** — Contém instrução completa para o microprocessador 2650 e o assembler. Aqueles que adquirem o manual podem assinar o serviço de informações de aplicação relativo ao 2650.

Uma informação completa do programa de microprocessadores e seus pertencentes está contida na brochura "2650 introductory brochure and short form catalogue".

## ÚNICA CASA ESPECIALIZADA EM ALTO-FALANTES

# GER-SOM



A maior variedade em Alto-Falantes, Tweeters e Divisores de Freqüência para Auto-Rádios, Toca-Fitas e Caixas Acústicas.

Atendemos pelo Reembolso Postal e Reembolso Varig.

GER-SOM I — Rua Santa Ifigênia, 622 - fone 220-2562 - 220-8490.  
GER-SOM II — Rua Santa Ifigênia, 186 - fone: 37-4937 - CEP 01207.

SABER

# ELETRON

O KIT COMPLETO DO SEU  
RELÓGIO DIGITAL

MONTE VOCÊ MESMO EM APENAS 20 MINUTOS



- Apresentação nobre adequada ao mais requintado ambiente.
- Caixa de metal na cor ouro velho.
- Despertador programável até em minutos.
- Continua funcionando mesmo sem energia da rede.
- Alimentação 110 ou 220 volts.

CR\$ 900,00

(sem mais despesas)

Pedidos pelo Reembolso Postal à  
SABER PUBLICIDADE E PRO-  
MOÇÕES LTDA. - Caixa Postal  
50.499 - S. Paulo - SP.

Pedidos por atacado à Rua Guarda da Honra, 56/58 - CEP 04201 - São Paulo - SP



**A ÚNICA PLACA PADRÃO DE CIRCUITO  
IMPRESSO REALMENTE "UNIVERSAL"®**

**maliboard**

**EXECUTE A MONTAGEM DE SEUS PROJETOS DE FORMA  
FÁCIL E RÁPIDA.**

Furação padronizada adequada à:

- Circuitos Integrados
- Transistores
- Diodos
- Resistores
- Capacitores etc.

**Em todas as lojas de material eletrônico do Brasil**

**MAIS UM PRODUTO**

**MALITRON INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**

**Rua Guarda de Honra, 56/58 Fone - 273-1787 e 272-7800 - São Paulo - SP.**

# CONVERSOR DE VHF.



Ouça as comunicações entre aviões em voo, e as torres de controle dos aeroportos, e também as comunicações entre as viaturas do serviço público (polícia, bombeiros, etc) com este simples conversor de VHF que transforma seu radinho portátil num eficiente sintonizador da faixa dos 110 MHz aos 140 MHz.

Um conversor de VHF é um circuito oscilador que permite que a faixa de sintonia de um receptor seja modificada, ou seja, seja deslocada de modo que estações de frequências diferentes das que normalmente são ouvidas possam ser captadas. O conversor opera portanto adaptado a um receptor comum, e a sensibilidade obtida na captação das estações desejadas depende fundamentalmente da sensibilidade do receptor usado.

Neste artigo descrevemos a montagem de um conversor muito simples que utiliza um único transistor e que pode operar em conjunto com qualquer receptor de ondas médias, como por exemplo seu radinho portátil sem a necessidade de ligações diretas a ela ou modificações em seu circuito (figura 1). Este conversor permitirá que as estações da faixa dos 110 MHz aos 140 MHz sejam captadas em um ponto

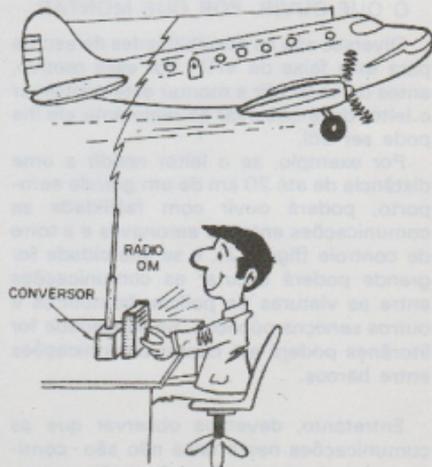


figura 1

livre da faixa de ondas médias de seu rádio permitindo portanto a escuta de estações de telecomunicações que operam nessas frequências. Se o leitor residir nas proximidades de um aeroporto (até mais de 20 km) poderá com facilidade ouvir os comunicados entre as torres e os aviões que chegam ou saem.

O importante a observar é que não existe nenhuma restrição legal quanto à escuta das comunicações dessas estações. Tanto isso é verdade que receptores com sintonia para esta faixa podem ser adquiridos sem exigência alguma de licença em muitas lojas de São Paulo e Rio. Tais receptores, além da faixa de ondas médias e curtas e FM, possuem a faixa de VHF.

Mesmo sendo uma montagem extremamente simples, devido ao fato de sua operação ocorrer numa faixa de frequências muito elevadas, todo o cuidado será pouco em relação a sua execução. Assim, devem ser observadas rigorosamente as características dos componentes utilizados não devendo ser utilizados valores aproximados e na medida do possível deve ser seguida a disposição sugerida das figuras que fornecemos.

Como todos os componentes são comuns em nosso mercado, acreditamos que os leitores que se propuserem a realização deste circuito não terão dificuldades com a obtenção dos componentes.

## O QUE OUVIR, POR QUE MONTAR

Diversas são as possibilidades de escuta para esta faixa de VHF. Por esse motivo, antes de se decidir a montar este conversor o leitor deve observar se realmente ele lhe pode ser útil.

Por exemplo, se o leitor residir a uma distância de até 20 km de um grande aeroporto, poderá ouvir com facilidade as comunicações entre as aeronaves e a torre de controle (figura 2), e se sua cidade for grande poderá escutar as comunicações entre as viaturas de polícia, bombeiros e outros serviços públicos. Se sua cidade for litorânea poderá até captar comunicações entre barcos.

Entretanto, devemos observar que as comunicações nesta faixa não são contínuas, isto é, as estações não estão permanentemente no ar, o que significa que para



figura 2

localizar as estações na sintonia pode ser necessário um pouco de habilidade e paciência. As comunicações feitas nesta faixa geralmente são bastante curtas de modo que cada estação fica "no ar" apenas alguns segundos de cada vez para transmitir uma frase ou uma informação. Assim, é preciso que se tente realizar diversas vezes a sintonia até acontecer que possamos sintonizar a frequência no momento exato em que a estação estiver "no ar". Isso exige a realização de tentativas numa proporção tanto maior quanto menos constantes forem as comunicações entre as estações.

## COMO FUNCIONA

O princípio de funcionamento de um conversor pode ser explicado a partir da compreensão do fenômeno do batimento. Se tivermos um sinal de uma frequência "X" e combinarmos esse sinal com outro de frequência "Y" obteremos no final dois sinais, sendo um de frequência igual à diferença das frequências dos sinais de entrada, ou seja,  $X - Y$  e outro de frequência igual à soma das frequências dos sinais de entrada, ou seja,  $X + Y$ . No nosso caso, em especial será importante o sinal de frequência igual à diferença. (figura 3).

O receptor que queremos usar só pode sintonizar estações cujas frequências estejam entre 550 KHz e 1.600 KHz, enquanto que as estações que queremos ouvir possuem frequências entre 110 MHz e 140 MHz. O que podemos fazer então é gerar um sinal cuja frequência seja cerca de 1



figura 3

MHz maior ou menor que os 110 MHz ou 140 MHz, de modo que a diferença de frequências entre o sinal sintonizado e o sinal gerado caia justamente na faixa de ondas médias. Por exemplo, se quisermos sintonizar uma estação de 127 MHz nos 1.000 KHz do rádio de ondas médias, podemos fazer isso, gerando um sinal de 126 MHz ou 128 MHz e combinando esse sinal com os 127 MHz. A diferença de 1MHz ou 1.000 KHz pode ser sintonizada no receptor de ondas médias e poderemos ouvir a estação desejada (figura 4).

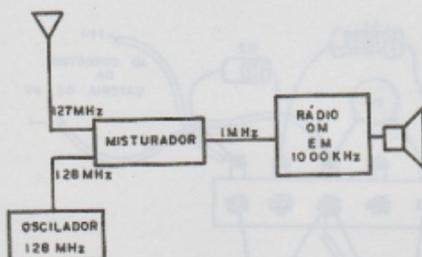


figura 4

O conversor que montaremos possui então além da parte osciladora, o circuito de sintonia e ainda um circuito que, por indução emite o sinal "diferença de frequências" para um radinho colocado nas proximidades. Não é necessário portanto nenhuma ligação entre o conversor e o rádio, sendo a única exigência que o rádio tenha caixa plástica (figura 5).

O ponto mais crítico do circuito é o que se refere à bobina de sintonia e ao capacitor variável pois desses componentes depende a faixa de operação do conversor.

#### UM RECEPTOR PARA O MICRO-TRANSMISSOR

Uma das utilidades para este conversor de VHF é a sua operação em conjunto com um rádio de ondas médias na recepção

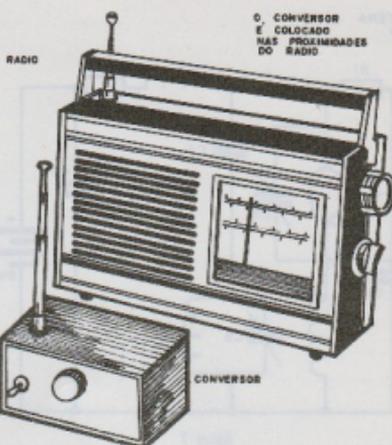


figura 5

dos sinais do micro-transmissor de FM (Revista 55 e 56). De fato, a frequência do micro-transmissor por meio de um simples ajuste no trimmer pode ser levada para perto dos 108 ou 110 MHz e com isso este conversor poderá transferir o sinal para a faixa de ondas médias onde seria ouvido num radinho comum.

Nenhuma modificação precisa portanto ser feita no rádio ou no micro-transmissor para se ter a operação conjunta de ambos com o conversor (figura 6).

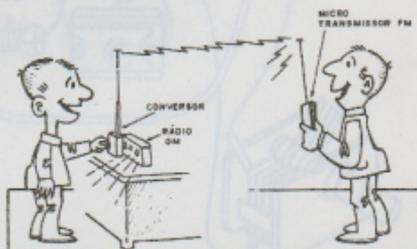


figura 6

#### MONTAGEM

Para a montagem o material necessário é o de sempre: um soldador de pequena potência, um alicate de corte, um alicate de ponta e uma ou duas chaves de fenda.

O diagrama completo do conversor é dado na figura 7, sendo a disposição dos

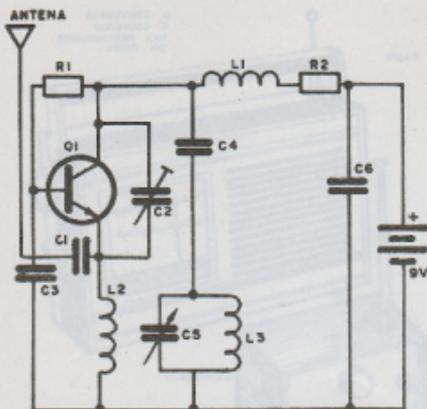


figura 7

componentes em ponte de terminais dada na figura 8.

Conforme o leitor pode observar este circuito utiliza três bobinas que deverão ser enroladas com a máxima atenção.

A primeira bobina, L1 consiste em cerca de 40 à 60 espiras de fio esmaltado fino (32 ou 34 AWG) enroladas em torno de um resistor de 470 K x 1/4 ou 1/2 W, conforme mostra a figura 9. A bobina L2 é exatamente igual a bobina L1.

A bobina L3 consiste em cerca de 2 ou 3 espiras de fio rígido de capa plástica ou ainda de fio esmaltado 20 ou 22, enroladas de modo a ter um diâmetro de aproximadamente 1 cm e um comprimento de perto de 1,5 ou 2 cm.

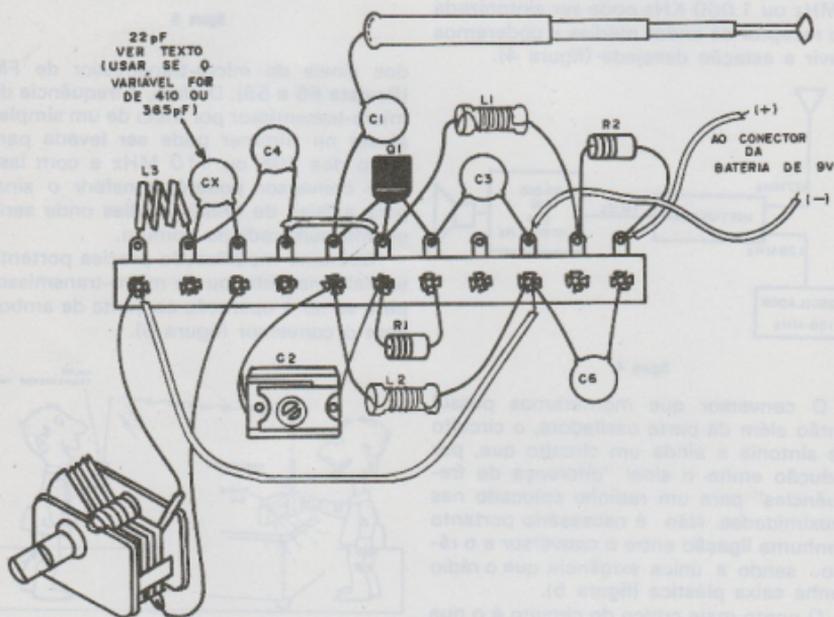


figura 8

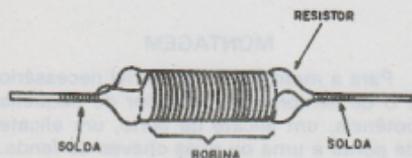


figura 9

O capacitor variável usado é do tipo de pequena capacidade, sendo o mais recomendado o de 12 pF. Como este tipo de capacitor não pode ser encontrado com muita facilidade em nosso mercado, o leitor tem 2 opções para a montagem:

A primeira consiste em se retirar algumas placas da parte móvel de um capaci-

tor variável comum de 365 ou 410 pF até se obter a capacitância desejada. Como não há uma exigência de grande precisão neste caso, se o leitor deixar duas ou uma placa móvel, a variação de capacitância obtida já será suficiente para cobrir a faixa desejada. As compensações necessárias poderão eventualmente ser feitas com a retirada de espiras da bobina L3. (figura 10).

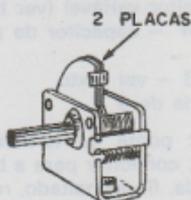


figura 10

A outra opção consiste em se ligar em série com o capacitor variável de 410 pF ou 365 pF comum, um capacitor de 15 ou 22 pF de disco de cerâmica. Neste caso, a combinação da capacitância do variável em série com a capacitância deste capacitor permite uma variação total da sintonia na faixa desejada. Algumas alterações no número de espiras da bobina L3 neste caso também poderão ser necessárias neste caso. (figura 11). A maior vantagem da segunda opção é a não necessidade de se mexer nas placas do variável o que, diga-se de passagem exige grande habilidade para evitar que estas venham encostar uma nas outras.

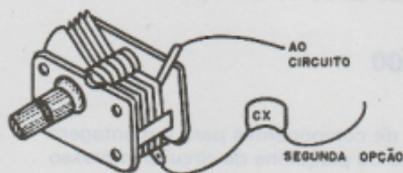


figura 11

O trimer C2 tem uma função muito importante neste circuito que é a determinação do ponto em que a sintonia das estações será feita no rádio de ondas mé-

dias. Qualquer trimer pode ser usado nesta função.

## AJUSTE E USO

Completada a montagem, confira todas as ligações, e se tudo estiver em ordem, antes de instalar o conjunto numa caixa definitiva faça uma prova preliminar. Para esta finalidade, coloque uma bateria de 9 V no circuito, e ligue nas proximidades da bobina L1 o seu radinho portátil sintonizado numa frequência entre 600 KHz e 1.200 KHz em que não exista nenhuma estação operando. O volume do radinho deve estar em pouco mais da metade de seu giro. (figura 12).

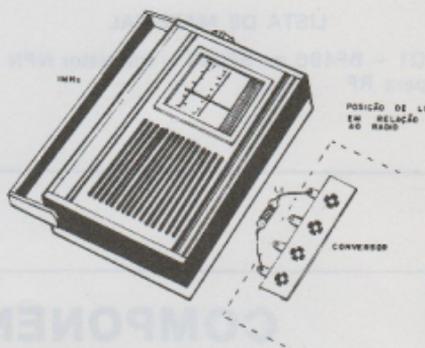


figura 12

Ajuste então o trimer C2 até ouvir no alto-falante do radinho um sinal semelhante a um sopro ou chiado contínuo. A sintonia do radinho pode então ser mexida até obter-se a sintonia deste sinal com o máximo de intensidade.

Em seguida, procure sintonizar o variável até ouvir o sinal de alguma emissora de VHF. Se o leitor estiver nas proximidades de aeroportos de grande movimento (São Paulo ou Rio) a escuta será relativamente fácil, mas se estiver em locais em que as emissões de VHF são mais raras, deverá fazer diversas tentativas até ouvir alguma coisa, pois conforme dissemos as comunicações nesta faixa não são contínuas.

Para operar o conversor com o micro-transmissor, abra o trimer do micro-transmissor quase que totalmente, sintonize o sinal do radinho nas proximidades do conversor de VHF que deve estar com o variável no ponto médio de sua sintonia e em

seguida, vá fechando o trimer do micro-transmissor até ouvir seu sinal.

O conversor só deve operar com uma antena telescópica que não tenha comprimento superior a 70 cm, isso para evitar-se a irradiação de sinais espúrios e para se evitar o mínimo de influência de capacitâncias parasitas próximas que possam tornar o circuito instável.

Uma vez verificado o funcionamento do conversor este pode ser instalado numa caixinha plástica de tamanho apropriado, ou se o leitor preferir e se houver espaço na própria caixa do receptor de ondas médias.

#### LISTA DE MATERIAL

Q1 — BF496 ou BF254 — transistor NPN para RF

R1 — 220 K $\Omega$ x1/8 W — resistor (vermelho, vermelho, amarelo)

R2 — 1 K $\Omega$ x1/8 W — resistor (marrom, preto, vermelho)

C1 — 6,8 pF ou 5,6 pF — disco de cerâmica

C2 — trimer comum

C3 — 220 pF ou 270 pF — capacitor de cerâmica

C4 — 10 pF — capacitor de cerâmica

C5 — capacitor variável (ver texto)

C6 — 1 KpF — capacitor de poliéster ou cerâmica

L1, L2 e L3 — ver texto

B1 — bateria de 9 V

Diversos: ponte de terminais, antena telescópica, conector para a bateria de 9 B, fios, solda, fio esmaltado, resistores de 470 K $\Omega$ x1/2 W para enrolar L1 e L2, knob para o variável, etc.

## COMPONENTES PARA O MICRO AMPLIFICADOR (COM PLAQUINHA)

Cr\$ 112,00

Agora você poderá adquirir o conjunto de componentes para a montagem de seu micro amplificador acompanhado da plaquinha de circuito impresso por Cr\$ 112,00.

Pedidos pelo reembolso postal à:  
SABER PUBLICITADA E PROMOÇÕES LTDA,  
Caixa Postal 50.499 — São Paulo.

SABER

# KITS SIMPSON

## MONTE VOCÊ MESMO



### FONOLA PORTÁTIL

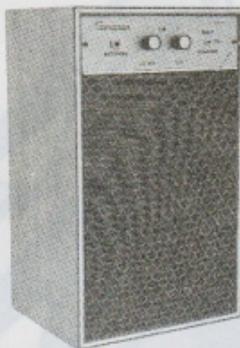
por Cr\$ 680,00

- Gabinete de plástico.
- Alto-falante pesado de 15 cm.
- Toca-disco de 3 rotações.
- Dimensões: largura 32 cm, altura 16 cm, profundidade 28 cm.
- Alimentação: pilha (9 volts) e rede elétrica (110/220 volts).

### CAIXA AMPLIFICADA

por Cr\$ 600,00

- Caixa acústica em madeira de lei.
- Entrada para gravadores, rádios, FM e microfone.
- Alto falante pesado de 15 cm.
- Dimensões: 42 x 25 x 20 cm.
- Alimentação: rede elétrica 110/220 volts.



Pedidos à SIMPSON LTDA, mediante cheque visado ou ordem de pagamento.

### OFERECEMOS AINDA

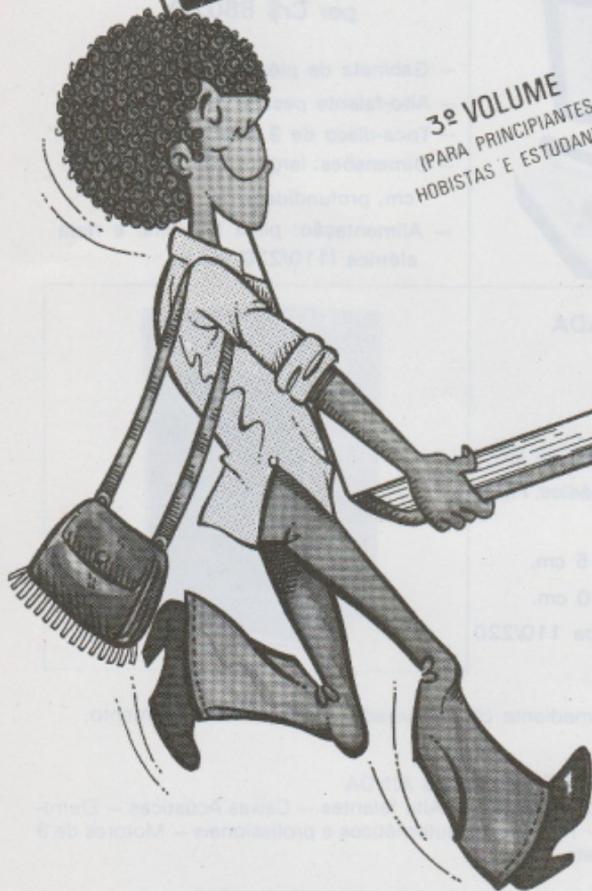
Gravadores — Rádios Gravadores AM/FM — Alto falantes — Caixas Acústicas — Eletrolas — Toca discos de 9 volts — Toca discos automáticos e profissionais — Motores de 9 e 6 volts — Amplificadores, etc.

# SIMPSON LTDA.

SÃO PAULO: Rua Santa Ifigênia, 585 - caixa postal: 6.999 - fone: 220-3340  
CAMPINAS: Rua Costa Aguiar, 342 - fone: 31-6391.

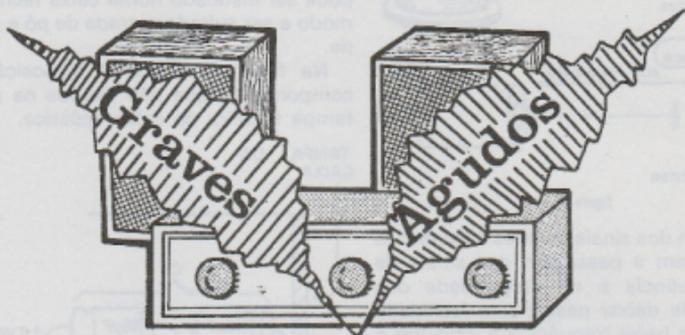
EXPERIÊNCIAS E  
BRINCADEIRAS COM  
**ELETRÔNICA**

**3º VOLUME**  
(PARA PRINCIPANTES,  
HOBISTAS E ESTUDANTES)



**RESERVE JÁ EM SEU JORNALEIRO**

# DIVISOR DE FREQUÊNCIA PARA DOIS ALTO-FALANTES



Se você está pensando em acrescentar um tweeter ao seu sistema de som para melhorar a reprodução dos agudos, você também terá de pensar num divisor de frequências apropriado para fazer a separação dos sinais entre os alto-falantes. Neste artigo descrevemos um filtro simples divisor de frequência para dois canais que pode ser realizado com um mínimo de material.

Cada alto-falante está projetado para reproduzir eficientemente apenas uma determinada faixa de frequências correspondentes aos graves, médios ou agudos. Isso significa que num bom sistema de som devem ser utilizados diversos alto-falantes para que cada um deles possa reproduzir apenas a faixa de frequência que lhe seja própria. É comum o uso de sistemas de 2 ou 3 alto-falantes na maioria das caixas que vemos no mercado, sendo que no sistema de 2 alto-falantes emprega-se um para a faixa dos graves e médios (full-range) e um para os agudos (tweeter). (figura 1), e no caso de três alto-falantes emprega-se um para os graves (woofer), um para os médios (mid-range) e um para os agudos (tweeter).

Entretanto, na utilização de mais de um alto-falante em que deve haver a separação dos sinais do equipamento de som, é necessária a utilização de um filtro ou divisor de frequência. Esse filtro consta de bobinas e capacitores os quais apresentam a propriedade de apenas deixar passar os sinais de determinada faixa de frequências (figura 2).

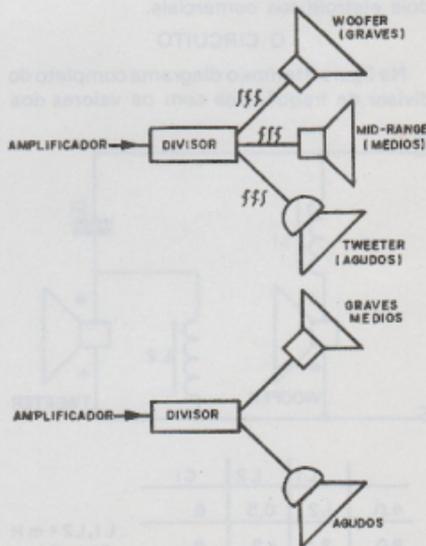


figura 1

Esses filtros são sempre baseados na propriedade dos capacitores de facilitarem

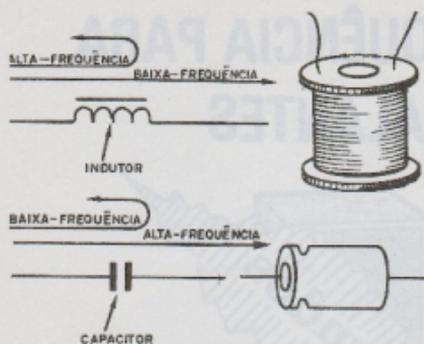


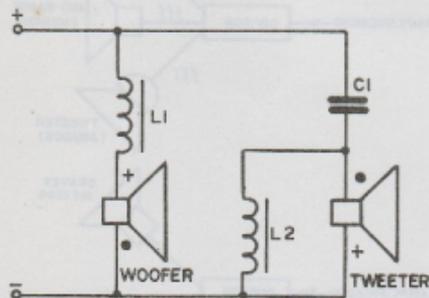
figura 2

a passagem dos sinais de altas frequências e dificultarem a passagem dos sinais de baixa frequência e na propriedade dos indutores de deixar passar com facilidade os sinais de baixa frequência e dificultar a passagem dos sinais de alta frequência.

O circuito que propomos para nosso divisor de frequências utiliza dois indutores os quais devem ser enrolados pelo montador em função da impedância de seu equipamento de som, e apenas um capacitor o qual é obtido pela associação em série de dois eletrolíticos comerciais.

### O CIRCUITO

Na figura 3 temos o diagrama completo do divisor de frequências com os valores dos



	L1	L2	C1
4Ω	1,2	0,5	8
8Ω	2,1	1,2	8

L1, L2 = m H  
C1 = μ F

figura 3

componentes para a impedância de 4 e de 8 ohms. Os indutores assim como os capacitores que formam C1 podem ser instalados na própria caixa em que ficarão alojados os alto-falantes. No caso do uso da unidade em carro, o circuito do divisor pode ser instalado numa caixa fechada de modo a ser evitada entrada de pó e umidade.

Na figura 4 temos a disposição dos componentes que são fixados na própria tampa traseira da caixa acústica.

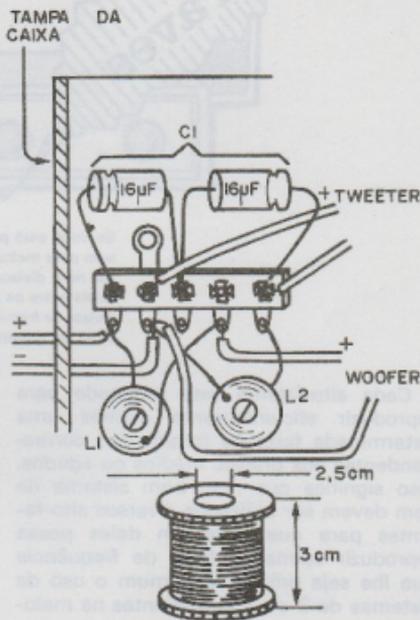


figura 4

Neste circuito L1 funciona como um bloqueio para os agudos evitando que estes cheguem ao woofer ao mesmo tempo que facilita a passagem dos sinais de baixa frequência para este alto-falante. O capacitor C1 por sua vez impede que os sinais de baixa frequência cheguem ao tweeter deixando passar apenas os sinais de altas frequências. L2 curto-circuita os sinais de baixa frequência que ainda eventualmente conseguirem passar pelo capacitor, impedindo-os de atingir o tweeter.

O ponto de cruzamento (cross-over) situa-se em torno de 2.500 Hz para este

sistema com os valores dados, conforme mostra o gráfico da figura 5.

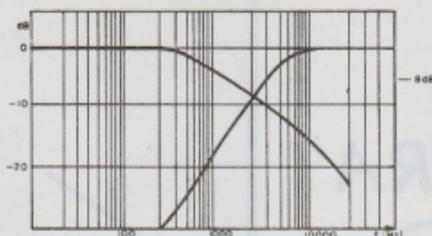


figura 5

Utilizando alto-falantes de boa qualidade, numa caixa acústica de aproximadamente 35 x 25 x 15 cm a resposta de frequência desse sistema pode abranger a faixa dos 40 aos 20.000 Hz.

### CONSTRUÇÃO DOS INDUTORES

Os indutores devem ser enrolados pelo

próprio montador em função da potência que deve suportar o sistema. Para potências até 20 W você pode usar fio esmaltado 18 AWG, enquanto que para potências superiores a este valor, deve usar fio 16 AWG.

São as seguintes as características das bobinas para os circuitos de 4 e de 8 ohms:

1,2 mH – 400 espiras de fio esmaltado (16 ou 18) em forma de 2,5 cm de diâmetro interno. Comprimento de aproximadamente 3 cm.

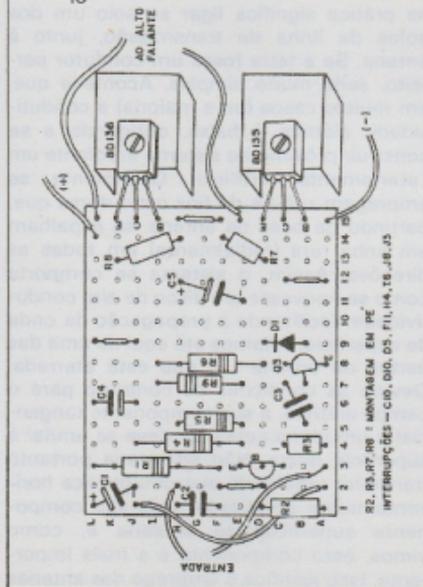
0,5 mH – 180 espiras de fio esmaltado 16 ou 18 em forma de 2,5 cm de diâmetro, e comprimento de aproximadamente 3 cm.

2,1 mH – 480 espiras de fio esmaltado 16 ou 18 em forma de 2,5 cm de diâmetro interno e 3 cm de comprimento.

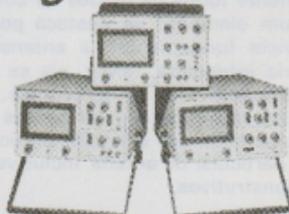
Obs: pequenas diferenças em relação ao número de espiras e mesmo em relação às dimensões da bobina são toleráveis.

### ERRATA

Verifique em nosso nº anterior, na pág. 16 a figura 3 B onde é necessário corrigir o desenho, segundo o modelo



## OSCISLOCÓPIOS DynaTech



A Linha de osciloscópios DYNATECH série B5 engloba as vantagens do sincronismo automático, gatilhado com base de tempo, calibrado ou não, conforme o modelo, bem como quanto a do amplificador vertical que tem faixa de resposta de CC à 7 MHz.

Essas características os tornam excelentes instrumentos para serviços em TV a cores e preto e branco. A saída de 1 VPP, onda quadrada, 1 KHz, permite utilizações variadas tais como injeção de sinais, teste de circuito, etc. Solicite-nos catálogos detalhados destes e outros instrumentos como testes, fontes, geradores, etc.

Fabricado por:

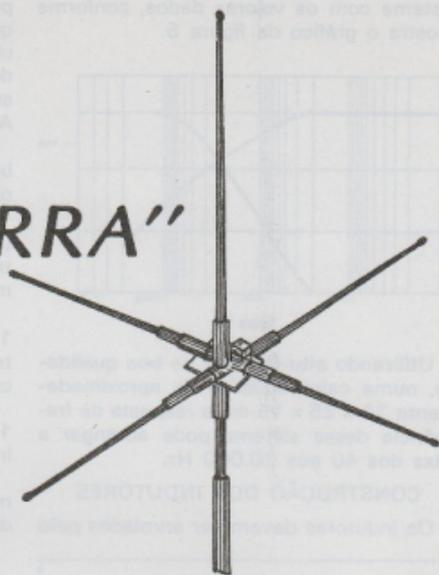
**BLUCIL** Indústria e Comércio Ltda.

Alameda Barão de Piracicaba, 793/799.

Fone: 222-6122 - São Paulo - SP

# "ANTENAS VERTICAIS PLANO-TERRA"

(PROJETO PRÁTICO  
PARA FAIXA  
DO CIDADÃO)



Humberto de Alcântara Pellizzaro

Nas telecomunicações em geral, são muitos os meios utilizados para se transferir informação de um ponto para outro. Telefone, teletipo, televisão, rádio e muitas outras modalidades são lugares-comuns nos dias de hoje. Podemos dizer que em praticamente todos os modos de comunicação, um elemento se destaca por sua importância fundamental: a antena. Por sua teoria intrincada, talvez, ela se torna tremendamente mal compreendida. Este artigo visa esclarecer alguns pontos e, ao final, apresentar um exemplo prático, de um tipo particular de antena, inclusive com dados construtivos.

## AS ANTENAS ATERRADAS

Provavelmente o primeiro a utilizar tal tipo de antena tenha sido Marconi, pois, pelo nome do grande cientista ela tem sido chamada. Na verdade, é uma simulação do caso mais geral das antenas operadas contra a terra. Quando a frequência de utilização for relativamente baixa, como nos transmissores de estações de radiodifusão em ondas médias, as ondas eletromagnéticas que atingem o receptor são predomi-

nantemente de superfície (um tipo particular de onda terrestre). Esse fato leva a que as antenas devam ser "aterradas", o que na prática significa ligar ao solo um dos polos da linha de transmissão, junto à antena. Se a terra fosse um condutor perfeito, seria muito simples. Acontece que, em muitos casos (ou a maioria) a condutividade elétrica é baixa, obrigando a se construir próximo ao sistema irradiante um "aterramento" artificial. Geralmente, se empregam radiais de fios condutores que, partindo da base da antena, se espalham em linha reta (radialmente) em todas as direções. Assim, o sistema se comporta como se houvesse um disco de alta condutividade, facilitando a propagação da onda de superfície. Falamos até aqui de uma das partes da antena - a que está aterrada. Devido às condições de contorno para o campo elétrico, a sua componente tangencial a um plano condutor deve se anular à superfície deste. Não adiantaria portanto transmitir uma onda eletromagnética horizontalmente polarizada, pois sua componente superficial se anularia e, como vimos, essa componente é a mais importante. Isso justifica o emprego das antenas

verticais. Afortunadamente, tais antenas sendo curtas (como as de radiodifusão) ou menores que meio comprimento de onda, possuem características de irradiação onidirecionais, o que é desejado frequentemente. Mais uma razão portanto para serem verticais.

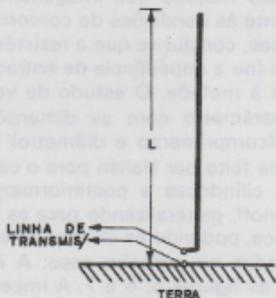


Fig. 1 - Antena vertical aterrada.

De outro modo, quando a frequência de operação é mais elevada, já na faixa de altas frequências - HF - a atenuação das ondas de superfície (que é proporcional à frequência), devido à condutividade finita da terra, aumenta de tal forma que a componente espacial (ou outro tipo de onda terrestre) passa a ter maior importância.

Sem querer enveredar pelo assunto da propagação, devemos acrescentar que a onda espacial se propaga em linha reta no espaço livre, mas, em presença da atmosfera terrestre, sofre refração (e difração), encurvando seu caminho para a terra. Supondo uma superfície terrestre perfeitamente esférica, sem obstáculos, a onda espacial teria seu alcance determinado pela "linha de visada" entre as antenas transmissora e receptora, ou seja, a máxima distância entre as duas, de forma que o segmento de reta que as une tangencie a superfície do globo. Mas, considerando-se o encurvamento citado em presença da atmosfera, concluiu-se que, na determinação matemática da distância, deveria ser substituído o raio terrestre pelo seu valor próprio e mais um terço. Assim, ficando estendido o alcance, devido principalmente à refração. Demonstra-se que essa distância é:  $D = d_1 + d_2 = 4,124 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$ . Sendo a primeira parcela ( $d_1$ ) a distância da antena transmissora ao horizonte e a segunda

( $d_2$ ) do horizonte à antena receptora, ou vice-versa e, sendo  $h_1$  e  $h_2$  as alturas das antenas. É assumida a condição de uma atmosfera "normal média". Evidentemente nem sempre a atmosfera é "normal" nem a terra de uma esfericidade perfeita, e muito menos de superfície lisa. Mas, na maioria dos casos, isso é irrelevante, salvo a última condição, que deve ser comprovada. Elevações e depressões naturais e obstáculos construídos (prédios etc), devem ser considerados se estão no caminho. As figuras 2 e 3 esclarecem o exposto, sendo que a última possibilita o cálculo do alcance simplesmente consultando o gráfico.

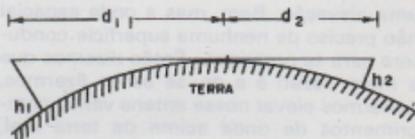


Fig. 2 - A linha visada entre duas antenas elevadas.

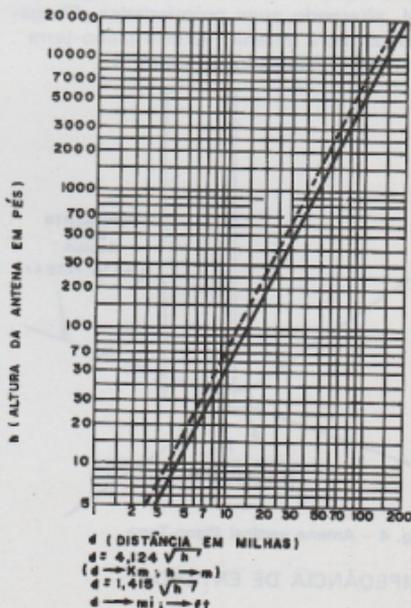


Fig. 3 - Distância ao horizonte, em função da altura da antena. A linha cheia inclui o efeito de refração atmosférica.

## AS ANTENAS PLANO-TERRA

Com tudo o que foi dito nos parágrafos anteriores, o leitor já prevê que, utilizando a parte elevada do espectro de rádio-frequências, em comunicações a curta distância (onde não são considerados os efeitos de reflexões ionosféricas) e, de forma onidirecional, podemos utilizar uma antena vertical, a mais elevada possível. Para que a onda espacial "caminhe" mais facilmente, fazemos uma analogia com o que ocorria com os sistemas de baixa frequência e suas ondas de superfície, e simulamos um "plano de terra" o mais elevado. Tudo se passa como se estivéssemos em uma elevação. Bem, mas a onda espacial não precisa de nenhuma superfície condutora para se propagar... Então dizemos que a maior razão é a de, se assim fizermos, poderemos elevar nossa antena vários comprimentos de onda acima da terra real, sem sofrer qualquer bloqueio de árvores, prédios, etc., através de uma torre (ou mastro) metálico, sem que isso torne o sistema como o de uma antena longa vertical, alterando suas propriedades. Chegamos então à antena "vertical plano-terra", conforme esboçado na figura 4.

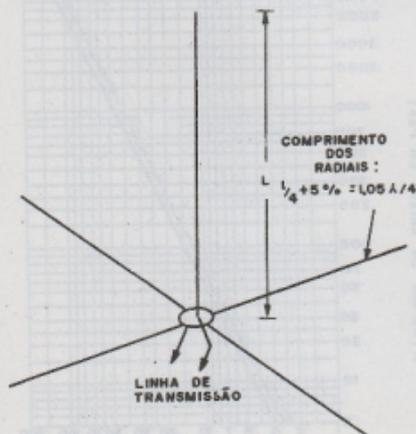


Fig. 4 - Antena vertical Plano-Terra.

## IMPEDÂNCIA DE ENTRADA

Para justificar os próximos passos, deveremos entrar em breves considerações sobre a resistência de radiação das antenas "aterradas". Como foi esquematizado

na figura 4, um número de quatro radiais (com comprimento  $\lambda/4 + 5\%$ ) é suficiente para simular uma superfície condutora perfeita. Um monopolo (antena alimentada na extremidade) sobre um plano condutor perfeito, comporta-se como um dipolo alimentado pelo centro, demonstrado pelo método das imagens. Devido novamente às condições de contorno para os campos, conclui-se que a resistência de radiação (ou a impedância de entrada) fica reduzida à metade. O estudo da variação deste parâmetro com as dimensões da antena (comprimento e diâmetro) foi inicialmente feito por Hallén para o caso das antenas cilíndricas e posteriormente por Schelkunoff, generalizando para as de forma cônica, podendo as últimas serem particularizadas no primeiro caso. A isso se referem as figuras 5, 6 e 7. A impedância característica média é dada por:  $Z_0 (av) = 120 (\log_n \frac{2l}{a} - 1)$ . A diferença entre os métodos de Hallén e Schelkunoff é de que o último leva em conta o efeito capacitivo das extremidades (soluções em forma gráfica nas figuras 5, 6 e 7). Consultando os gráficos, vemos que, para comprimentos menores que 0,42 vezes o comprimento de onda, a resistência de entrada é relativamente independente de  $Z_0 (av)$ , ou seja, da relação comprimento/diâmetro. Note-se que os gráficos foram obtidos para o dipolo alimentado pelo centro e, que para o monopolo sobre um plano condutor perfeito, deve-se considerar a metade do valor mostrado. A reatância de entrada é bastante dependente do diâmetro da antena, podendo ser capacitiva (-) ou indutiva (+).

As antenas curtas possuem baixa resistência de radiação e, conseqüentemente, pequeno rendimento. Em baixas frequências, onde geralmente não se consegue construir antenas grandes o suficiente para uma maior resistência de radiação, costuma-se empregar, seja prolongamentos horizontais a fim de suprir o comprimento faltante, seja estruturas outras (esferas, etc.) com capacitância suficiente. Denomina-se a isso "carga de topo". Dificilmente se empregam antenas verticais com mais que meio comprimento de onda, pois, a partir daí, a resistência de radiação decresce rapidamente e aumentam os problemas construtivos.

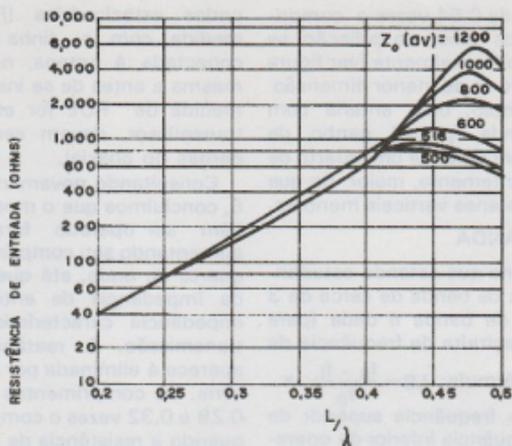


Fig. 5

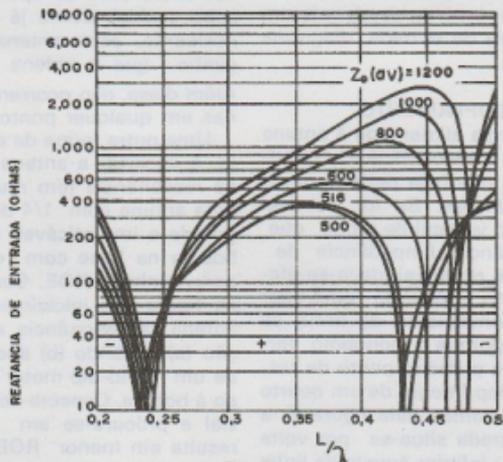


Fig. 6

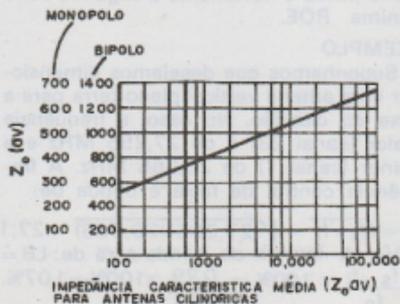


Fig. 7

## DIAGRAMAS DE RADIAÇÃO E GANHO

Na figura 8 podemos apreciar comparativamente o diagrama de radiação para várias alturas de monopólos sobre solo condutor perfeito. À medida que aumenta a dimensão da antena, começam a aparecer lobos secundários. Um caso particular para o dipolo de meia-onda é focalizado na figura 9, onde se nota o efeito da condutividade finita da terra.

O ganho de um monopolo curto sobre o irradiador isotrópico é de 4,77 dB - o dipolo curto possui 1,76 dB de ganho. Até

um comprimento de 0,64 vezes o comprimento de onda, os lobos de radiação se estendem mais horizontalmente (ver figura 8) e o ganho sobre as de menor dimensão cresce. Por exemplo, uma antena com altura de meia onda, possui ganho de cerca de 2 dB sobre uma de um quarto de onda e, conseqüentemente, maior do que todas as outras antenas verticais menores.

#### LARGURA DE BANDA

O tipo de antena que estando estudando possui largura de banda de cerca de 3 a 4%. A largura de banda é dada (para antenas de faixa estreita de frequência de operação) pela fórmula:  $LB = \frac{f_s - f_i}{f_o} \times 100\%$ , onde  $f_s$  = frequência superior de operação;  $f_i$  = frequência inferior de operação e  $f_o$  = frequência central de operação. Fora dessa faixa de frequência, as características gerais da antena se deterioram (ganho, impedância de entrada, diagrama de radiação, etc.).

#### MÉTODOS DE ACOPLAMENTO

Para que a energia alimentada à antena seja irradiada com a maior eficiência possível, é necessário que haja perfeito casamento de impedâncias. Se for possível ajustar o elemento vertical de modo que apresente ressonância (impedância de entrada puramente resistiva), deve-se efetuar o casamento, podendo empregar "stub" no ponto conveniente da linha de transmissão. Isso porque o monopolo vertical apresenta seu primeiro ponto de ressonância a um comprimento de um quarto de onda e, como vemos pela figura 5, a resistência de entrada situa-se por volta de 36 ohms, valor inferior àquele da linha de transmissão coaxial mais próxima (50 ohms). Os cálculos podem ser feitos pela carta de Smith. Deve ser ressaltado o fato de que, do ponto de ligação do stub até a antena, existem ondas estacionárias. O stub no caso deverá ser do tipo aberto e poderá ser dimensionado também pelas

fórmulas:  $\cotg(A) = \sqrt{ROE}$  e  $\text{tg}(B) = \frac{ROE-1}{\sqrt{ROE}}$ .

Onde "A" é a distância do stub à antena e "B" o comprimento do stub, ver fig. 10. As fórmulas são válidas apenas para a antena ressonante (reatância de entrada = 0) e stub aberto. A relação de

ondas estacionárias (ROE) deverá ser medida com a linha de transmissão conectada à antena, nos terminais da mesma e antes de se instalar o stub. Se a medida de ROE for efetuada junto ao transmissor devem ser consideradas as perdas do coaxial.

Consultando novamente as figuras 5 e 6, concluímos que o monopolo pode também ser operado fora da ressonância, aumentando seu comprimento além de um quarto de onda, até que a parte resistiva da impedância de entrada se iguale à impedância característica da linha de transmissão. A reatância indutiva que aparece é eliminada por um capacitor em série. Os comprimentos de interesse são: 0,28 e 0,32 vezes o comprimento de onda, quando a resistência de entrada é de 50 e 75 ohms, respectivamente, que são coerentes com os tipos mais comuns de cabo coaxial. Como já mencionado anteriormente, essa antena possui maior ganho que a antena (quarto de onda). Além disso, não ocorrem ondas estacionárias em qualquer ponto da linha.

Uma outra forma de efetuar o casamento, é encurtar a antena um pouco abaixo da ressonância (em muitos casos porque uma antena com 1/4 de onda seria muito grande e impraticável) e, através de uma bobina na base com derivações, ajustar para mínima ROE. Conforme mostrando na figura 11, inicialmente sintoniza-se a antena na ressonância, ajustando a derivação (a), estando (b) aberto, com o auxílio de um "grid-dip meter" diretamente ligado à bobina. Conecta-se então o cabo coaxial e procura-se em (b) o ponto que resulta em menor ROE. Repete-se o primeiro passo e novamente o segundo até a mínima ROE.

#### EXEMPLO

Suponhamos que desejamos dimensionar uma antena vertical plano-terra para a faixa do cidadão. No caso, a frequência maior (canal 23) é de 27,255 MHz e a menor (canal 1) de 26,965 MHz. A frequência central da faixa é obtida de:

$$f_o = \sqrt{f_s \times f_i} = \sqrt{(27,255)(26,965)} = 27,1 \text{ MHz. A largura de banda será de: } LB = \frac{f_s - f_i}{f_o} \times 100\% = \frac{0,29}{27,1} \times 100\% = 1,07\%.$$

Optaremos por utilizar um comprimento

do elemento vertical de  $0,28\lambda$ , com um tubo de alumínio de diâmetro ( $2a$ ) de 2 cm. O comprimento de onda no espaço livre é:  $\lambda = 300/f_0 = 11,06$  m. Então:  $\lambda = (0,28)(11,06) = 3,1$  m. A impedância característica média será:  $Z_0(av) = 120 (\log_e (6,2/0,01) - 1) = 651,5\Omega$ . Para o monopolo, 326 ohms. Extrapolando este valor na figura 6,  $X_i = 160$  ohms. Toman-

do a metade para o monopolo,  $X_i = 80$  ohms. O valor do capacitor será:  $C = 1/(2\pi f_0 X_i) = 73$  pF. O mesmo deverá ser do tipo ajustável, com uma capacitância algo maior, para permitir o ajuste. Na figura 12 encontramos o fator de encurtamento, dado:  $\lambda/4a = 276,5 \therefore k = 0,968$ . O comprimento dos radiais será:  $d = 1,05k \lambda/4 = 2,81$  m.

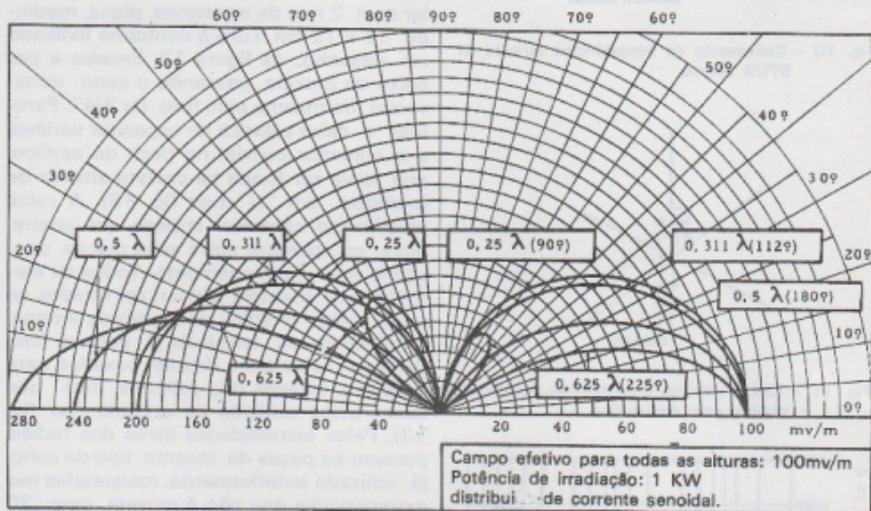
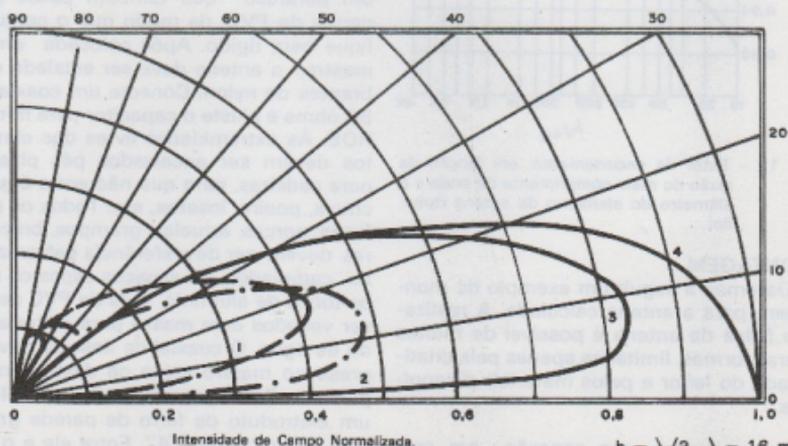


Fig. 8 - Diagrama de irradiação vertical para diferentes alturas de antenas verticais.

$\Delta$  - Ângulo de elevação em graus.



1. Solo pobre 2. Solo bom 3. Água do mar 4. Solo condutor perfeito  
 $h = \lambda/3$   $\lambda = 16$  m  
 $h$  - altura do centro da antena  
 Fig. 9 - Diagrama de radiação para um dipolo vertical sobre solos de diferentes condutividade.

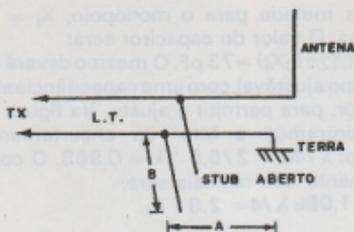


Fig. 10 - Casamento de impedâncias através de STUB aberto.

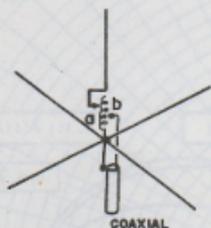


Fig. 11 - Casamento de impedâncias através de bobina com derivações.

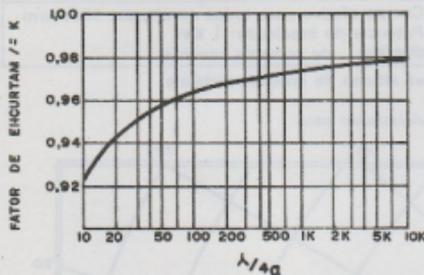


Fig. 12 - Fator de encurtamento, em função da razão do meio comprimento de onda e o diâmetro do elemento da antena (tubo, fio).

## MONTAGEM

Daremos a seguir um exemplo de montagem para a antena calculada. A realização física da antena é possível de muitas outras formas, limitadas apenas pela criatividade do leitor e pelos materiais disponíveis.

Comece com uma conexão em cruz ("X") para canos d'água, em PVC, rosqueada, medida 3/4". Faça um furo de

3/4" perpendicularmente ao plano das saídas, exatamente no centro da peça.

Agora passe por este furo um segmento de uns 40 cm de cano de PVC, do tipo que aceita rêsca (existe um tipo de paredes mais finas, para conexão soldada a frio). Lixe a área central do cano e cole-o à cruzeta com solda apropriada. Tome uma peça de acrílico ou material isolante similar com 2 mm de espessura, plana, medindo 12 x 12 cm. Fure-a conforme indicado no desenho da figura 13. Encaixe-a por baixo da cruzeta, passando o cano transversal da mesma pelo furo de 3/4". Parafuse a caixa plástica do capacitor variável e o conector coaxial na peça de acrílico, que deve ser fixada na cruzeta através de grampos em "U" (ver fig. 13). A caixa plástica do capacitor impede que poeira, água, etc. penetre entre suas placas, causando mau funcionamento. Todos os elementos de alumínio devem ser furados na extremidade próxima do centro da antena, parafusados os terminais já com os fios flexíveis soldados e depois puxados para o centro, através dos próprios fios que saem pelos orifícios de entrada (ver fig. 13). Pelas extremidades livres dos radiais passam-se peças do mesmo tipo de cano já utilizado anteriormente, rosqueadas nas extremidades que vão à cruzeta, com 20 cm cada uma. Fixados os radiais, atravesse em cada um deles e no elementos vertical um parafuso que também passe pelas partes de PVC, de modo que o conjunto fique bem rígido. Após colocada em um mastro, a antena deve ser estalada com tirantes de nylon. Conecte um coaxial de 50 ohms e ajuste o capacitor para mínima ROE. As extremidades livres dos elementos devem ser encaixados pés plásticos para cadeiras, para que não entre água de chuva, poeira, insetos, etc. Todos os parafusos, porcas, arruelas, grampos, braçadeiras devem ser de preferência galvanizados ou cadmiados. Os espaços expostos entre os tubos de alumínio e os de PVC devem ser vedados com massa para evitar entrada de água. O coaxial de descida deve ser preso ao mastro até o pé deste com fita plástica. Como mastro, pode ser utilizado um eletroduto de ferro de parede grossa, com diâmetro de 3/4". Entre ele e o tubo de PVC da mesma medida emprega-se uma "luva" de cano de ferro de 1/2".

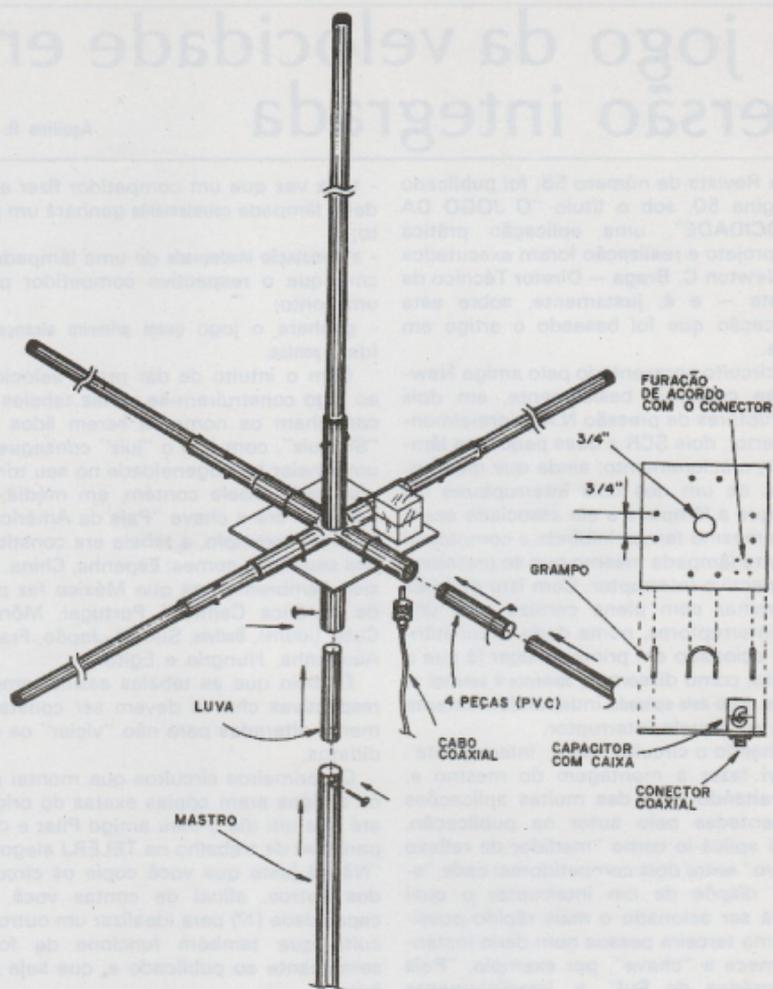


Fig. 13

#### REFERÊNCIAS

"The ARRL Antenna Book" (ARRL, 1974)

"Fields and Waves in Communication Electronics" (Ramo, Whinnery, Van Duzer - Wiley/Toppan - 1965)

"Electromagnetic Waves & Radiating

Systems" (Jordan, Balmain - Prentice-Hall - 1971)

"Antenas" (Bahiana, Assis, Rabello - CETUC - 1972)

"Normas Técnicas Para Emissoras de Radiodifusão Sonora em Ondas Médias" (Ministério das Comunicações)

"The Antenna" (Thourel - Chapman & Hall - 1960)

# o jogo da velocidade em versão integrada

Aquilino R. Leal

Na Revista de número 58, foi publicado à página 50, sob o título "O JOGO DA VELOCIDADE", uma aplicação prática cujo projeto e realização foram executados por Newton C. Braga — Diretor Técnico da Revista — e é, justamente, sobre esta publicação que foi baseado o artigo em pauta.

O circuito apresentado pelo amigo Newton se constitui, basicamente, em dois interruptores de pressão N.A. (normalmente aberto), dois SCR e duas pequenas lâmpadas; o acionamento, ainda que momentâneo, de um dos dois interruptores faz com que a lâmpada a ele associada acenda ao mesmo tempo inibindo a comutação da outra lâmpada mesmo que se pressione o respectivo interruptor. Com isto pode-se determinar com plena certeza qual dos dois interruptores, numa dada circunstância, é acionado em primeiro lugar já que o circuito, como dissemos, somente é sensível ao primeiro pulso nele aplicado, independentemente deste ou aquele interruptor.

Achando o circuito muito interessante resolvi fazer a montagem do mesmo e, aproveitando uma das muitas aplicações apresentadas pelo autor na publicação, decidi aplicá-lo como "medidor de reflexo relativo" entre dois competidores: cada "atleta" dispõe de um interruptor o qual deverá ser acionado o mais rápido possível; uma terceira pessoa num dado instante fornece a "chave", por exemplo, "País da América do Sul" e imediatamente começa a dizer o nome de vários Países em um certo ritmo, quando mencionar o nome de um País da América do Sul os competidores deverão pressionar os respectivos interruptores o mais rápido possível e, ganhará um ponto aquele que primeiro conseguir acender a sua lâmpada.

A brincadeira, que antes de mais nada é instrutiva, alcançou tamanho sucesso na roda dos meus amigos que fui obrigado a construir vários circuitos! Para torná-la mais atraente e divertida instituíram-se as seguintes regras:

- toda vez que um competidor fizer acender a lâmpada corretamente ganhará um ponto;
- a comutação inadequada de uma lâmpada faz com que o respectivo competidor perca um ponto;
- ganhara o jogo quem primeiro alcançar 10 (dez) pontos.

Com o intuito de dar maior velocidade ao jogo construíram-se várias tabelas que continham os nomes a serem lidos pelo "Sr. Juiz", com isto o "juiz" consegue dar uma maior homogeneidade no seu tom de voz; cada tabela contém, em média, dez nomes. Para a chave "País da América do Sul" por exemplo, a tabela era constituída dos seguintes nomes: Espanha, China, México (lembremo-nos que México faz parte da América Central!) Portugal, Mônaco, Cuba (idem), Bolívia, Suécia, Japão, França, Alemanha, Hungria e Egito.

É óbvio que as tabelas assim como as respectivas chaves devem ser constantemente alteradas para não "viciar" os candidatos.

Os primeiros circuitos que montei para os amigos eram cópias exatas do original até que um dia o meu amigo Pilar e companheiro de trabalho na TELERJ alegou: — "Não é justo que você copie os circuitos dos outros, afinal de contas você tem capacidade (!?) para idealizar um outro circuito que também funcione de forma semelhante ao publicado e, que seja perfeito!"

Sim senhor, disse eu, vamos ser justos e perfeitos! E assim nasceu a forma integrada do "JOGO DA VELOCIDADE".

O leitor não deve impressionar-se pelos dois integrados que compõem o circuito, afinal, a "única" diferença entre um integrado e um transistor é que o primeiro apresenta mais "perninhas" que o outro! Para retirar uma possível "alergia", do leitor, aos CIs (circuitos integrados) apresentaremos preliminarmente os CIs do projeto assim como todos os componentes do.

protótipo para, depois, realizar a sua interconexão e descrever o funcionamento geral do circuito.

O primeiro CI é o nosso conhecido 7400 que é constituído por quatro portas NAND (NE-não e) conforme a figura 1 — no projeto foram empregados duas (III e IV) portas na configuração inversora conforme é

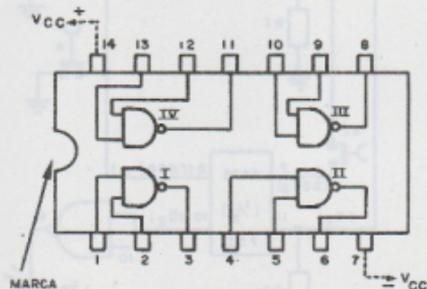


Figura 1 - O integrado 7400 visto por cima

mostrado na figura 2; esta configuração se caracteriza por apresentar na saída um nível lógico complementar ao da entrada ou seja: se a entrada a (figura 2) estiver a, digamos, 3 volts (nível alto-H) em relação à terra, a saída s (pino 11 da figura 2) apresentará um nível baixo — L — em torno do 0 (zero) volt e, se à entrada a tivermos um sinal com tensão inferior a 0,8 volts (nível baixo — L) a saída apresentará uma tensão de alta (H) da ordem de 3 a 4 volts. A tabela da figura 3 resume o exposto.

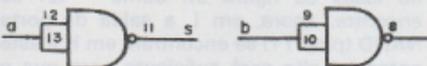


Figura 2 - Portas NAND como inversores

a	s	
L	H	$L \leq 0,8 \text{ VOLTS}$
H	L	$H \geq 2,4 \text{ VOLTS}$

Figura 3 - Tabela verdade do circuito inversor NAND

O segundo e último CI é o 7476 que é formado por dois "flip-flops" do tipo J-K — figura 4. As saídas Q e  $\bar{Q}$  de cada um dos "flip-flops" apresentam, normalmente, os estados L e H respectivamente. No projeto somente foram utilizadas as entradas "set" e "reset" de cada "flip-flop"; quando à entrada "set" se aplica um pulso negati-

vo ("terra" por exemplo) os estados lógicos de suas saídas Q e  $\bar{Q}$  — são alterados e somente voltarão ao estado inicial desde que um outro pulso negativo seja aplicado ao comando "reset" — no primeiro caso diz-se que o "flip-flop" foi "setado" e no segundo, que foi "resetado", além disso a "bolinha" associada a cada um desses comandos — figura 4 — informa que os pulsos de entrada terão de apresentar um nível lógico L. A figura 5 fornece o diagrama na entrada "set" (ou "reset") não alteram o estado lógico de suas saídas complementares Q e  $\bar{Q}$ .

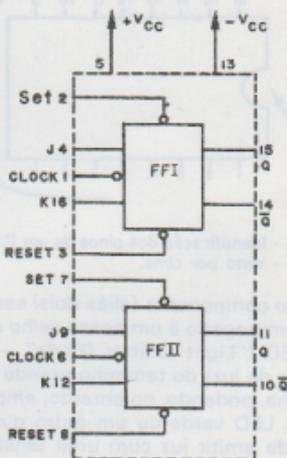


Figura 4 - Identificação dos pinos do integrado 7476

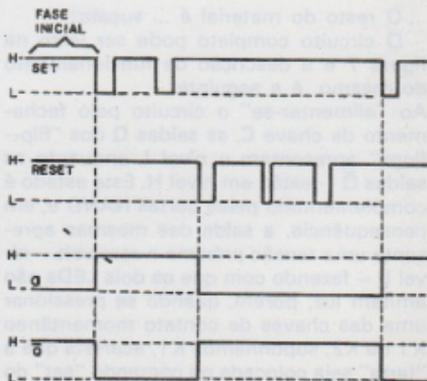


Figura 5 - Diagrama de fases do integrado 7476

A descrição dos outros comandos dos "flip-flops" não se faz necessária uma vez que não serão empregados no projeto.

Para concluir a teoria referente aos CIs do projeto devemos dizer que ambos são do tipo "dual-in-line"; o primeiro (7400) apresenta 14 pinos enquanto o outro, o 7476, dispõe de 16 pinos; a numeração e identificação dos pinos destes dois CIs obedece à disposição apresentada na figura 6.

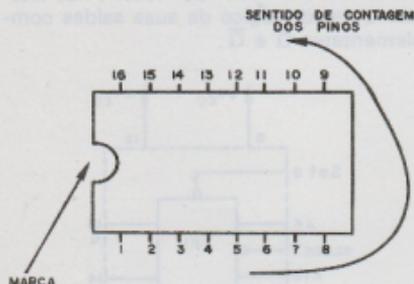


Figura 6 - Identificação dos pinos de um C.I. "Dual In Line" - visto por cima.

Outro componente (aliás dois) semicondutor empregado é um nosso velho conhecido LED ("Light Emitter Diode" - diodo emissor de luz) do tamanho grande na cor vermelha, podendo, no entanto, empregar-se um LED verde ou um outro qualquer, capaz de emitir luz com uma tensão não superior a 2,5 volts e que apresente um consumo de até 20 mA.

O resto do material é ... sucata!

O circuito completo pode ser visto na figura 7 e a descrição de funcionamento do mesmo, é a seguinte:

Ao "alimentar-se" o circuito pelo fechamento da chave C, as saídas Q dos "flip-flops" apresentam o nível L enquanto as saídas  $\bar{Q}$  - estão em nível H. Este estado é complementado pelas portas NAND e, em consequência, a saída das mesmas apresenta uma tensão próxima a zero volt - nível L - fazendo com que os dois LEDs não emitam luz; porém, quando se pressionar uma das chaves de contato momentâneo K1 ou K2, suponhamos K1, acarreta que a "terra" seja colocada no comando "set" do F.F.I. - set<sub>1</sub> - pois a saída Q do outro "flip-flop" está no nível "terra" - L. Com

isto o F.F. I comuta e as suas saídas invertem seus estados lógicos: Q passará de L

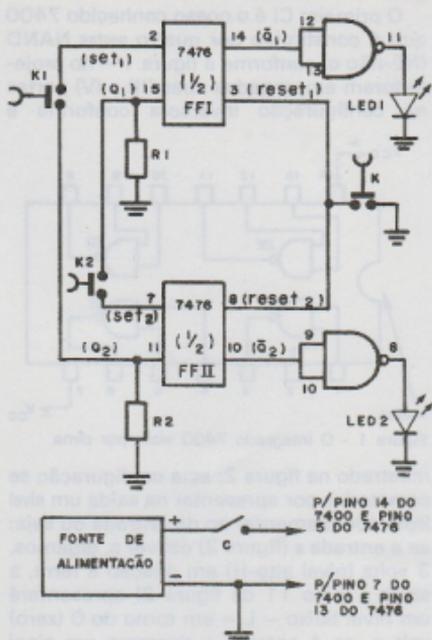


Figura 7 - Circuito completo do jogo da velocidade na versão integrada.

para H e  $\bar{Q}$  - de H para L (vide o diagrama de fases da figura 5). Como - Q1 se encontra, agora, em L a saída da porta NAND (pino 11) se encontrará em H e este potencial alto será suficiente para que o LED 1 "acenda". Por outro lado, mesmo que se pressione a chave K2 nada se conseguirá pois o estado alto de Q1 se fará presente no comando "set 2" por intermédio de K2 e, como vimos, o "setamento" só é conseguido por pulsos de nível L.

Os dois resistores R1 e R2 destinam-se para dar maior estabilidade ao circuito, porém podem ser omitidos sem que isto traga maiores consequências.

Devemos observar que uma vez pressionado um dos contatos K1 ou K2 os intentos subsequente de um ou de ambos jogadores não alterarão os estados de saída do dispositivo.

Para recomenciar a brincadeira devemos "zerar", isto é, "resetar" o circuito; para tal

basta pressionar momentaneamente a chave K, o que equivale a "enviar" um pulso L à "linha reset" dos dois flip-flops (vide figuras 5 e 7) e, assim, voltará a constatar-se o estado inicial do circuito.

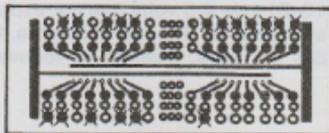
A fonte de alimentação, como veremos adiante, não requer cuidados especiais, não se fazendo necessário tecer maiores considerações a esse respeito.

A montagem não é crítica podendo ser realizada até por um "novato" no campo dos CIs.

Para aqueles que se estão iniciando em montagens da dita microeletrônica forneceremos os passos a serem seguidos na ordem apresentada:

- 1 — adquirir todo o material eletrônico constante na lista de material ao fim deste artigo.
- 2 — providenciar um ferro de soldar de, no máximo, 30w; solda de 1,0 mm — 60% de estanho; alicate de corte; furadeira, fio flexível e rígido, etc;
- 3 — furar a placa padronizada constante na lista de material nos lugares indicados na figura 8-A, com uma broca de aproximadamente, 1,0 mm de diâmetro;
- 4 — inserir os soquetes para os CIs nos furos assinalados com uma "bolinha" na figura 8-A; após a solda-

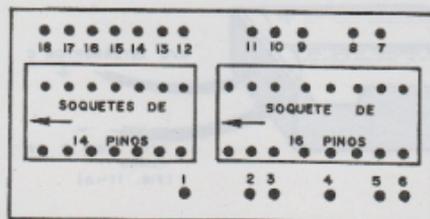
(A)



X - furos onde devem ser inseridos os pinos dos soquetes dos CI's na placa padrão.

● - furos sobressalentes.

Figura - 8



Disposição dos soquetes e furos na placa vista por cima.

gem dos mesmos teremos a estrutura mostrada na figura 8-B;

- 5 — inserir e soldar em cada um dos furos 3, 8, 9, 11, 13, 14, 16, 17 e 18 assinalados na figura 8-B, um pedaço de fio rígido nu com um comprimento não superior a 1,0 cm;
- 6 — soldar entre si os rabichos 13 e 14 assim como os rabichos 16 e 17 conforme a ilustração da figura 9;

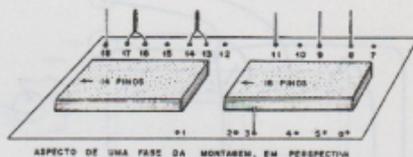
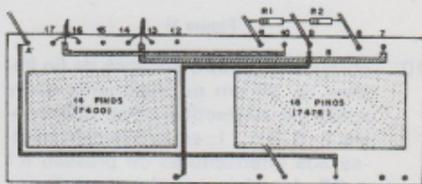


Figura 9 - Aspecto de uma fase da montagem, em perspectiva.

- 7 — interligar por fio, flexível ou não, porém encapado, os pontos assinalados conforme a indicação da figura 10;



LIGAÇÕES A SEREM FEITAS NA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

Figura 10 - Ligações a serem feitas na placa de circuito impresso.

- 8 — soldar os dois resistores respectivamente entre os pontos 8-9 e 9-11 (figura 10);
- 9 — cortar 9 (nove) pedaços de fio flexível com um comprimento de aproximadamente 10 cm e soldá-los nos pontos indicados na figura 11-A. O par de fios que parte dos pontos 3 e 9 é conectado ao interruptor de resetamento (chave K da figura 7) enquanto os quatro fios destinados para os LEDs devem ser a eles ligados conforme a indicação da figura 11 — não trocar a posição dos fios de cada LED, a parte chanfrada do LED (figura 11-B) deve ser ligada à massa —

pino 9; as soldas terão de ser rápidas e de forma a não esquentar os referidos semicondutores. O fio que parte de "A" deve ser ligado ao interruptor "C" ao mesmo tempo que se une a este interruptor o nono e último pedaço de fio, aliás este último par de fios — que parte de "A" e "B" — destina-se à alimentação do circuito.

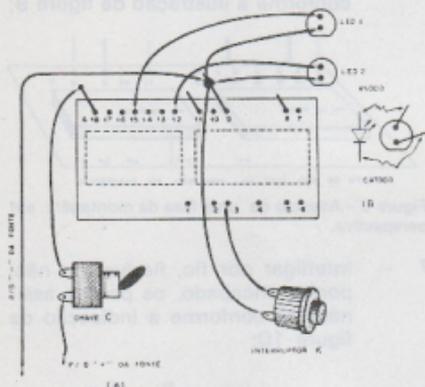


Figura 11

10 —cortar mais quatro pedaços de fio flexível de 50 cm ou mais cada um e soldá-los respectivamente aos pontos 2, 5, 9 e 11; estes fios destinam-se aos interruptores de pressão K1 e K2 dos dois jogadores conforme ilustra a figura 12.

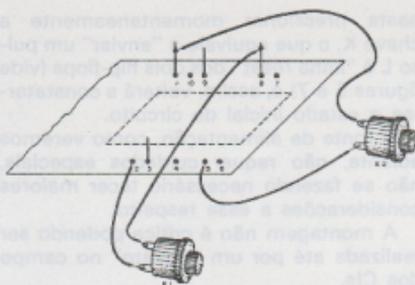


Figura 12

Com isto, passemos à fonte de alimentação: por serem os CIs empregados da família TTL a fonte que os alimenta deverá entregar 5,0 volts no máximo; devido ao pequeno consumo do circuito, optamos pelo emprego de pilhas do tipo "lapiseira". Ora, como os porta-pilhas à venda no comércio destinam-se para conter quatro pilhas de 1,5 volt cada uma, é claro que a tensão total —  $4 \times 1,5 = 6$  volts — do conjunto excede os 5,0 volts máximos requeridos; para contornar o problema devemos "eliminar" uma pilha: soldamos nas extremidades de uma pilha usada um fio conforme o desenho da figura 13-A, assim, a pilha fica curto circuitada e a tensão do conjunto (figura 13-B) é de 4,5 volts que corresponde a 3 pilhas de 1,5 volt cada uma, ligadas em série. Quando da renovação

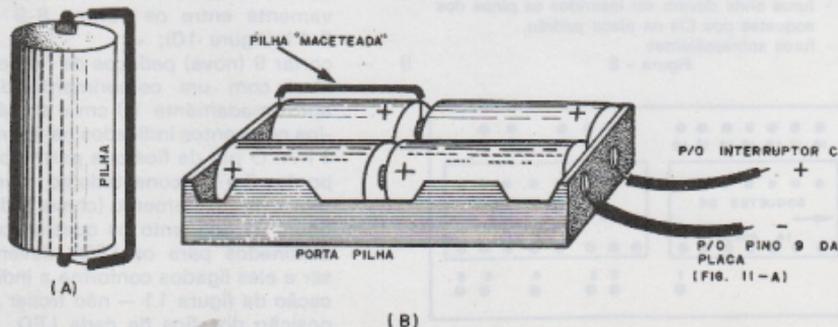


Figura 13 - Fonte de Alimentação do Jogo.

das pilhas, a pilha "maceteada" não poderá, em hipótese alguma, ser trocada, devendo, portanto, sempre

conservar-se no porta-pilhas, já que sua única finalidade é a de fornecer continuidade ao circuito.

Alimentação (Volts)	Consumo (mA)		
	Leds apagados	Led aceso	Quando se aplica o reset
5,0	31,8	46,9	32,6
4,5	27,8	39,7	28,6
4,0	23,0	32,4	23,8
3,5	19,0	22,1	19,8

FIGURA 14

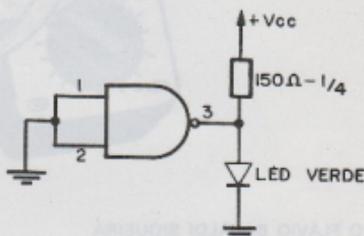
Uma vez pronta a montagem não há necessidade de fazer ajustes de qualquer espécie; o encaixe dos CIs nos respectivos soquetes, depois de termos feito toda a "soldagem", deve ser realizado com o máximo cuidado e atenção para que os componentes não se danifiquem; o lado chanfrado ou marcado dos CIs deve ficar à esquerda do montador desde que coloque a placa do circuito na posição indicada na figura 9.

Todo o circuito foi instalado dentro de uma mantegueira plástica de dimensões não menores que 7 x 11 x 3 cm encontrável à venda em qualquer supermercado. Lembramos que os interruptores de pressão K1 e K2 não devem ficar instalados na "caixa" — sugerimos a adaptação publicada na primeira versão do jogo.

Àqueles que tiverem maior habilidade poderão fazer a montagem numa placa de circuito impresso o que, realmente, dá à montagem características profissionais; pode-se também optar pelo uso das placas padronizadas para CIs existentes à venda nas boas casas do ramo.

A título de ilustração é fornecida na figura 14 uma tabela do consumo do dispositivo com várias tensões de alimentação; notamos que o circuito funciona perfeitamente com tensões de até, 3,5 volts! Isto é bom... economiza pilhas e as aproveita até o último pingão de... carga!

Do resto ... bons momentos de lazer!

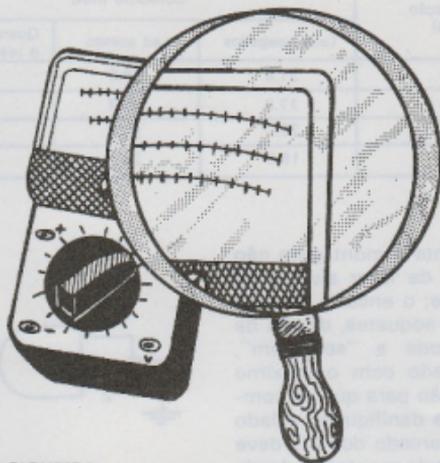


NOTA : O autor quando terminou de escrever este artigo resolveu incluir mais um led (cor verde) para indicar quando o circuito está ligado, para isto aproveitou a porta NAND I (figura 1) conforme a figura abaixo. Com isto houve um maior aproveitamento dos componentes e deu-se ao circuito mais sofisticação sem que isto implicasse no ótimo funcionamento do mesmo, que foi arduamente experimentado durante vários dias por diversas "crianças"!

#### LISTA DE MATERIAL

- 1 — CI 7400
- 1 — CI 7476
- 2 — LEDs vermelhos (vide texto) de 1,7 V x 20 mA, tamanho grande — vide nota abaixo:
- 2 — Resistores de 10 K $\Omega$  x 1/4 ou 1/8W;
- 1 — soquete em linha para CI de 14 pinos;
- 1 — soquete em linha para CI de 16 pinos;
- 1 — chapa padrão de circuito impresso para dois CIs (vide final do texto)
- 3 — interruptores de pressão N.A. do tipo empregado para campainhas;
  - 1 — interruptor;
  - 1 — porta-pilhas;
- 1,0 metro de fio rígido;
- 0,5 metro de fio rígido nú;
- 3 metros de fio flexível;
- Solda, caixa plástica, etc.

# Amplificador de Escala para MULTÍMETRO



AÉCIO FLÁVIO BARALDI SIQUEIRA

*Monte este circuito e transforme seu multímetro em um aparelho de medição de alto desempenho. Com um fator de amplificação de 10 vezes e alta impedância de entrada, ele fará com que seu multímetro leia dezenas de milivolts e microampères com grande precisão.*

O multímetro analógico é inegavelmente o mais popular dos aparelhos eletrônicos de medição. Pelo custo reduzido ou facilidade de manuseio, a verdade é que dificilmente há quem não o possua em uma bancada de laboratório, mesmo que seja o modelo mais simples.

Atualmente existe uma grande sofisticação dos aparelhos eletrônicos em geral, altamente precisos e de grande recursos técnicos, tudo isto graças ao advento de tecnologias avançadas, como é o caso da técnica dos VLSI (Very Large Scale Integration) ou seus fantásticos componentes altamente integrados que cumprem diátricas funções eletrônicas. E no campo da instrumentação, como não poderia ser diferente, há o reflexo deste revolucionário mundo eletrônico que estas novas técnicas estão trazendo.

Bem, o que nos interessa dizer é que esta sofisticação nos aparelhos eletrônicos de medição custa dinheiro e infelizmente não é ainda possível, para a maioria dos brasileiros que trabalham cotidianamente com a eletrônica possuí-los. A solução então, é voltar-se para aqueles aparelhos de baixo custo, mas que cumpram com certos requisitos básicos de qualidade. E estes aparelhos são invariavelmente os nossos velhos conhecidos: "os multímetros analógicos".

E a bem da verdade, este aparelhinho "quebra um galho" incrível em uma bancada de laboratório. Às vezes, o aficionado, por somente possuí-lo e dele fazer uso com tanta frequência, está tão perfeitamente acasalado com o aparelho que consegue prever quando seu multímetro vai dar uma deslizada qualquer, se pegou uma gripe forte, se está com febre... É claro que esta é apenas uma maneira jocosa de dizer o quanto este aparelhinho é útil dentro de um laboratório eletrônico, por mais completo que ele seja.

Mas na verdade, as coisas não são bem assim, e como todo aparelho eletrônico, ele também não é por todo perfeito, apresenta suas falhas. Apesar de muitos não admitirem (talvez por comodidade) em determinadas experimentações ele comete erros incriveis de medição. Estes erros estão diretamente ligados a baixa resistência de entrada que eles apresentam quando funcionam como voltímetros ou então, à uma alta resistência interna, quando funcionam como medidores de corrente.

Portanto, o circuito que a partir de agora começamos a descrever, destina-se a corrigir algumas destas falhas que eles apresentam, implicando automaticamente num melhor desempenho do aparelho, por mais simples que seja seu modelo.

Temos, antes de tudo, que dar uma explanação

geral do que é basicamente o circuito elétrico de um multímetro analógico:

Todo multímetro possui uma escala, a mais sensível (geralmente mede simultaneamente milivolts e microampères) que justamente por ser a mais sensível, está diretamente ligada ao medidor (galvanômetro) do aparelho. Os leitores devem ter conhecimento que o medidor dos multímetros é constituído basicamente de um microamperímetro de resistência interna relativamente alta. A escala mais sensível que na maioria dos aparelhos comerciais é mais ou menos a mesma: 50 microampères e 0,25 Volts; 60 micro Ampères e 0,3 Volts e outros valores próximos a estes, é a única que lê simultaneamente tensão e corrente. Vamos explicar direitinho o que vem a ser esta dualidade de leitura. A figura 1 ilustra como é feita a ligação interna no aparelho quando este estiver sendo utilizado em sua escala mais sensível. Rp e Dp constituem os elementos que fazem parte do circuito de proteção do galvanômetro contra sobre-carga de corrente e ri é a própria resistência interna do galvanômetro.

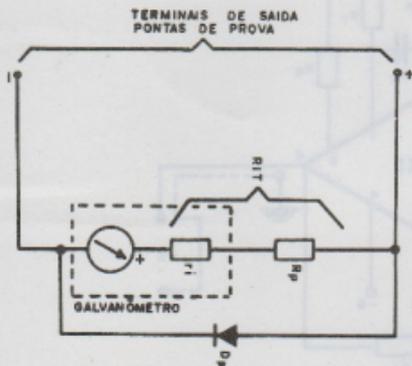


FIGURA 1: Configuração básica de um multímetro em sua escala mais sensível.

Tomando o exemplo onde a escala mais sensível do aparelho é a de 50  $\mu\text{A}$  e 0,25 V e aplicando-se a Lei de Ohm, temos que:

$$RIT = \frac{0,25 \text{ V}}{50 \mu\text{A}} = 5,0 \text{ Kohms, onde: RIT é a resis-}$$

tência interna do aparelho vista dos terminais de saída (ou pontas de prova).

Agora sim, podemos dizer que quando as pontas de prova estão submetidas a uma tensão de 0,25 V, circula pelo medidor uma corrente de 50  $\mu\text{A}$  e ocorre a deflexão total da agulha e vice-versa: quando uma corrente de 50  $\mu\text{A}$  entra pelos terminais do aparelho, eles ficam submetidos a uma diferença de potencial igual a 0,25 V. Creio ter explicado esta dualidade de leitura.

Mas, o que nos interessa dizer realmente é que a resistência interna dos multímetros, quando utilizados na escala mais sensível (no nosso caso chamada de RIT) é bastante baixa para o aparelho funcio-

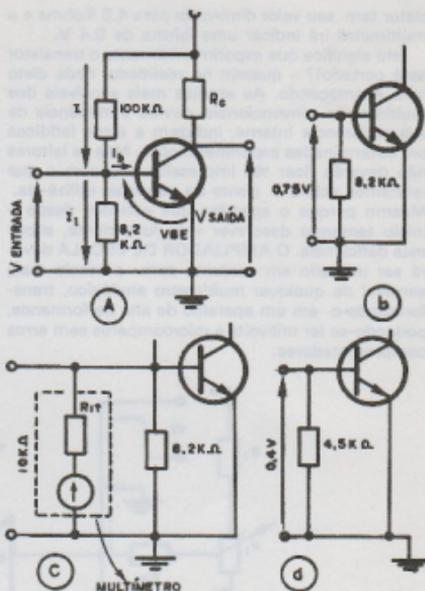


FIGURA 2

nar como voltímetro e bastante alta quando se deseja que o mesmo funcione como amperímetro. Este fato implica em que o experimenterador cometa erros absurdos em algumas medidas experimentais.

A título de informação suplementar, apenas para que o leitor tenha noção da magnitude destes erros, suponham o seguinte exemplo:

Escala do aparelho: 0,6 V e 60  $\mu\text{A}$  - logo: RIT = 10 Kohms

O circuito a ser submetido a provas de leituras experimentais está ilustrado na figura 2 a. Trata-se de um circuito amplificador de corrente contínua e deseja-se saber se nesta configuração, o transistor está trabalhando bloqueado ou conduzido. Fazendo uma rápida análise do circuito, desprezando-se por exemplo a resistência interna do transistor (em emissor comum) e supondo-se que  $I_b$  seja bastante menor que  $I_1$ , chegamos ao circuito da figura 2 b. Pela análise feita, concluímos que a tensão VBE da junção base-emissor do transistor é de 0,75 V. Se considerarmos que a tensão VBE de condução de um transistor de silício é de aproximadamente 0,7 V, concluímos que o transistor em questão, está conduzindo.

Entretanto, ao se fazer a análise experimental do circuito, coloca-se as pontas de prova do multímetro sobre o resistor de 8,2 Kohms, como ilustra a figura 2 c. Logo, a resistência total entre base e emissor tem seu valor diminuído, pois agora, deve-se considerar a influência de RIT no circuito. A figura 2 d nos mostra qual é o grau de influência de RIT: a resistência entre base e emissor do tran-

sistor tem seu valor diminuído para 4,5 Kohms e o multímetro irá indicar uma leitura de 0,4 V.

Isto significa que experimentalmente o transistor está cortado!? - quando na realidade, nada disto está acontecendo. As escalas mais sensíveis dos multímetros convencionais, devido a influência de sua resistência interna, induzem a erros fatídicos em determinadas experimentações. Mas os leitores não deverão ficar tão impressionados com o que relatamos acima a ponto de não mais utilizá-las. Mesmo porque o aparelho que estamos desde o início tentando descrever vem justamente, suprir esta deficiência. O AMPLIADOR DE ESCALA deverá ser utilizado em conjunto com a escala mais sensível de qualquer multímetro analógico, transformando-o em um aparelho de alta performance, podendo-se ler milivolts e microampéres sem erros comprometedores.

Percebam os leitores que toda a análise feita até aqui foi apenas para corrente contínua, inclusive o circuito do AMPLIADOR DE ESCALA só lida tensões em VDC. Para VCA (tensão em corrente alternada), o circuito teria uma estrutura um pouco diferente. Pode ser, caso seja de conveniência geral, que futuramente possamos apresentar também um amplificador de escalas para VCA.

#### DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O circuito básico do amplificador de escala é apresentado na figura.3. O elemento que realiza a função central, isto é, a de amplificador de tensão, é um amplificador operacional do tipo 301 (LM301,  $\mu$ A301, etc). Este operacional por suas ótimas características elétricas está se tornando bastante popular em diversas aplicações de circuitos eletrônicos onde se requer alto desempenho e baixo custo.

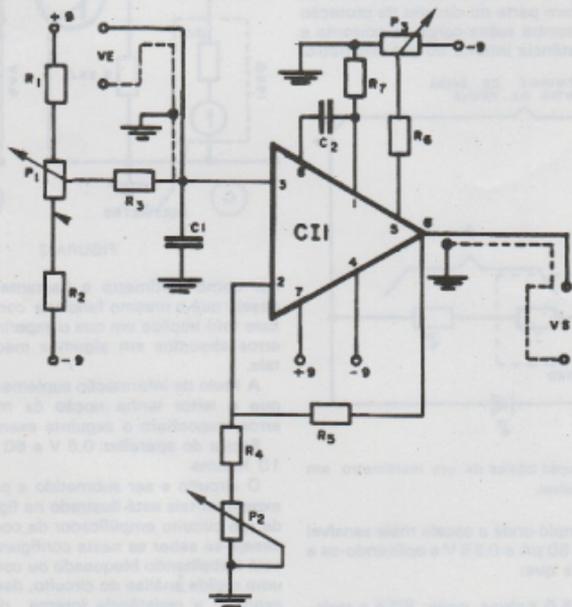


FIGURA 3: Diagrama esquemático básico

Ve - tensão de entrada (tensão a ser medida).  
Vs - de saída (tensão a ser lida pelo multímetro).

#### LISTA DE MATERIAL DA FIGURA 3

R1, R2-820 K ohms / 1/4W-5%  
R3-3,9 M ohms /1/4W-5%  
R4-2,2 K ohms /1/4-5%  
R5-100 K ohms /1/ 4W-5%  
R6-5,1M ohms (3,9 M ohms+1,2Mohms)/1/4W-5%  
R7-10 M ohms /1/4 W-5%

P1- Potenciômetro linear de 100 K ohms  
P2- Trim-pot de 22 K ohms  
P3- Potenciômetro linear de 47 K ohms  
C1-27 pF/160 V- Cerâmico  
C2-0,1 uF/250 V - poliéster metalizado C.I.1 - 1M301,  $\mu$ A301 ou equivalentes

A maior dificuldade no projeto do circuito do AMPLIADOR DE ESCALA, foi quanto ao cancela-

mento da tensão de saída do operacional (pino 6) para zero volts de tensão de entrada, em relação ao

terra". É inadmissível em um voltímetro eletrônico que o ponteiro do medidor acusе alguma tensão quando a entrada está a potencial nulo. Porisso, neste aspecto, o projeto requereu alguns cuidados especiais.

Os operacionais possuem dois parâmetros que dificultam o cancelamento da tensão de saída. Um destes parâmetros é a "off-set voltage" (tensão de desequilíbrio) que no nosso circuito é ajustada através de P3 quando se coloca em curto os terminais de entrada. O outro, é devido a "bias current" (corrente de polarização) que circulando por R5 e R4 provoca uma tensão de desequilíbrio na entrada inversora do operacional. Esta tensão apesar de ser mínima, pois a corrente de polarização do 301 é bastante pequena, tem seu valor multiplicado pelo ganho do amplificador em malha fechada, implicando no surgimento de uma tensão diferente de zero na saída. Para provocar o cancelamento de tal tensão, foi necessário elevar a entrada não inversora a um potencial um pouco positivo. A amplitude deste nível positivo é controlado pelo divisor de tensão formado por R1, R2, P1 e R3. O ajuste de P1 anula a tensão de saída do operacional, com a entrada a potencial nulo.

Os componentes R5, R4 e P2 formam o eio de realimentação negativa que irá controlar o ganho do amplificador. P2 ajusta este ganho em 10 vezes, isto é, a tensão de saída é 10 vezes superior à tensão de entrada.

Para terminar, podemos dizer que C1 protege a entrada do AMPLIADOR contra sinais espúrios de alta frequência e C2 compõe a rede de compensação de frequência necessário ao equilíbrio de funcionamento do operacional.

Uma informação que deve ser dada é quanto a proteção contra sobre tensões na entrada do amplificador. O próprio operacional possui em seu circuito interno componentes que fazem esta proteção automaticamente. Entretanto, a máxima tensão de entrada, não deve ser superior à tensão de alimentação do circuito no nosso caso: 9 V. A saída do circuito integrado do operacional também possui proteção contra curto, porém este curto não deve ser indefinido (muito duradouro).

#### MONTAGEM DO AMPLIADOR

Devido a simplicidade do circuito, ele pode perfeitamente ser montado nas chapas padronizadas de circuito impresso existente no mercado. Mas

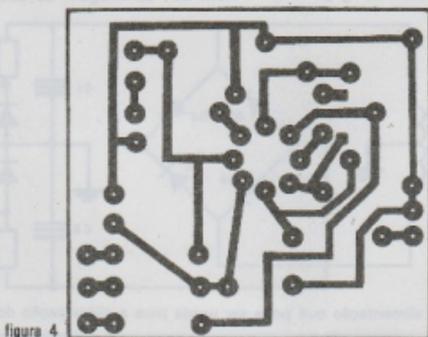


figura 4

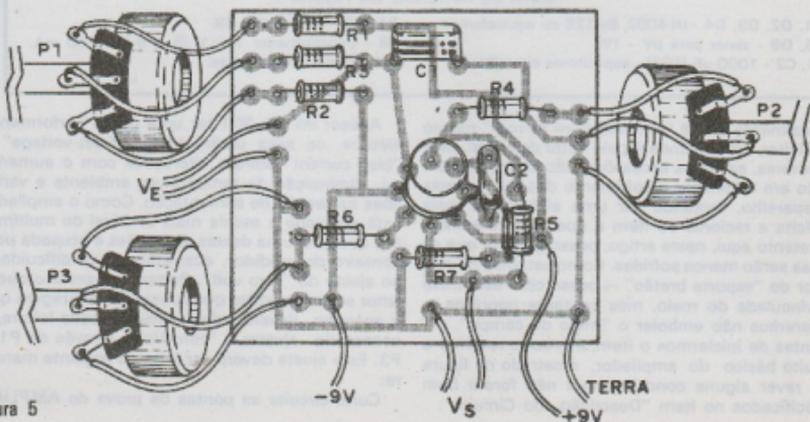


figura 5

para facilidade do montador que possua recursos para fabricar seus próprios circuitos impressos, daremos o "design" dos mesmos. A figura 4 mostra o chapeado pelo lado cobreado e a figura 5 indica a posição que os componentes ocupam na chapa.

Para suprir a alimentação do circuito tem-se duas opções:

1) Como o circuito é de baixo consumo, ela pode ser feita através da utilização de duas baterias de 9 V ligadas em série, como indica a figura 6.

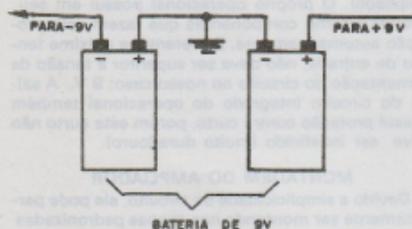


FIGURA 6: Configuração para ligação das baterias de 9 V para suprir a alimentação do circuito da fig. 3

2) A segunda opção seria a de utilizar uma fonte de alimentação de saídas simétricas em relação ao "terra". O esquema desta fonte pode ser visto na figura 7. A tensão é regulada pelos diodos zeners e a limitação de corrente é feita pelos resistores R1 e R2. Como o circuito da fonte é simples, pode ser perfeitamente montado em pontes.

Chamamos a atenção do montador que fizer a montagem do AMPLIADOR DE ESCALA com a fonte de alimentação para que tenha o cuidado de não cruzar os fios que ligam o transformador à rede elétrica domiciliar com os fios que ligam a entrada do amplificador e também, não deixar que o transformador ocupe uma posição muito próxima dos bornes de saída do amplificador.

O fio que constitui a ponta de prova do amplificador, bem como o que fará a ligação da saída deste com a entrada do multímetro deverão ser blindados.

### CALIBRAÇÃO DO CIRCUITO

Todo leitor artigos práticos de montagem de instrumentos de medição para laboratório desiste sempre de continuar a leitura e muito mais ainda da idéia de montar o aparelho, quando chega no item de "calibragem do circuito".

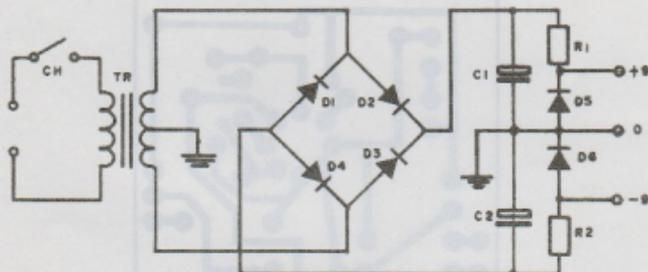


FIGURA 7: Esquema da fonte de alimentação que pode ser usada para a alimentação do circuito da fig. 3

#### LISTA DE MATERIAL DA FIGURA 7.

D1, D2, D3, D4 - 1N4002, By 126 ou equivalentes.  
D5, D6 - zener para pV - 1W  
C1, C2 - 1000 uF / 16 V - capacitores eletrolíticos.

R1, R2 - 68 / 1 W - 5%  
TR - transformador 110 V / 9 + 9 V - 200 mA.  
CH - Interruptor simples.

Realmente este é "um osso duro de roer" não só pelo leitor, como também pelo autor do artigo. Mas os autores, em raras exceções, não se preocupam muito em minimizar o sofrimento dos montadores do aparelho, tentando dar uma elaboração mais explícita e racional ao item a que nos referimos. Entretanto aqui, neste artigo, posso garantir que as coisas serão menos sofridas. Como estamos no ano maior do "esporte bretão" — posso citar esta frase desvinculada do meio, mas bastante oportuna — tentaremos não embolar o "meio de campo".

Antes de iniciarmos o item, é preciso retornar o circuito básico do amplificador, mostrado na figura 3 e rever alguns conceitos que não foram bem especificados no item "Descrição do Circuito".

Apesar do C.I. 301 ter uma ótima performance elétrica, os seus parâmetros "off-set-voltage" e "bias current" sofrem alterações com o aumento ou diminuição da temperatura ambiente e variações na tensão de alimentação. Como o amplificador está acoplado a escala mais sensível do multímetro, qualquer uma destas alterações é acusada pelo ponteiro do medidor, acarretando uma dificuldade no ajuste do "zero volt". Portanto, é preciso que o leitor se conscientize que apesar da calibragem que o aparelho deverá sofrer, antes de cada leitura, é necessário ajustar o "zero Volt" através de P1 e P3. Este ajuste deverá ser feito da seguinte maneira:

Curto-circuite as pontas de prova do AMPLIFI-

CADOR DE ESCALA e ajusta-se P3 até que a agulha do medidor do multímetro chegue no zero volt. Depois, retire o curto das pontas de prova e neste momento o ponteiro do medidor sairá novamente do zero volt e então, ajusta novamente a tensão nula na saída do amplificador através do potenciômetro P1.

Para a calibração do aparelho, o montador deverá proceder da seguinte maneira:

1) Antes de qualquer procedimento, deixe os cursores dos dois potenciômetros P1 e P3 e do trim-pot P2 em suas posições centrais

2) A figura 8 ilustra o arranjo que deve ser feito para a calibração do aparelho. A tensão contínua de 1 V pode ser fornecida tanto por uma fonte de alimentação de tensão ajustável ou então, para aqueles que não a possuem, por uma pilha comum (tipo lapiseira). "Lembrem-se que estas pilhas depois de gastas nunca fornecem uma tensão de 1,5 V em seus terminais, portanto é fácil conseguir a tensão de 1,0 V". Basta para isto pegar uma pilha nova e ir gastando-a gradativamente, colocando seus polos em curto, até atingir 1,0 V.

Rx deverá ter seu valor escolhido de acordo com

a escala do multímetro a ser acoplado ao amplificador. Como os modelos mais comuns de multímetros possuem para esta escala os valores de 0,25 V e 50  $\mu$ A ou 0,3 V e 60  $\mu$ A, Rx deverá ter os valores de 2,5 Kohms (2,2 + 0,33 Kohms) para o primeiro modelo e 3 Kohms (1,8 + 1,2 Kohms) para o segundo modelo. Para outros modelos (outras escalas) já deu para perceber que Rx deverá ter o valor em Kohms correspondente ao valor absoluto máximo de fim de escala em milivolts.

Uma vez contornadas estas dificuldades iniciais, podemos entrar definitivamente no processo de calibração. Tomemos como exemplo, para uma melhor elucidação, o multímetro que tenha para escala mais sensível os valores de 0,25 V e 50  $\mu$ A (Rx = 2,5 Kohms):

a) Inicialmente acople a entrada do multímetro a saída do amplificador, tomando o cuidado para não inverter a polaridade dos terminais de entrada e saída dos instrumentos (vide figura 8).

b) Curto circuite a entrada do amplificador e ajuste P3 para que a agulha do multímetro permaneça ou se desloque para o "zero volt".

c) Desfaça o curto-circuito nas pontas de prova do

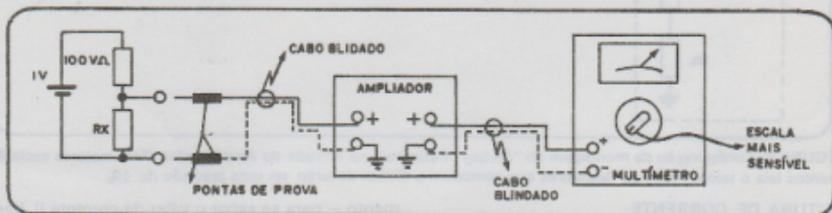


FIGURA 8: Configuração da montagem para calibração do "Amplificador de Escala".

amplificador e ajuste P1 para que o ponteiro volte ao "zero volt". Cuidado com o ajuste de P1 que é bastante crítico. Portanto, gire vagarosamente o cursor de P1 para a esquerda ou direita até ajustar o "zero".

d) Conecte agora a entrada do amplificador (pontas de prova) às saídas do divisor resistivo, como mostra a figura 8, e ajuste P2 para que a agulha do multímetro sofra deflexão máxima, no nosso exemplo inicial seria 0,25 V.

Com o ajuste de P2, provavelmente a "bias current" sofreu alteração e juntamente com ela, a "off-set voltage" também mudou de valor. Isto significa dizer que a calibragem deve ser retomada novamente nos seus itens a), b), c), e d) descritos acima. Feito isto o aparelho já está calibrado e pronto para ser usado. Mas não se esqueça que antes de cada medida com o amplificador é sempre necessário fazer o ajuste de P1 e P3.

Nós vamos descrever agora mais um item no nosso artigo e creio eu que os exemplos a serem citados acabarão de uma vez por todas com as dúvidas que ainda possam existir e respeito da aplicação ou real utilidade do amplificador.

#### APLICAÇÕES DO AMPLIADOR

##### LEITURA DE TENSÃO

O amplificador, tendo sua saída acoplada a entrada

dos multímetros operando na escala mais sensível, faz com que este aparelho leia dezenas de milivolts. Retomando o exemplo do multímetro com escala sensível igual a 0,25 V, se em determinada medição a agulha sofrer uma deflexão de 0,1 V (100 mV), significa que a tensão real é de 10 mV, pois a tensão de entrada teve seu valor multiplicado por 10 vezes. Portanto, toda vez que se faz medida com o amplificador, a tensão real de medição é aquela lida no painel do multímetro dividida por 10. Dentro deste sub-tema passaremos a descrever um circuito que aumentará ainda mais o desempenho do multímetro se for usado em conjunto com o AMPLIADOR DE ESCALA, aproveitando sua alta resistência de entrada. Este circuito é um divisor resistivo que permitirá a leitura (medição) de centenas de milivolts, unidades de Volts, dezenas de Volts e centenas de Volts. A figura 9 nos mostra como deve ser feito o acoplamento entre os diversos dispositivos (divisor resistivo, amplificador e multímetro).

Este divisor resistivo é um dispositivo opcional, apenas um acessório, e os leitores que desejarem contruí-lo, deverão fazê-lo de maneira que seja um aparelho independente do amplificador. Existe diversos motivos para isto: um deles é que como dispositivo independente, terá mais utilidade dentro de um laboratório, pois suas saídas dividem tensões

contínuas respectivamente por 10, 100, 1.000 e 10.000 ou ainda, atenua as tensões alternadas de entrada em 20, 40, 60 e 80 decibéis. O outro motivo é que se fizesse parte integrante do esquema do amplificador ele reduziria a impedância de entrada do circuito para um valor 10 vezes inferior.

Retomando o exemplo do multímetro que tenha a escala sensível igual a 0,25 V, com estes dois dispositivos acoplados a ele (o divisor resistivo e o amplificador) é possível ler até 250 V com uma impedância de entrada superior a 100 Kohms, tomados na saída 4 (vide figura 9).

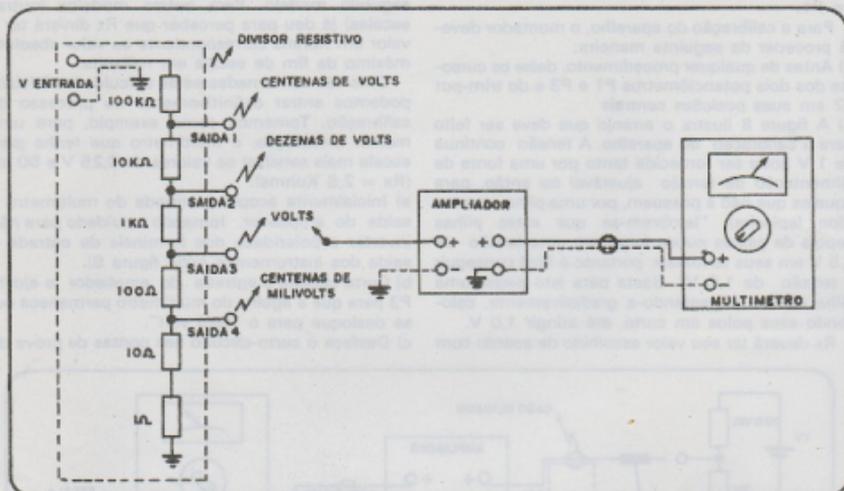


FIGURA 9: Configuração da montagem do "Divisor Resistivo" na entrada do Amplificador. Para maiores esclarecimentos leia o texto. Todos os Resistores que compoem o divisor deverão ter uma precisão de 1%.

### LEITURA DE CORRENTE

A figura 10 ilustra de que maneira deve ser feita a montagem para a leitura de corrente contínua. Infelizmente, para este tipo de leitura o experimentador deverá aplicar a lei de OHM.

A corrente  $I_L$  (corrente de leitura) ao atravessar a resistência  $R_L$  provocará uma queda de tensão em seu terminal que será acusada pelo ponteiro do multímetro — este é o princípio de funciona-

mento — para se saber o valor da corrente  $I_L$  basta dividir o valor da tensão lida pelo valor de  $R_L$ . Para facilidade de cálculo, o valor de  $R_L$  deverá ser sempre que possível de 1 unidade, 1 dezena... isto é, 1 Ohm, ou 10 ohms, ou 100 ohms, etc.

Para elucidar melhor o que estamos tentando explicar, tomemos novamente o exemplo do multímetro com escala sensível de 0,25 V e 50  $\mu A$ , acoplado ao amplificador de escala.

Suponha que  $R_L$  tenha o valor de 100 ohms e

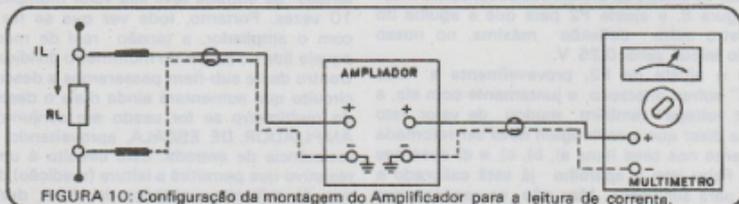


FIGURA 10: Configuração da montagem do Amplificador para a leitura de corrente.

que a queda de tensão acusada pela agulha do multímetro seja de 0,05 V, logo, a queda de tensão real é de 0,005 V, pois temos de considerar o ganho de 10 vezes do amplificador. Então a corrente que se está medindo tem o valor de  $0,005/100 = 50 \mu A$ .

Se esta mesma corrente fosse lida diretamente pelo multímetro, ela teria que atravessar a resistência interna do aparelho que é de 5 Kohms (confor-

me análise feita logo no início do artigo), e devido a esta alta resistência interna, o erro cometido na leitura (medição) seria bastante grande. É de conhecimento geral que os amperímetros ideais são aqueles que apresentam baixa resistência interna. Então, percebam, com o nosso amplificador de escala na configuração da figura 9, conseguimos diminuir a resistência interna, ou melhor, a resistência que a corrente medida atravessa de 50 vezes.



Na nossa seção, este mês focalizaremos alguns circuitos úteis na banca dos que tem como hobby o rádio controle. Estes são circuitos de ajuste de equipamentos de transmissão e recepção, podendo ser construídos com pouco material e facilidade. Daremos elementos para a construção de um oscilador de prova para ajuste de receptores e de um medidor de intensidade de campo para ajuste de transmissores.

Para um ajuste perfeito de transmissores, receptores de rádio controle, filtros e circuitos de servos é necessária a utilização de equipamento complementar especialmente destinado a esta finalidade. De início o amador pode contar somente com a ajuda de um multímetro na localização das principais falhas de componentes, podendo com este instrumento medir tensões e correntes e ainda realizar a prova estática de semicondutores como diodos, transistores, SCR's, etc. (figura 1).

Entretanto, à medida que os equipamentos de rádio controle construídos são mais complexos, o ajuste e a localização de falhas somente com o multímetro torna-se bastante difícil, sendo exigida a presença de outros equipamentos auxiliares tais como geradores de sinais, medidores de intensidade de campo, etc. Os equipamentos profissionais para esta finalidade, são relativamente caros, o que significa



figura 1

que o hobbista que deles necessita apenas para finalidades recreativas normalmente não se vê disposto a empregar elevadas somas na sua aquisição para usá-lo apenas umas poucas vezes. Para esta finalidade é preferível contar com equipamentos de prova de construção caseira que, mesmo não tendo a mesma precisão dos modelos comerciais servem perfeitamente para a finalidade a que se destinam. Deste

modo, hoje daremos dois diagramas de instrumentos de prova para rádio-controle que poderão ser de grande utilidade aos adeptos dessa atividade.

O primeiro instrumento que descrevemos é um Oscilador de Prova para receptores, que é um circuito extremamente simples que gera um sinal de Alta frequência que serve para verificar a sensibilidade e o funcionamento de receptores além de se poder fazer seu ajuste com mais facilidade (figura 2).

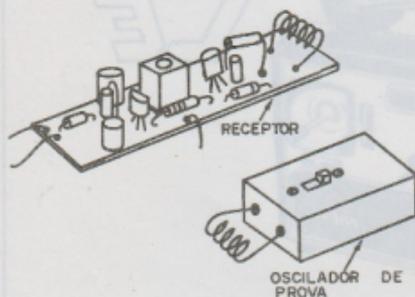


figura 2

O segundo instrumento é um medidor de intensidade de campo, um aparelho que pode "sentir" à distância a emissão de sinais de um transmissor de rádio-controle indicando sua "força" servindo para ajustes nos transmissores de modo que não só seus sinais saiam na frequência desejada como também com a máxima potência (figura 3).



figura 3

Neste segundo instrumento, como é utilizado um instrumento de bobina móvel que é componente de custo relativamente elevado (Cr\$ 300,00 à Cr\$ 500,00) os que possuírem um multímetro não precisam adquirir este, aproveitando a escala de corrente mais baixa do próprio multímetro (sem modificações) para esta finalidade.

#### A) OSCILADOR DE PROVA PARA AJUSTE DE RECEPTORES

Este oscilador de prova consta de um único transistor, produzindo um sinal de alta frequência não modulado de intensidade suficiente para excitar receptores e mesmo etapas detectoras e de acionamento de servos a uma distância de alguns centímetros.

Trata-se portanto de um oscilador alimentado por uma tensão de 9V que pode ser instalado numa caixinha plástica de 9 x 6 x 3 cm cuja frequência dependerá da bobina e do capacitor ajustável ligado em paralelo com ela.

Na figura 4 temos o diagrama completo do oscilador de prova, e na figura 5 indicações para sua montagem numa ponte de terminais.

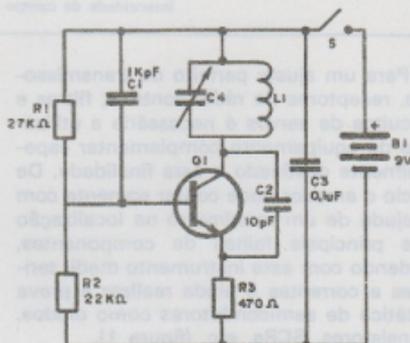


figura 4

A bobina consta de 7 ou 8 espiras de fio esmaltado 18 ou ainda de fio rígido de capa plástica enroladas de modo a ter um diâmetro de 1 cm.

O material necessário a esta montagem é o seguinte:

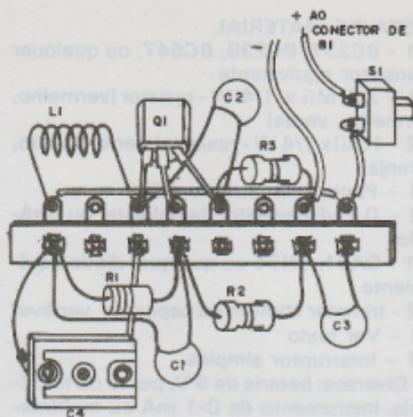


figura 5

#### LISTA DE MATERIAL

Q1 - BC237, BC238, BC547, ou qualquer transistor equivalente

R1 - 27 k $\Omega$  x 1/4 W - resistor (vermelho, violeta, laranja)

R2 - 22 k $\Omega$  x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, laranja)

R3 - 470 ohms x 1/4 W - resistor (amarelo, violeta, marrom)

C1 - 1 kpF - capacitor de disco de cerâmica ou poliéster

C2 - 10 pF - capacitor de mica ou cerâmica

C3 - 0,1  $\mu$ F - capacitor de disco de cerâmica

C4 - capacitor ajustável do tipo trimmer

S1 - Interruptor simples

L1 - bobina osciladora (ver texto)

Diversos: bateria de 9 V, ponte de terminais, caixa para montagem, etc.

#### USO E AJUSTE

Completada a montagem, confira todas as ligações e estando tudo em ordem, coloque a pilha no encaixe e ligue a unidade. Para verificar seu funcionamento você precisará ou de um receptor de rádio controle em boas condições ou de um receptor que sintonize a faixa dos 11 m (27 MHz).

Coloque o oscilador de prova nas proximidades e ajuste o capacitor C4 para que o sinal seja captado no receptor. (A frequência deve estar em torno dos 27 MHz). Se houver dificuldade em sintonizá-lo ou seja, se ele for ouvido em frequên-

cias muito abaixo ou acima do ponto desejado, altere a sua bobina, aumentando uma ou duas espiras ou ainda retirando uma ou duas espiras.

Para usar o oscilador o procedimento normal é o seguinte:

Ligue o oscilador nas proximidades (10 a 15 cm) do receptor em prova. Procure então ajustar o receptor para captar seus sinais do modo mais intenso possível. O capacitor do oscilador não deve mais ser mexido a não ser em caso de mudança de frequência de operação (C4).

A posição da bobina do oscilador de prova deve ser mantida em relação à bobina do receptor conforme indica a figura 6.

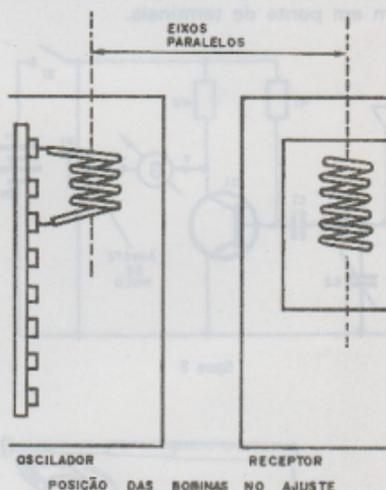


figura 6

#### B) MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

Este instrumento indica a intensidade do sinal emitido por um transmissor, dando uma indicação direta num instrumento. Com relação a este instrumento o montador tem duas opções: pode adquirir o instrumento de bobina móvel que, conforme dissemos tem custo algo elevado e montar toda a unidade numa caixa conforme sugere a figura 7, ou então montar apenas o circuito receptor e usá-lo em conjunto com o seu multímetro que será colocado na escala mais baixa de corrente (0-1 mA).

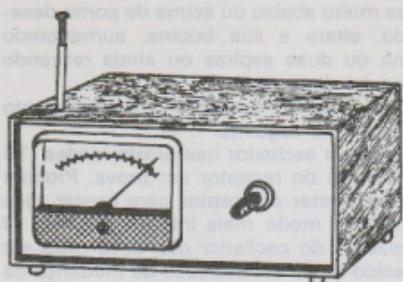


figura 7

Na figura 8 temos o diagrama completo do medidor de intensidade de campo e na figura 9 uma sugestão para sua montagem em ponte de terminais.

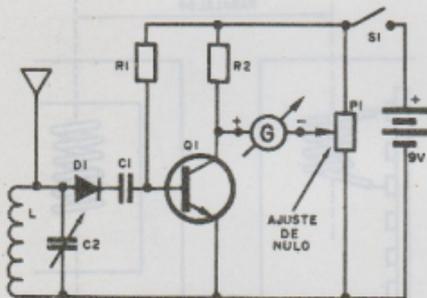


figura 8

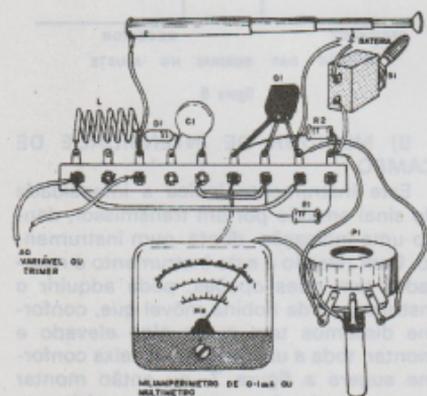


figura 9

O material necessário para esta montagem é o seguinte:

#### LISTA DE MATERIAL

Q1 - BC237, BC238, BC547, ou qualquer transistor equivalente

R1 - 2,2 M $\Omega$  x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, verde)

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

P1 - Potenciômetro de 10k $\Omega$

C1 - 0,1  $\mu$ F capacitor de poliéster ou cerâmica

D1 - OA81, 1N34 ou qualquer diodo equivalente

C2 - trimmer comum ou capacitor variável

L1 - Ver texto

S1 - Interruptor simples

Diversos: bateria de 9 V, ponte de terminais, instrumento de 0-1 mA ou multímetro, antena telescópica, etc.

Comece a montagem pela bobina que consiste em 7 ou 8 espiras de fio esmaltado 18 ou fio rígido de capa plástica.

Na soldagem do transistor e do diodo tenha cuidado com o calor gerado e observe a polaridade desses componentes.

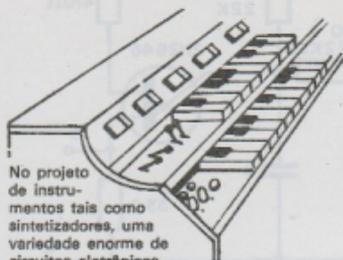
#### AJUSTE E USO

Completada a montagem, confira as ligações, e estando todas corretas, coloque a pilha no suporte, e se for o caso, faça a conexão do multímetro, observando sua polaridade, na escala mais baixa de corrente. (Os multímetros que melhor resultado darão, ou seja, melhor sensibilidade terão são os de escalas de corrente menores que 1 mA).

Ligue nas proximidades do medidor de intensidade de campo um transmissor de rádio-controle em boas condições ou então o próprio oscilador de prova, e ajuste o capacitor C2 para haver deflexão na agulha do instrumento. O leitor verificará que a deflexão é proporcional à intensidade do sinal do transmissor, e que afastando ou aproximando o mesmo da antena, ocorrem variações do sinal indicado.

Para usar o medidor de intensidade de campo, basta orientar-se pela indicação da agulha do instrumento quanto a intensidade do sinal que está sendo emitido pelo transmissor. O ajuste do transmissor deve sempre ser feito de modo que a leitura no instrumento seja máxima possível. O capacitor C2 se, do tipo variável, permite que a frequência do medidor seja ajustada de acordo com a frequência do transmissor provado.

# circuitos para música eletrônica



No projeto de instrumentos tais como sintetizadores, uma variedade enorme de circuitos eletrônicos-

podem ser usados, dependendo do grau de complexidade que se deseja do aparelho. Ao examinarmos um sintetizador encontramos circuitos como geradores de tons, misturadores osciladores controlados por tensão, etc., os quais com seus efeitos combinados permitem a criação dos mais variados sons. Neste artigo focalizaremos alguns circuitos interessantes que podem ser aproveitados para o projeto de sintetizadores.

Ao analisarmos um instrumento eletrônico como um sintetizador podemos dividir seus circuitos em funções, e para cada função teremos muitas possibilidades de obter os efeitos desejados. Deste modo, podemos dizer que, para cada função existem muitos circuitos diferentes que nos permitem chegar aos mesmos resultados. A escolha de qual circuito utilizar num projeto pode portanto ser estafante se o montador pretender analisar todos os circuitos possíveis. Em alguns casos pode mesmo haver dificuldade em se obter um circuito que faça exatamente o que se deseja. Neste artigo não pretendemos dar o projeto completo de um sintetizador, mas tão somente algumas sugestões de circuitos que podem fazer parte de um. A interligação dos circuitos dados, seu número e as variações em torno do projeto original ficam totalmente a cargo do projetista que deve portanto ter os conhecimentos básicos de eletrônica necessários a isso.

## FONTES DE SOM

O circuito mais importante de um sintetizador pode ser considerado a fonte de som por ser ela responsável pelo sinal de áudio que resultará no som no alto-falante do sistema, ou seja, pela nota musical produzida. É claro que ao projetar uma fonte de som deve ser observada a forma de onda produzida pois esta é a responsável pelo timbre.

Diversas são as opções de geradores de som, ou simplesmente osciladores para o projeto de um sintetizador.

Na figura 1, por exemplo, temos um multivibrador que é um circuito dotado de dois transistores os quais conduzem a corrente alternadamente numa frequência que depende dos valores dos componentes utilizados. A forma de onda produzida no caso é mostrada na figura 2 para duas frequências diferentes. A frequência deste oscilador é controlada no potenciômetro de 100k $\Omega$ .

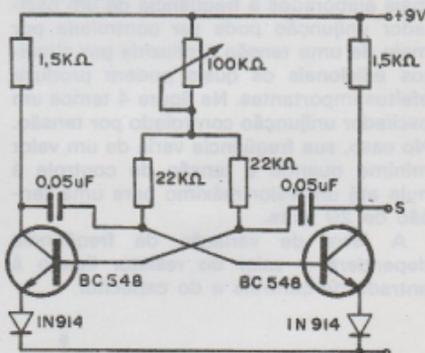


figura 1

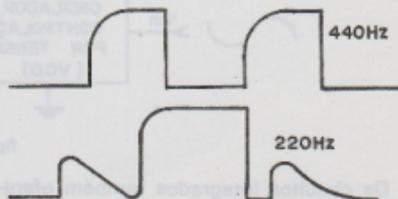


figura 2

Um outro tipo de oscilador que pode também ser utilizado em projetos de sintetizadores é o oscilador de relaxação com transistor unijunção.

Na figura 3 temos um oscilador deste tipo mostrando as formas de ondas obtidas em duas de suas possíveis saídas. A frequência deste oscilador também depende dos valores dos componentes utilizados podendo ser controlada por meio de um potenciômetro.

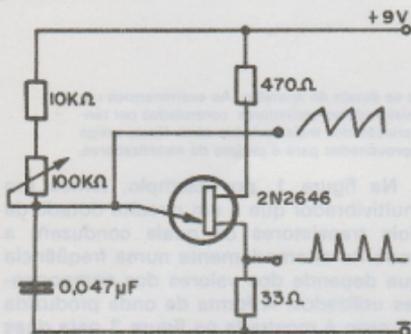


figura 3

Em circuitos de instrumentos musicais mais elaborados a frequência de um oscilador unijunção pode ser controlada por meio de uma tensão produzida por circuitos adicionais os quais podem produzir efeitos importantes. Na figura 4 temos um oscilador unijunção controlado por tensão. No caso, sua frequência varia de um valor mínimo quando a tensão de controle é nula até um valor máximo para uma tensão de 20 volts.

A faixa de variação da frequência dependerá o valor do resistor ligado à entrada de controle e do capacitor.

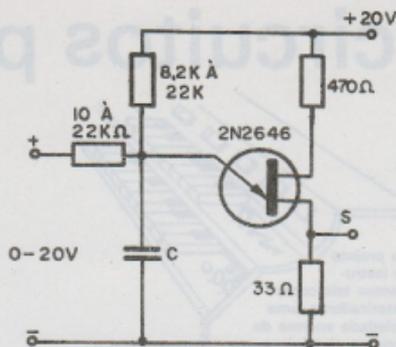


figura 4

Na figura 5 temos um outro circuito de oscilador controlado por tensão em que um transistor é acrescentado. Neste caso pode-se ter o controle da frequência do

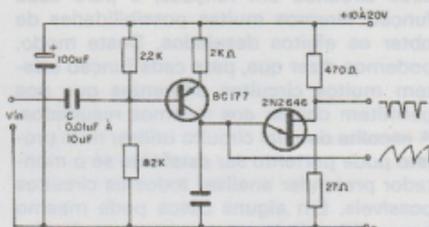


figura 5

oscilador também por uma corrente alternada. Se na entrada do circuito for utilizado um oscilador de baixa frequência como controle teremos um efeito bastante interessante de variação da frequência em torno de um valor fixo. Na figura 6 temos a forma de onda obtida num caso como este.

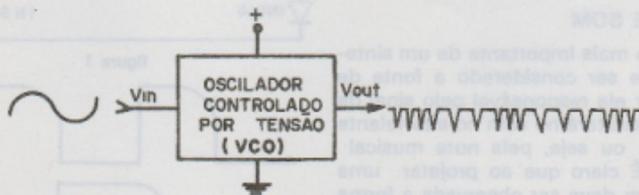


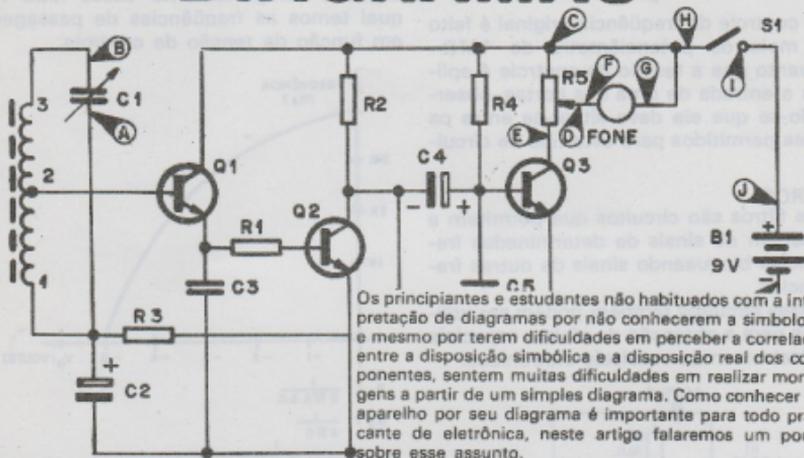
figura 6

Os circuitos integrados também oferecem inúmeras possibilidades de projetos de osciladores. Na figura 7 temos um cir-

cuito de um oscilador controlado por tensão ou VCO usando portas de um circuito integrado digital.



# INTERPRETAÇÃO DE DIAGRAMAS



A finalidade de um diagrama simbólico é facilitar o projetista e o reparador que não precisa "desenhar" componente por componente em seu aspecto real o que em caso de circuitos muito complexos pode não só levar a uma perda de tempo desnecessária como tornar o desenho exageradamente complicado, dificultando portanto a localização de um ou outro ponto importante. Assim, num diagrama simbólico o que se faz é utilizar para cada componente um símbolo correspondente que na medida do possível "lembra" seu formato ou função, e que tenha o mesmo número de terminais ou ligações, no caso, representadas por linhas simples. Assim, os fios de ligação ou as conexões entre os componentes passam a ser representadas por linhas que unem os componentes da mesma maneira como deveriam ser feitos no caso real. Como no diagrama simbólico existe apenas a preocupação em se ligarem os pontos certos dos componentes deixando-se de lado a posição dos componentes ou os comprimentos do fio, é neste ponto que os principiantes se atrapalham na interpretação de um diagrama.

Deste modo, para que o leitor possa compreender um diagrama, deve conhecer fundamentalmente duas coisas:

a) Os componentes normalmente usados em seu aspecto real e os símbolos empregados.

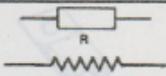
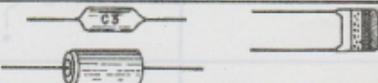
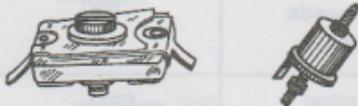
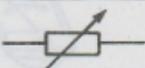
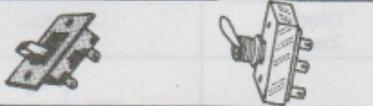
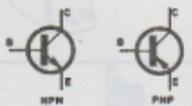
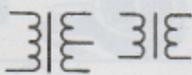
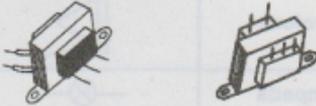
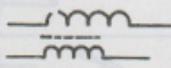
b) A correlação entre as ligações numa disposição mais ou menos geométrica de um diagrama simbólico e as interligações reais entre os componentes no aparelho.

Trataremos a seguir dos dois problemas:

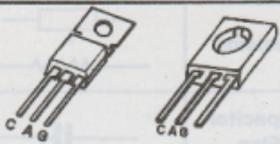
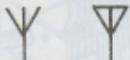
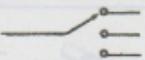
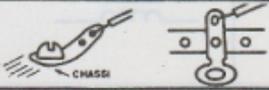
## a) SIMBOLOGIA

Podemos dizer que basicamente são utilizadas nos diagramas eletrônicos duas "linhas" de símbolos que podem ser observadas nas publicações de origem européia e de origem americana. No nosso país a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) a partir da simbologia utilizada tanto por fabricantes europeus de componentes como americanos, estabelece recomendações para uma simbologia nossa. Na figura 1 para facilitar a nossos leitores damos uma relação de componentes com seus símbolos, que são os símbolos que normalmente usamos em nossa revista.

### Interpretação de Diagramas

Nome	Símbolo	Aspecto real
Resistor		
Capacitor Fixo		
Capacitor Eletrol.		
Capacitor Ajustável		
Capacitor Variável		
Potenciômetro		
Diodo Semicondutor		
Interruptor		
Transistor		
Transformador		
Bobina		

## Interpretação de Diagramas

Nome	Símbolo	Aspecto Real
SCR		
LED		
Lâmpada Neon		
Fusível		
Antena		
Miliamperímetro		
Transistor Unijunção		
Diodo Zener		
Relé		
Alto-Falante		
Microfone		
Lâmpada		
Chave 1 polo x 3 posições		
Terra		

Observe, por exemplo que no caso de um resistor, o retângulo "lembra" de certo modo o formato do componente, se bem que a linha tortuosa que também pode ser vista em algumas publicações técnicas "lembra" a sua função de dificultar a passagem da corrente (figura 2). No símbolo existem dois terminais que são relacionados com os terminais do componente em seu aspecto real. Como os resistores são componentes despolarizados, isto é, podem ser ligados de qualquer lado, pois a corrente circula tanto num sentido como em outro, não há necessidade de marcação de sinal para nenhum dos dois terminais. Isso já não acontece com componentes como os diodos semicondutores, os capacitores eletrolíticos, etc, que precisam ter seus lados diferenciados pois tem terminais certos como polos positivo e negativo. A figura 3 mostra esses casos na prática.

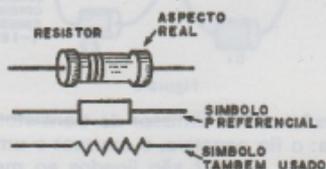


Figura 2

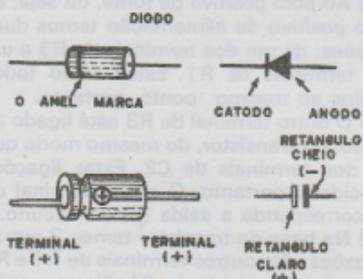


Figura 3

Componentes de 3, 4 ou mais terminais também têm sua simbologia e neste caso, existem terminais certos para ligações que correspondem aos diversos elementos do componente. É o caso dos transistores, em que existem terminais certos para o emissor (E), coletor (C) e base (B) e que na simbologia são diferenciados de modo próprio: o emissor corresponde sempre à seta, sendo que nos transistores NPN a seta

aponta para fora e nos transistores PNP, aponta para dentro. A figura 4 mostra este caso. Para os transistores utiliza-se normalmente um símbolo único com diferenciação única da seta (NPN ou PNP) mas como na prática os aspectos desses componentes podem variar bastante, o montador deve possuir manuais, folhetos explicativos, ou outras fontes de informação para saber especificamente para um transistor qual é o seu terminal de emissor coletor e base.

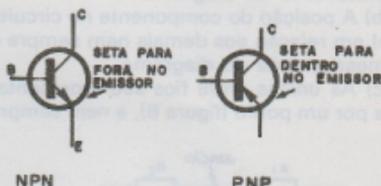


Figura 4

Isso significa que, partindo do símbolo de determinados componentes pode ser necessária uma informação adicional dada por um folheto do fabricante, por algum código, ou por manuais para se fazer a correlação com o componente real.

- Citamos como exemplos os transformadores em que a identificação dos fios dos enrolamentos a partir do símbolo pode ser feita por meio de cores (que nem sempre

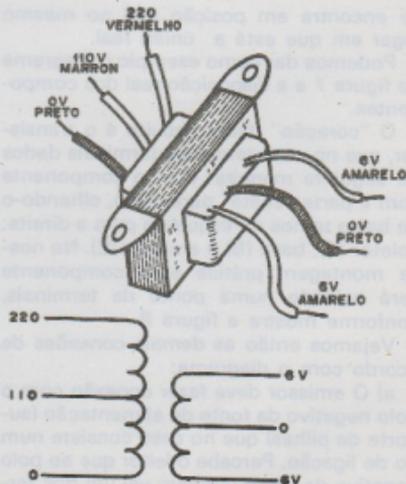


Figura 5

são indicadas num diagrama), conforme mostra a figura 5.

**b) DIAGRAMA X DISPOSIÇÃO REAL**

Na tentativa de correlacionar os componentes dados num diagrama simbólico com a disposição real dos componentes no aparelho, o leitor deve ter em mente o seguinte:

a) O componente real tem o mesmo número de terminais que o seu símbolo o que significa que no circuito real este deve ter o mesmo número de conexões que o representado no diagrama.

b) A posição do componente no circuito real em relação aos demais nem sempre é a mesma dada no diagrama.

c) As uniões entre fios são representadas por um ponto (figura 6), e nem sempre

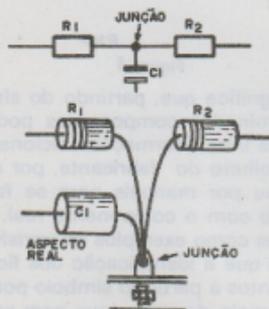


Figura 6

se encontra em posição real no mesmo lugar em que está a união real.

Podemos dar como exemplo o diagrama da figura 7 e a disposição real dos componentes.

O "coração" deste circuito é o transistor, que no caso tem seus terminais dados da seguinte maneira: com o componente com a parte "chata" para cima, olhando-o de baixo temos da esquerda para a direita: coletor (C), base (B) e emissor (E). Na nossa montagem prática esse componente será soldado numa ponte de terminais, conforme mostra a figura 8.

Vejamos então as demais conexões de acordo com o diagrama:

a) O emissor deve fazer conexão com o polo negativo da fonte de alimentação (suporte de pilhas) que no caso consiste num fio de ligação. Percebe o leitor que ao polo negativo da fonte também vai um dos terminais de R2, este deve também fazer

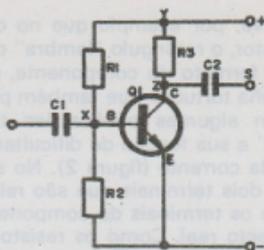


Figura 7

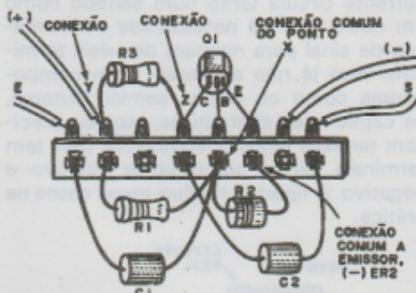


Figura 8

conexão com o emissor do transistor. Em suma: o fio negativo, o emissor e um dos terminais de R2 são ligados ao mesmo ponto.

b) Ao polo positivo da fonte, ou seja, ao cabo positivo de alimentação temos duas ligações: de um dos terminais de R3 e um dos terminais de R1. Estes estão todos ligados ao mesmo ponto, portanto.

c) O outro terminal de R3 está ligado ao coletor do transistor, do mesmo modo que um dos terminais de C2. Estas ligações coincidem, portanto. O outro terminal de C2 corresponde a saída (S) do circuito.

d) Na base do transistor temos 3 outras conexões: dos outros terminais de R1 e R2 e um dos terminais de C1. Neste ponto, conforme podemos ver pelo diagrama devemos ter 4 fios de ligação. A entrega do circuito corresponde ao outro terminal de C1.

Como o leitor pode perceber a coisa é simples quando se conhece os símbolos. Um pouco de treinamento e todos estarão aptos a conferir e montar seus circuitos pelo diagrama, o que de certo modo consiste numa garantia a mais para seu bom funcionamento.

# CURSO DE ELETRÔNICA<sup>©</sup>

## LIÇÃO 21

Um dos efeitos mais importantes da corrente elétrica é o efeito magnético. Toda corrente elétrica produz um campo magnético e este campo magnético é responsável por diversos tipos de fenômenos que podem ser aproveitados na prática para a construção de dispositivos eletrônicos. Nesta lição trataremos dos componentes que operam aproveitando o efeito magnético da corrente elétrica. Falaremos primeiramente de como esse efeito pode ser reforçado, e em seguida trataremos de componentes como os eletro-ímãs, os solenóides, os indutores e os relés que aproveitam esse efeito. No final da lição daremos elementos para que o leitor realize um interessante experiência comprovando os ensinamentos dados.

### 58 - O Efeito Magnético da Corrente Elétrica

Através de uma experiência bastante simples Oersted mostrou que toda corrente elétrica é responsável pela produção de um campo magnético. Fazendo uma corrente elétrica intensa circular através de um fio condutor retilíneo, verifica-se que em torno desse condutor aparece um campo magnético de certa intensidade capaz de atuar de maneira visível sobre a agulha imantada de uma bússola. Esse campo só existe em presença da corrente, o que quer dizer que no momento em que a corrente é interrompida o campo desaparece. Pela maneira que a agulha se movimentava quando a colocamos neste campo, podemos determinar suas características, quanto à orientação. Vemos então que a agulha tende a se colocar numa posição sempre perpendicular ao fio. Se levarmos a agulha imantada a diversas posições em torno do fio podemos estabelecer a direção das linhas de força desse campo.

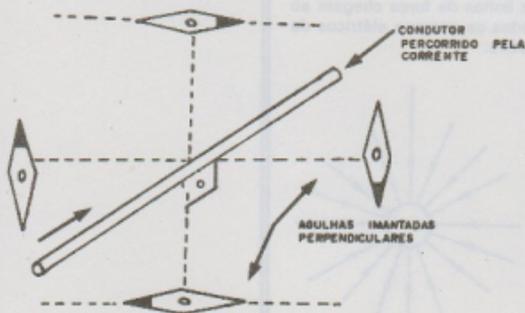


figura 159

As linhas de força desse campo magnético envolvem o condutor formando círculos concêntricos, de modo que, em qualquer local do espaço que seja colocada uma agulha imantada, ela sempre tenderá a ser movimentada de modo a ficar paralela às linhas de força o que corresponde a ficar perpendicular ao fio condutor.

toda  
corrente  
produz  
campo  
magnético

Essas linhas de força tem uma orientação que depende do sentido de circulação da corrente. Considerando-se a corrente que vai do positivo para negativo, as linhas de força envolvem o condutor no sentido horário, ou seja, no sentido dos ponteiros do relógio - conforme mostra a figura 160.

A corrente considerada neste caso é a corrente convencional, ou seja, a que corresponde à movimentação das cargas elétricas positivas.

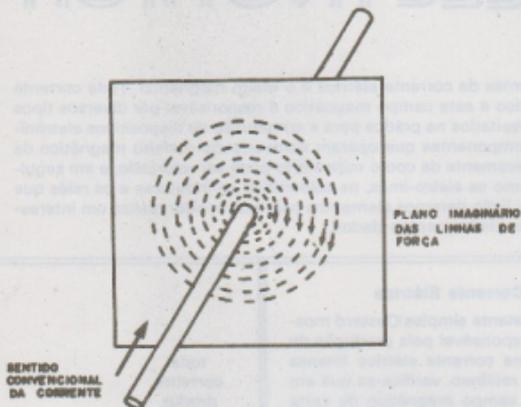


figura 160

Mas, por que as correntes elétricas produzem campos magnéticos? Qual é a origem desse campo, e por que os ímãs que não tem correntes a eles ligados também criam campos magnéticos?

Uma carga elétrica em repouso cria um campo elétrico cujas linhas de força são retas e sua orientação depende do sinal da carga. Para uma carga positiva convencionam-se que as linhas de força saem dessa carga, enquanto que para uma carga elétrica negativa convencionam-se que as linhas de força chegam ao corpo. Na figura 161 temos ilustrados os campos elétricos de cargas pontiformes positiva e negativa.

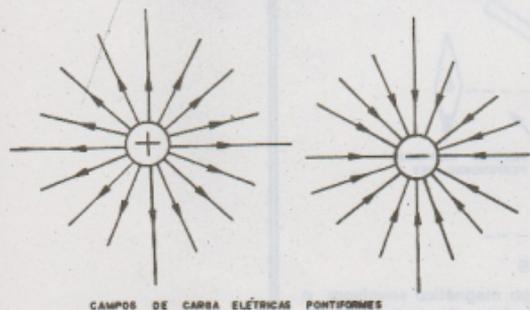


figura 161

Um campo elétrico deste tipo pode ser produzido por um elétron, por exemplo. Se o elétron, ou qualquer carga elétrica for

sentido das linhas de força

campo elétrico

movimentada, um novo tipo de fenômeno ocorre. Agora, pela movimentação da carga elétrica, o campo elétrico desaparece cedendo lugar ao aparecimento de um campo de natureza magnética, completamente diferente portanto, cujas linhas de força são círculos concêntricos que envolvem a trajetória da carga, conforme ilustrado na figura 162.



figura 162

Em suma, podemos dizer que cargas elétricas em repouso são responsáveis pelo aparecimento de campos elétricos enquanto que cargas elétricas em movimento são responsáveis pelo aparecimento de campos magnéticos. Os campos elétricos e magnéticos se bem que produzidos pela mesma espécie de entidade, a carga elétrica, tem naturezas completamente diferentes.

Voltando ao problema do campo magnético criado em torno de um fio percorrido por uma corrente, com a explicação dada, sua compreensão torna-se mais fácil. Uma corrente elétrica é formada pela movimentação de cargas elétricas. No interior de um condutor percorrido por uma corrente, elétrons livres se deslocam, o que corresponde portanto a movimentação de cargas em quantidade suficiente para justificar o aparecimento do campo magnético.

Quanto mais intensa for a corrente e portanto maior a quantidade de cargas que se deslocam no condutor, maior será a intensidade do campo magnético criado em torno do fio condutor. Somente com correntes de intensidades consideráveis é que se pode ter um campo magnético de intensidade suficiente para atuar sobre a agulha de uma bússola no sentido de movimentá-la.

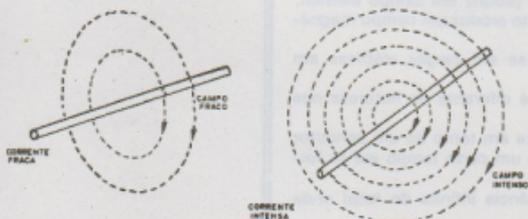


figura 163

É importante a observar no caso do campo magnético criado em torno de um condutor percorrido por uma corrente é que ele dura somente enquanto houver a circulação da corrente. E, mais importante é que uma vez estabelecida a corrente num condutor, o aparecimento do campo não é absolutamente instantâneo, mas demora uma fração muito pequena de tempo necessária para que as linhas de força sejam estabelecidas propagando-se por todo espaço circundante ao fio condutor.

campo magnético

cargas em movimento

tempo de formação do campo

A perturbação magnética produzida em torno do fio propaga-se deste modo pelo espaço, extendendo-se teoricamente até uma distância infinita. É claro que, quanto mais longe estivermos do fio, mais fraco será o campo, mas ele sempre estará presente. Este conceito é importante para que futuramente possamos entender as ondas eletro-magnéticas.

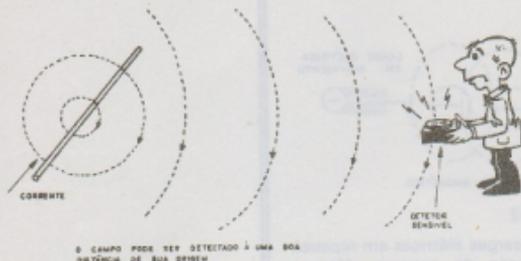


figura 164

A seguir, daremos um pequeno resumo do que foi visto nesta lição e em seguida um questionário.

### Resumo do Quadro 58

- Correntes elétricas criam campos magnéticos.
- A presença de um campo magnético em torno de um condutor percorrido por uma corrente pode ser revelada pela aproximação de uma agulha imantada que seja livre para girar em torno de seu eixo.
- As linhas de força de campo magnético de uma corrente envolvem o condutor formando círculos concêntricos.
- Uma agulha colocada nas proximidades do condutor tende a ficar perpendicular ao condutor e paralela às linhas de força do campo.
- O sentido das linhas de força é tal que depende do sentido de circulação da corrente.
- Uma carga elétrica em repouso produz um campo elétrico.
- Uma carga elétrica em movimento produz um campo magnético.
- Correntes elétricas constituem-se em cargas elétricas em movimento.
- A natureza do campo elétrico é diferente da natureza dos campos magnéticos.
- O campo magnético que aparece em torno de um condutor não é instantâneo, mas demora um certo tempo até se formar.
- Este campo atua até uma distância infinita do local onde aparece.

### Avaliação 170

Uma corrente elétrica pode ser responsável por diversos tipos de efeitos. Entretanto, de todos os efeitos apenas um se manifesta sempre. Esse efeito é denominado: (assinale a alternativa correta)

- a) efeito térmico.                      c) efeito fisiológico.  
b) efeito químico.                      d) efeito magnético.

Resposta D

**Explicação**

O efeito térmico da corrente elétrica consiste na produção de calor pela sua passagem por um meio condutor. Esse efeito só aparece quando o meio apresenta uma certa resistência. No caso dos denominados super-condutores, por exemplo, esse efeito não se manifesta. O efeito químico consiste na produção de reações químicas pela circulação da corrente. Para que esse efeito ocorra é preciso que a corrente circule por um meio em que hajam substâncias capazes de reagir entre si pela ação da corrente. O efeito fisiológico é o choque que só ocorre quando tocamos num condutor percorrido por uma corrente de determinada intensidade. O único efeito que aparece sempre é o magnético, pois basta que haja corrente para que o campo se estabeleça. A resposta correta é portanto a da alternativa D.

**Avaliação 171**

Para produzir um campo magnético temos obrigatoriamente de usar: (assinale a alternativa correta)

- campos elétricos fortes.
- cargas elétricas em repouso.
- cargas elétricas em movimento.
- cargas elétricas giratórias.

Resposta C

**Explicação**

Conforme vimos, as cargas elétricas em movimento são as responsáveis pelo aparecimento dos campos magnéticos. Somente com a movimentação dessas cargas é que podemos produzir esses campos. As cargas em repouso são responsáveis pelos campos elétricos, enquanto que o fato de uma carga girar nada tem a ver com a produção de campos magnéticos. A resposta correta para este teste é a da alternativa C.

**Avaliação 172**

Aproximando-se uma bússola de um condutor percorrido por uma corrente elétrica intensa, a agulha deve mover-se de determinado modo. O que acontece com a agulha da bússola nesta experiência? (assinale a alternativa correta).

- A agulha gira sem parar enquanto houver corrente no condutor.
- A agulha fica paralela ao condutor.
- A agulha move-se parando numa posição perpendicular ao condutor.
- A agulha aponta para o condutor.

Resposta C

**Explicação**

Conforme estudamos o campo magnético de uma corrente tem linhas de força que envolvem o condutor formando círculos concêntricos. Ora, os corpos imantados como a agulha de uma bússola colocados nas proximidades tendem a se colocar numa posição paralela às linhas de força desse campo, o que equivale a dizer que estes tendem a ficar perpendiculares ao fio. É claro que isso acontece somente enquanto houver corrente circulando pelo fio e sendo esta de intensidade suficiente para movimentar a agulha. A resposta correta corresponde portanto a alternativa C.

59 - Eletro-ímãs e Solenóides

Os campos magnéticos produzidos por uma corrente que circula por um condutor retilíneo são muito fracos para poderem ter utilidade prática. É preciso que uma corrente de pelo menos alguns ampères circule por um fio para que uma força capaz de movimentar a agulha de uma bússola se manifeste. Como então aproveitar o campo magnético criado por uma corrente?

Uma maneira de se forçar o efeito magnético de uma corrente obtendo-se campos magnéticos relativamente fortes, e em alguns casos até mesmo mais fortes que os ímãs comuns, consiste em se enrolar o condutor percorrido pela corrente de modo que ele venha a formar uma bobina.

Enrolando-se o condutor percorrido pela corrente, de modo que ele forme uma bobina, os campos de cada volta de fio passam a aparecer com maior intensidade num único local, o centro da bobina, de modo que, a intensidade do campo no interior da bobina passa a ser muito mais forte do que seria possível obter com um único fio retilíneo.

O campo, nestas condições passa a ter linhas de força segundo outra disposição. Dependendo do sentido de circulação da corrente, em cada extremo da bobina teremos um pólo magnético, de modo que, de um extremo da bobina saem as linhas de força do campo magnético, enquanto que do outro extremo entram as linhas de força do mesmo campo. Comparando os campos magnéticos de uma bobina deste tipo e de um ímã permanente comum em forma de barra vemos que os seus campos são muito semelhantes (figura 165).

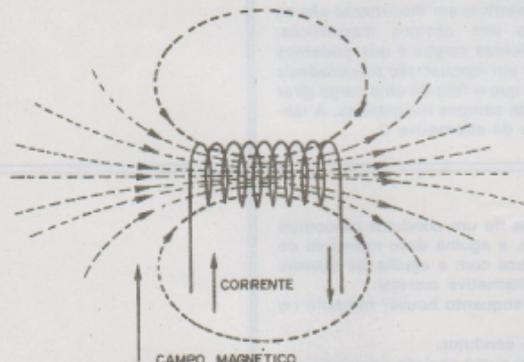


figura 165

Assim, se aproximarmos um objeto metálico (de metal ferroso), como por exemplo um alfinete, dos extremos de uma bobina percorrida por uma corrente, veremos que ela manifesta forças de atração exatamente como um ímã. Como é no seu interior que o campo é mais intenso os objetos colocados nas suas proximidades tendem a ser atraídos para seu interior pelas pontas, acompanhando as linhas de força do campo magnético. Em suma, uma bobina deste tipo se comporta como um verdadeiro ímã, porém, cuja ação depende da circulação de uma corrente.

A força do campo magnético obtido por uma bobina deste tipo depende não só da intensidade da corrente circulante como também do número de voltas que tiver a bobina.

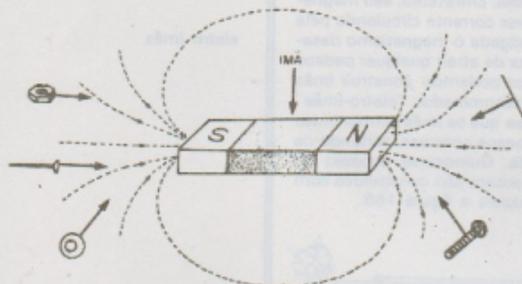
reforço do campo

campo de 1 bobina

campo mais forte no interior

Conforme os leitores devem saber existem materiais que estão sujeitos a ação dos ímãs e materiais que não estão sujeitos a esta ação. Os metais que podem ser atraídos pelos ímãs, como o ferro, são denominados por isso "metais ferrosos". Entre os metais ferrosos citamos o níquel, o cobalto e o próprio ferro.

Estes materiais quando colocados nas proximidades de um ímã ou sujeitos a um campo magnético são atraídos para os pontos em que os campos sejam mais intensos.



ATRAÇÃO DE METAIS FERROSOS POR UM ÍMÃ

figura 166

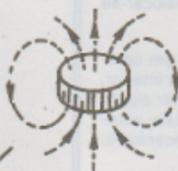
Dentre os metais que não podem ser atraídos pelos ímãs, denominados não ferrosos citamos o alumínio, o cobre, etc.

Existem ainda metais como o aço que podem reter o magnetismo quando são submetidos a um campo magnético intenso. Dentre esses materiais como o alnico e o aço, alguns podem reter o magnetismo indefinidamente servindo por esse motivo para a fabricação de ímãs permanentes. No alto-falante de seu rádio existe um ímã de alnico que é feito com um material magnetizável. Depois de preparado o material, que não possui qualquer magnetismo, é submetido ao campo de uma bobina transformando-se num ímã permanente.

MATERIAL PREPARADO SEM SER IMANTADO



ÍMÃ DE ALTO FALANTE



DÉPOIS DE IMANTADO O PEDAÇO DE MATERIAL PODE ATRAIR METAIS FERROSOS

figura 167

Em muitas aplicações práticas relacionadas com a eletrônica utilizam-se ímãs permanentes. Existem ainda os denominados ímãs naturais, que são obtidos de minérios como a magnetita a qual já apresenta um magnetismo natural, formado quando da solidificação do metal em presença do campo magnético da própria terra.

metais ferrosos

ímãs permanentes

Voltando aos materiais ferrosos e às bobinas, se colocarmos no interior de uma bobina um pedaço de ferro doce que é uma mistura de ferro e silício teremos a manifestação de um fenômeno bastante interessante.

Quando a bobina for percorrida por uma corrente o campo magnético criado se concentrará sobre o ferro doce usado como "núcleo" para a bobina, magnetizando-o fortemente. Esse pedaço de ferro passará a se comportar como um verdadeiro ímã permanente, atraindo pedaços de materiais ferrosos que sejam colocados nas suas proximidades. Entretanto, seu magnetismo só se manterá enquanto houver corrente circulando pela bobina. Tão logo a corrente seja desligada o magnetismo desaparece e o pedaço de ferro doce deixa de atrair qualquer pedaço de metal. Segundo o que explicamos podemos construir ímãs acionados por correntes elétricas, denominados "eletro-ímãs" que, podem ser muito mais eficientes que os ímãs permanentes sendo capazes de atrair objetos de pesos enormes, soltando-os quando a corrente for interrompida. Guindastes capazes de levantar chapas de aço ou ferro ou sucata são construídos com eletro-ímãs fortíssimos conforme sugere a figura 168.

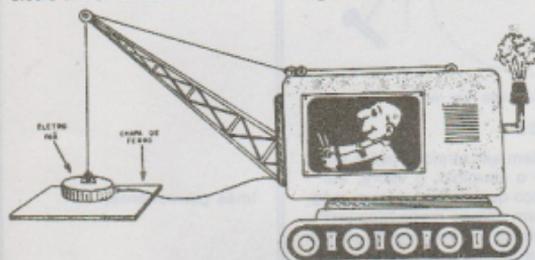


figura 168

Outro tipo de dispositivo interessante e útil que pode ser construído com uma bobina e um pedaço de ferro doce que se encaixa em seu interior, é o solenóide. Um solenóide consta basicamente de uma bobina formada por muitas espiras de fio esmaltado e por um pedaço de ferro doce que pode deslocar-se livremente em seu interior, denominado núcleo.

Quando uma corrente circula pela bobina esta cria um campo magnético o qual atrai fortemente o núcleo para seu interior. A força de atração pode ser aproveitada para movimentar algum mecanismo, como por exemplo uma fechadura de porta automática, ou ainda para travar, ou engrenar algum mecanismo.

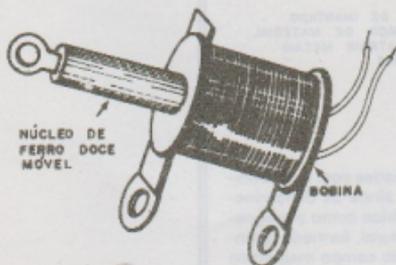


figura 169

eletro ímãs

solenóide

Ainda aproveitando os efeitos que estudamos temos os relês que são interruptores acionados por uma corrente elétrica. Um relê consta basicamente de uma bobina que possui como núcleo um pedaço de ferro doce. Nas proximidades do núcleo existe um contacto fixo e um contacto móvel, sendo que este contacto móvel pode ser atraído pelo núcleo de ferro doce. Assim, na ausência de corrente, o contacto fixo permanece afastado do contacto móvel o que equivale a dizer que o circuito se encontra aberto. No momento em que uma corrente circular pela bobina o núcleo se magnetiza em vista do campo criado surgindo então uma força de atração que desloca o contacto móvel de modo que ele venha a se encontrar no contacto fixo fechando o circuito.

O circuito permanece fechado enquanto a corrente estiver circulando pela bobina do relê, voltando à sua posição normal tão logo a corrente cesse e o magnetismo desapareça.

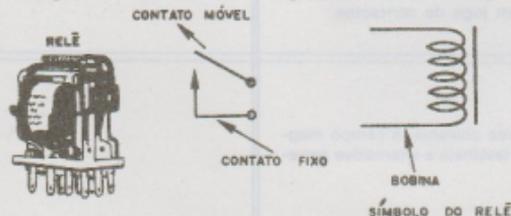


figura 170

Por meio dos relês, como uma pequena corrente que circula na bobina pode-se fechar o contacto que aciona um circuito de grande corrente o que equivale a dizer que, com um pequeno sinal de controle podemos ter o funcionamento de um circuito de muito maior potencia.

A seguir daremos um resumo desta lição já adiantando que em lições futuras voltaremos a falar dos relês dada sua enorme importância prática.

### Resumo do quadro 50

- Para reforçar o campo magnético de uma corrente num condutor retilíneo podemos enrolar este condutor de modo a formar uma bobina.
- O campo concentra-se em seu interior, saindo as linhas de força por um extremo entrando pelo outro.
- A intensidade do campo dependerá da intensidade da corrente e do número de espiras da bobina.
- Aproximando-se dos extremos de uma bobina percorrida por uma corrente, um objeto de metal ferroso será sujeito a uma força de atração.
- Metais ferrosos são os que podem ser atraídos pelos imãs, como o ferro, o níquel e o cobalto.
- Os metais não ferrosos como o alumínio e o cobre não podem ser atraídos pelos imãs.
- Metais como o aço podem ser magnetizados, ou seja, podem reter o magnetismo transformando-se em imãs permanentes. O alnico é um exemplo de liga (alumínio, níquel e cobalto), que serve para a fabricação de imãs permanentes.

relês

- Uma bobina que possua um núcleo de material ferroso pode atrair objetos de metais ferrosos sempre que for percorrida por uma corrente. Temos então dispositivos denominados eletro-ímãs.
- Os eletro-ímãs só podem atrair os objetos quando são percorridos por uma corrente pois seu núcleo não pode reter o magnetismo.
- O ferro doce é um material usado no núcleo de eletro-ímãs por não reter o magnetismo.
- O ferro doce consiste numa liga de ferro com silício.
- Se o núcleo da bobina for móvel este pode ser atraído quando a corrente circular, de modo a termos dispositivos denominados solenóides. Os solenóides podem fazer um esforço mecânico pela ação da uma corrente em sua bobina.
- Os relés são interruptores acionados por uma corrente operando também com o efeito magnético da corrente. Constam de uma bobina que atrai um jogo de contactos.

**Avaliação 173**

Numa bobina percorrida por uma corrente, o campo magnético é mais intenso em que local? (assinale a alternativa correta)

- a) no meio.
- b) nos extremos.
- c) na parte externa.
- d) no seu interior.

Resposta D

**Explicação**

Conforme explicamos, o campo magnético de uma bobina concentra-se em seu interior, de modo que os corpos de materiais ferrosos tendem a ser atraídos para este local. Como normalmente o interior da bobina tem as linhas de força mais concentradas a partir dos extremos, os polos do ímã formado por uma bobina aparecem em seus extremos. Assim, para o teste a alternativa correta é a da letra D. Se você acertou passe ao teste seguinte, caso contrário estude novamente a lição. Se tiver dúvidas, procure num livro de ciências do curso ginasial informações sobre o magnetismo de uma maneira mais simples para poder melhor entender esta lição.

**Avaliação 174**

Aproximando-se de uma bobina percorrida por uma corrente intensa, num pedaço de um metal ferroso, este material manifestará um comportamento determinado. Qual é esse comportamento? (assinale a alternativa correta).

- a) ficará sujeito a uma força de atração.
- b) ficará sujeito a uma força de repulsão.
- c) ficará sujeito a uma força que tenderá a fazê-lo girar.
- d) não ficará sujeito a força alguma.

Resposta A

<p style="text-align: center;"><b>EXERCÍCIO PRÁTICO</b></p> <p><b>Explicação</b></p> <p>Os materiais ferrosos como o ferro o níquel e o cobalto são os materiais que em presença de campos magnéticos são submetidos a forças de atração. São em suma os materiais que podem ser atraídos pelos ímãs. No caso, a bobina comporta-se como um ímã atraindo para o seu interior o pedaço de material ferroso. A resposta correta para este teste corresponde portanto a alternativa A. Passe ao teste seguinte se acertou.</p>	
<p><b>Avaliação 175</b></p> <p>Qual dos seguintes materiais pode ser usado na confecção de núcleos de eletro-ímãs e solenóides, pelo fato de não reter o magnetismo e ainda por apresentar propriedades que o tornam imantável, ou seja, capaz de produzir campo em presença de outros campos? (assinale a alternativa correta).</p> <p>a) alumínio.  b) vidro.  c) ferro doce.  d) magnetita.</p>	<p style="text-align: center;">Resposta C</p>
<p><b>Explicação</b></p> <p>Conforme vimos o ferro doce, uma mistura de ferro com silício apresenta propriedades magnéticas muito importante. Este material pode ser magnetizado mas perde todo o seu magnetismo quando o campo que atua sobre ele desaparece. Usado em núcleo de solenóides e eletro-ímãs só manifesta-se como um ímã nos momentos em que circular corrente pela bobina. O aço, ao contrário retém o magnetismo que permanece mesmo depois do campo da bobina desaparecer. A resposta correta é portanto a da alternativa C. Passe ao quadro seguinte se acertou.</p>	

## LIÇÃO PRÁTICA

Nesta lição prática faremos algumas experiências interessantes envolvendo o eletromagnetismo. A primeira experiência será feita com um dispositivo capaz de indicar a presença de um campo magnético produzido por uma corrente o que nos permitirá comprovar o sentido segundo o qual se orientam as linhas desse campo. A segunda experiência será feita tomando-se como base a construção de um eletro-ímã simples, porém, bastante eficiente. Todo o material usado na construção dos dois dispositivos experimentais é de fácil obtenção.

### COMPROVAÇÃO DA PRESENÇA DO CAMPO MAGNÉTICO

O que faremos neste caso será uma repetição aperfeiçoada da experiência que levou Oersted a descoberta de que correntes elétricas criam campos magnéticos. Como para obter uma deflexão considerável de uma agulha imantada por um campo de condutor precisamos de uma corrente muito intensa, o que faremos será modificar um pouco a experiência no sentido de que, usando um condutor "múltiplo" precisaremos de uma corrente muito mais fraca que pode inclusive ser obtida a partir de pilhas de lanterna comuns.

### MATERIAL

O material na sua maioria não será de natureza "eletrônica" mas sim improvisado. Assim, a agulha imantada pode ser uma bússola comum que pode ser adquirida em papelerias ou casas de brinquedos, ou mesmo improvisada com uma lâmina de barbear, ou agulha de aço, enquanto que a bobina enrolada com fio de ligação comum tem como uma base uma tábua ou mesmo tampa de caixa de sapatos.

- O material a ser usado consta do seguinte:
- 10 metros de fio flexível de capa plástica (cabinho).
- 1 bússola ou agulha imantada.
- 1 suporte para 4 pilhas grandes.
- 4 pilhas grandes.
- 1 interruptor de pressão (tipo botão de campainha).
- 1 base de madeira de 15 x 30 cm aproximadamente.
- 2 pedaços de madeira de 2 x 3 x 2 cm.

### O CIRCUITO

O circuito do aparelho para a experiência é dado na figura 171. Trata-se simplesmente de se fazer circular uma corrente pela "bobina" formada de modo que em torno das espiras que devem ser levadas em conta como um único condutor apareça um campo magnético intenso capaz de deflexionar a agulha da bússola, ou da lâmina imantada usada como indicador.

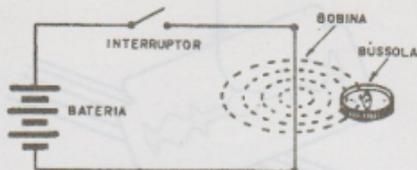


figura 171

O interruptor serve para ligar e desligar a corrente quando a experiência for feita. Usamos um interruptor de pressão porque não é conveniente que se mantenha a corrente circulando por muito tempo, já que sendo ela algo intensa pode em pouco tempo causar o esgotamento das pilhas.

Na figura 172 temos a disposição dos componentes do circuito em seu aspecto real, mostrando que a bobina é obtida enrolando-se os 10 metros de fio encapado (pode também ser usado fio esmaltado 28) em torno da tábua que serve como base. Os dois tocos fixados nos extremos da tábua servem para manter o fio afastado da sua superfície.

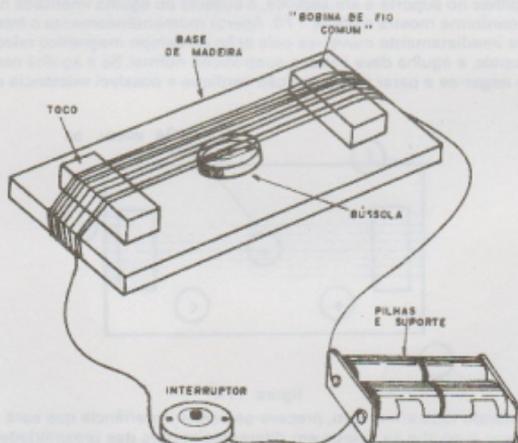


figura 172

O elemento detector do campo magnético será a agulha imantada da bússola que será colocada nas proximidades. Na impossibilidade de conseguir uma bússola o leitor pode improvisar uma agulha imantada do seguinte modo: pode imantar uma lâmina de barbear esfregando-a sempre num sentido num ímã permanente. Depois prenda a lâmina pelo meio, conforme mostra a figura 173. O mesmo pode ser feito com um alfinete ou agulha de bom tamanho.

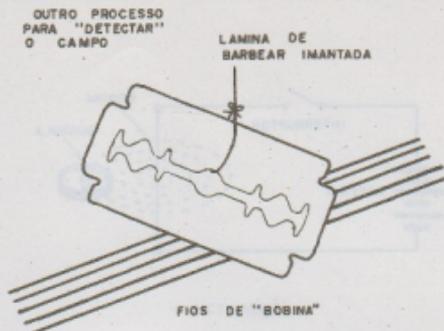


figura 173

Esfregando o alfinete ou lâmina num ímã de modo ordenado este se imanta de maneira a poder ficar sujeito a ação de campos magnéticos e orientando-se segundo suas linhas de força. No caso de uma bússola a experiência torna-se muito mais interessante em vista de sua sensibilidade.

### A EXPERIÊNCIA

Coloque as pilhas no suporte e em seguida, a bússola ou agulha imantada nas proximidades do fio da bobina, conforme mostra a figura 174. Aperta momentaneamente o interruptor de pressão. A agulha deve imediatamente mover-se pela ação do campo magnético criado pela corrente. Soltando o interruptor, a agulha deve voltar a sua posição normal. Se a agulha oscilar e mantendo o botão apertado negar-se a parar numa posição verifique a possível existência de maus contactos nas ligações.

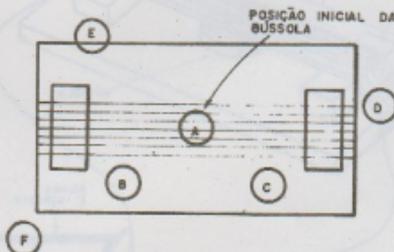


figura 174

Em seguida, estando tudo em ordem, prepare-se para a experiência que será feita verificando a direção em que a agulha se coloca em diferentes pontos das proximidades da tábua. Esses pontos são marcados pelas letras, A, B, C, etc, na figura 174.

Assim, colocando a bússola em cada um desses pontos aperte o interruptor e verifique a deflexão que ela tem, anotando-a numa folha de papel. Anote a direção que a agulha aponta e também a intensidade de seu movimento.

Feito isso você deverá responder o seguinte questionário:

### QUESTIONÁRIO

1. Em quais posições a agulha deflexiona-se no sentido a ficar perpendicular ao fio?
2. Em quais posições a agulha deflexiona no sentido de ficar paralela ao fio condutor?
3. Nas posições mais próximas ao fio o movimento da agulha é mais lento ou mais brusco? O que prova isso?

4. Por que com o interruptor aberto a agulha não fica paralela ou perpendicular ao fio?
5. O que aconteceria com o movimento da bússola se usássemos uma bobina de maior número de espiras? Haveria alteração na posição da agulha ou na rapidez de seu movimento?
6. A experiência é feita com corrente contínua ou com corrente alternada?

## CONSTRUÇÃO DE UM ELETRO-IMÃ

Na segunda parte desta nossa lição prática daremos elementos para o leitor construir um interessante eletro-ímã simples com o qual poderá comprovar os ensinamentos da lição teórica e ainda realizar uma montagem de brinquedo movido à pilhas.

Trata-se de um eletro-ímã enrolado tomando como base um prego ou parafuso e que é capaz de atrair pequenos objetos tais como limalha de ferro, pregos pequenos, alfinetes, parafusos, porcas, arruelas, etc.

Para esta montagem, o material usado também não tem nada de especial podendo ser obtido com facilidade. Apenas o fio esmaltado usado no enrolamento do eletro-ímã pode ser difícil de ser adquirido mas para este caso damos como opção o seu aproveitamento de um velho transformador.

## MATERIAL

Conforme dissemos, o material para esta experiência é fácil de ser obtido. O fio esmaltado pode ser retirado de algum velho transformador "queimado" mas que tenha o fio ainda em boas condições. Uma verificação no estado do fio que deve estar coberto com uma capa de esmalte brilhante permite que o leitor saiba se ele pode ou não ser usado.

O material a ser usado consiste no seguinte:

5 à 10 metros de fio esmaltado 26, 28, 30 ou 32.

1 prego de pelo menos 3 cm de comprimento ou parafuso de igual tamanho.

1 suporte para 2 ou 4 pilhas de lanterna.

1 interruptor de pressão.

1 metro de fio de ligação.

## O CIRCUITO

Não podemos dizer que haja propriamente um "circuito" para esta experiência já que simplesmente alimentamos a bobina do eletro-ímã com as pilhas passando pelo interruptor que pode controlar a corrente. Na figura 175 temos as ligações que devem ser feitas.

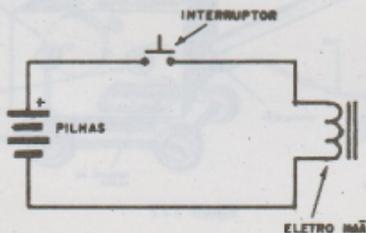


figura 175

O eletro-ímã deve ser enrolado da seguinte maneira: sobre o prego ou parafuso deixando uns 20 cm de fio solto, inicie o enrolamento, dando voltas suficientes para encher o prego ou parafuso. Os 5 ou 10 metros usados serão suficientes para se obter uma boa bobina. Completado o enrolamento da bobina proceda às ligações ao suporte de pilhas e ao interruptor, conforme mostra a figura 176.

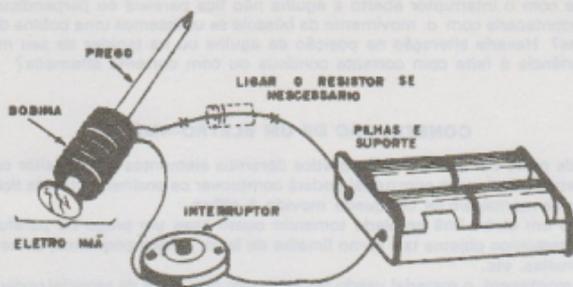


figura 176

Para a conexão do fio de cobre esmaltado, raspe a camada de esmalte que o recobre para garantir um bom contacto.

## A EXPERIÊNCIA

Estando tudo em perfeita ordem, aproxime o eletro-ímã de pequenos objetos de metais ferrosos como por exemplo alfinetes, pregos, arruela ou parafusos e aperte o interruptor de pressão. Imediatamente deve ser notada a força de atração do eletro-ímã puxando os pequenos objetos. Soltando o interruptor, a força magnética cessará, deixando então os objetos cair.

Não deixe a corrente circulando por muito tempo, pois a corrente elevada que circula pela bobina não só tende a aquecê-la como também a provocar um desgaste rápido das pilhas. Para reduzir o desgaste das pilhas você pode usar uma resistência limitadora de 15 ohms x 1/2 W que será ligada em série com o eletro-ímã.

Um brinquedo interessante que pode ser realizado a partir deste eletro-ímã consiste num pequeno guindaste alimentado por pilhas capaz de erguer pequenos objetos metálicos como pregos, alfinetes, arruelas, etc. Na figura 177 temos uma sugestão de como isso poderia ser feito.

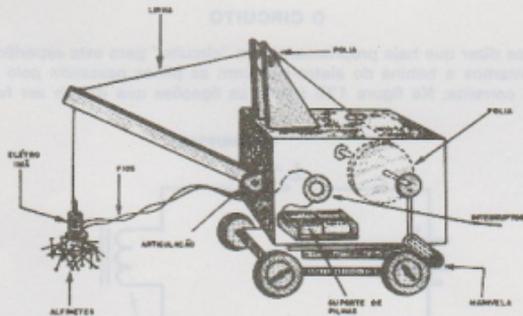


figura 177

## QUESTIONÁRIO

1. Explique como funciona o eletro-ímã.
2. Por que o magnetismo desaparece quando a corrente é interrompida?
3. Por que o eletro-ímã se aquece quando o deixamos ligado por mais de 10 segundos?
4. Como fazer para aumentar a força de atração do eletro-ímã?

