

# ELETRÔNICA

**MICRO – TRANSMISSOR DE FM  
RÁDIO – CONTROLE II (TRANSMISSORES)  
SISTEMAS DE ALARME COM SCRs  
INSTALAÇÃO DE AUTO-RÁDIOS  
FONTE DE ALTA TENSÃO COM PILHAS  
CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO – TTL**



Revista

# ELETRÔNICA

Nº 54  
dezembro  
1976



diretor  
superintendente:

diretor  
administrativo:

diretor  
de produção:

**EDITORA  
SABER  
LTDA.**

Savério  
Fittipaldi

Élio Mendes  
de Oliveira

Hélio  
Fittipaldi

diretor  
de redação:

diretor  
técnico:

diretor de  
publicidade:

serviços  
gráficos:

distribuição  
nacional:

diretor  
responsável:

**REVISTA  
SABER  
ELETRÔNICA**

Newton  
C. Braga

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

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

## sumário

Micro-Transmissor de FM .....	2
Cos Mos - Conceitos e Considerações III .....	8
Instalação de Auto-Rádios .....	14
Circuitos de Temporização com Portas TTL ..	19
Reparação de TV - Curso SENAI .....	26
Sistemas de Alarme com SCRs .....	28
Rádio - Controle II .....	34
Orientação Para o Montador .....	41
Fonte de Alta Tensão Alimentada por Pilhas .	43
Aumente os Agudos do seu Amplificador ....	47
Aplicações Para Amplificadores Operacionais .	49
Linhas de Transmissão .....	52
PLL - Nova Apresentação de Uma Velha Idéia	58
Curso de Eletrônica (Lição 9) .....	65

**TIRAGEM: 51 000** exemplares

**CAPA:** Foto de Rádio - Controles e modelos  
comercial) rádio-controlados.

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

# MICRO-TRANSMISSOR DE FM

NEWTON C. BRAGA



Tão pequeno que pode ser instalado numa caixa de fósforos, pois mede apenas 3 x 2,5 cm!

Seus sinais podem ser ouvidos num receptor comum de FM a uma distância superior a 30 metros.

- Facilite a vigilância, usando um micro-transmissor!
- Oculto, facilmente permite a escuta de ruídos, que denuncia a presença de intrusos.
- Você também pode usá-lo, para transmitir o som de seu televisor, até a um rádio portátil de FM, onde poderá ouvir seus programas num fone, sem incomodar os vizinhos nas altas horas da noite.
- Você poderá facilmente comunicar ao seu companheiro que ajusta a antena de TV, quando a posição de imagem ideal é conseguida.
- Poderá transmitir o som de um gravador ou um toca-discos, ao sintonizador de FM, sem fio, ouvindo suas gravações em FM.
- Como microfone volante, em festas ou espetáculos, você poderá fazer a transmissão da voz, diretamente ao sistema de som que simplesmente constará de um receptor de FM, ligado ao amplificador principal.
- Colocado no quarto do bebê, permitirá que o choro da criança seja ouvido à distância com facilidade pela mãe que se encontra atarefada em outra parte da casa.

É claro que as aplicações práticas para este micro-transmissor, não poderiam ser todas enumeradas num único artigo. O leitor imaginoso que o montar, poderá descobrir muitas outras além das que citamos.

O circuito básico do transmissor, é montado numa placa de fiação impressa (da qual forneceremos maiores detalhes na segunda parte deste artigo) que mede apenas 3 x 2,5 cm. A maneira como essa placa será instalada, de modo a se obter o transmissor completo, dependerá muito da finalidade que o leitor pretender dar ao projeto.

- No caso do transmissor destinar-se a permanecer desapercibido, a sua montagem deve ser feita a mais compacta possível de modo a poder ser facilmente oculto, e se possível disfarçado em algum objeto de uso comum. Nossa sugestão é a sua instalação numa caixa de fósforos, carteira de cigarros, ou ainda, no interior de um

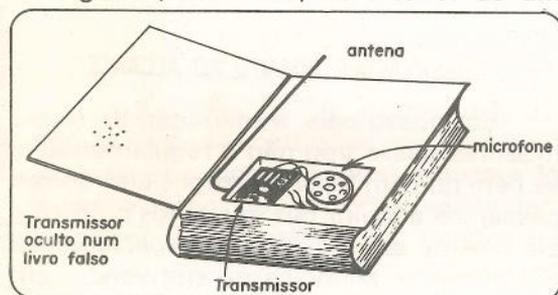


figura 1

livro preparado especialmente para esta finalidade (figura 1).

- No caso do transmissor ser usado como microfone volante, em demonstrações ou simplesmente para comunicação à distância, sua instalação poderá ser feita numa caixinha plástica de dimensões apropriadas (figura 2).

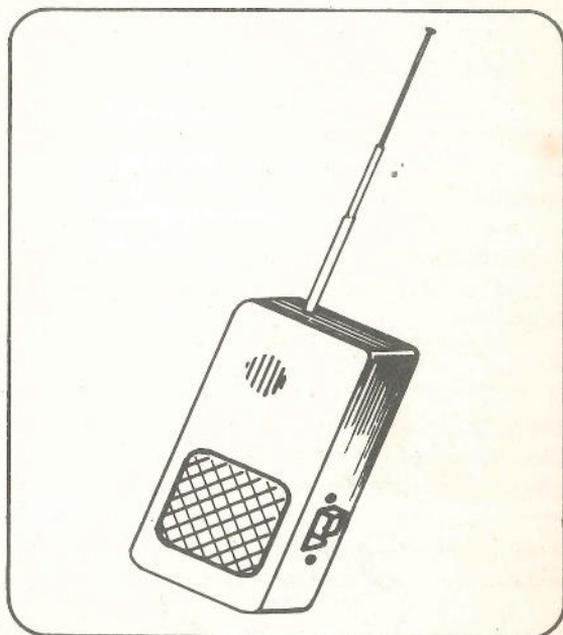


figura 2

- No caso do transmissor operar como retransmissor de sinais ou como oscilador fonográfico, ou ainda na emissão do som de um televisor, poderá ser dispensada a caixa e ser instalado no interior do próprio aparelho com o qual deverá operar (figura 3).

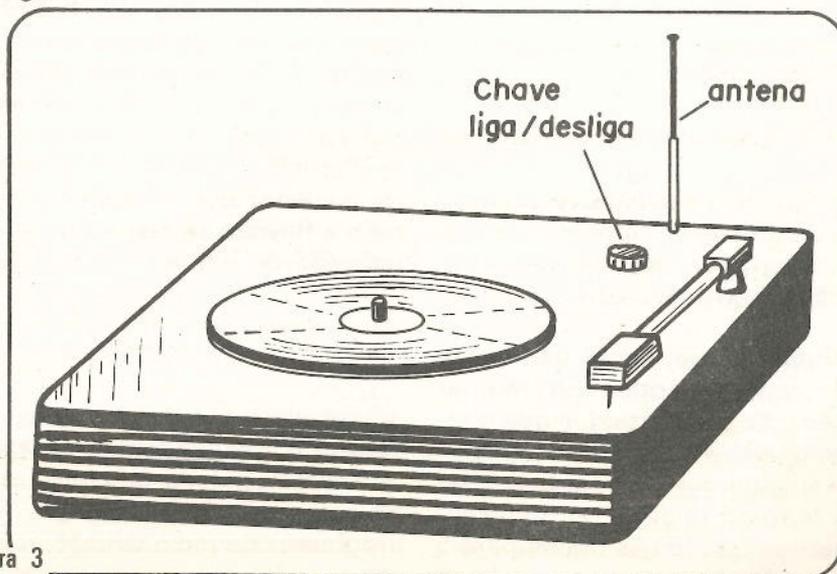


figura 3

## CARACTERÍSTICAS DO TRANSMISSOR

Frequência de operação 88 a 108 MHz  
Alcance (Alimentação de 3 volts) 30 m  
Tensões de alimentação . . . . . 1,5 a 6 V  
Modulação em frequência 10 Hz a 10 KHz  
Consumo sob tensão de 3 volts . . 8 mA  
Entrada de sinal . . . . . 100 k $\Omega$

A publicação de diagramas de transmissores de FM, não é novidade, principalmente em revistas estrangeiras; entretanto, este projeto apresenta uma inovação que não só facilita a montagem por parte do principiante como também garante um funcionamento dentro da gama de frequências desejada; não se necessita de nenhuma bobina!

De fato, o ponto crítico de qualquer projeto transmissor que opere em frequências elevadas, sempre foi a bobina. Neste caso, a solução para este problema, foi simples, porém de certo modo inédita. A bobina é impressa na própria placa em que é montado o transmissor (figura 4).



figura 4

Com isso, evita-se o deslocamento da faixa de operação, que pode ocorrer pelas diferenças, segundo a maneira como cada montador enrola esse componente e que em alguns casos pode implicar em completa inoperância do circuito!

A conclusão é que, como não existe nenhum componente crítico na montagem, sua execução por parte dos que pouca experiência tenham em eletrônica, é facilitada sensivelmente. Basta saber manejar um ferro de soldar e ter bom senso para seguir as instruções dadas para a montagem e não haverá motivo algum

para que o aparelho deixe de funcionar segundo o previsto.

Um único ajuste, é necessário para colocar o transmissor em operação. O sinal do transmissor, deve ser ajustado para ter uma frequência entre 88 e 108 MHz, ou seja, dentro da faixa de FM (Frequência Modulada), para que possa ser captado por um receptor comum desse tipo. A escolha da frequência, deverá ser feita de modo que o seu sinal seja captado num ponto de mostrador do rádio em que não exista nenhuma estação em operação. Em São Paulo, por exemplo, o leitor terá facilidade em colocá-lo para operar entre 104 e 108 MHz onde não existe nenhuma estação.

Evidentemente, em outras cidades, a escolha das faixas serão outras e em função das frequências das estações que existam no local.

## OBSERVAÇÕES QUANTO AO ALCANCE

Em nosso país, a utilização de transmissores desse tipo não é regulamentada, se bem que em lojas de artigos eletrônicos possamos adquirir tais aparelhos prontos e até mesmo em publicações especializadas encontremos anúncios de sua venda. Em consequência, a sua utilização é de inteira responsabilidade do montador. NÃO deve ser utilizada antena de comprimento maior que o recomendado a fim de que o sinal irradiado não ultrapasse o âmbito domiciliar e com isso venha causar interferências em aparelhos vizinhos (o que por lei é considerado contravenção e portanto sujeito a penas). O uso do aparelho dentro do âmbito domiciliar é portanto de responsabilidade do leitor que o montar. (Nem o autor, nem a Revista se responsabilizam pelo uso indevido do aparelho descrito).

## PORQUE FM

A utilização das frequências mais elevadas, correspondentes à faixa de frequência modulada tem seu uso incentivado pelas autoridades para a irradiação de programas de radio difusão, não sem motivos.

Denominamos de radiodifusão, as transmissões feitas por ondas eletromagnéticas que visam o entretenimento, a informação, a educação, e no mundo inteiro, dois processos básicos são utilizados para levar um programa de estação transmissora ao receptor, junto ao ouvinte.

As transmissões podem ser feitas por meio de estações de AM (amplitude modulada), que operam nas chamadas faixas de ondas médias e curtas (na Europa também encontramos radiodifusão nas faixas de ondas longas) e por meio de estações de FM (frequência modulada), que operam em faixa apropriada, de frequências muito mais elevadas (figura 5).



figura 5

Tanto as faixas de ondas médias, como as de ondas curtas, se encontram no mundo inteiro congestionadas em vista do grande número de estações existentes, como também em vista de seu alcance, de modo que uma estação longinqua pode ser interferida por uma estação local e vice-versa se operarem em frequências próximas. Se o leitor sintonizar seu receptor de ondas curtas à noite, poderá perceber como as estações estão próximas uma das outras e como isso pode significar interferências de uma sobre as outras.

No caso das ondas médias e curtas, o problema não é tão grave, pelo menos durante o dia, quando as emissões não tem alcance muito grande. Durante à noite, entretanto, uma estação fraca de uma cidade pequena pode ser fortemente prejudicada em suas emissões por uma estação forte de uma grande cidade distante.

Mas o grande problema das estações que transmitem tanto em ondas médias como curtas, é que o processo que utilizam para levar a voz e a música ao ouvinte, não permite que este a receba com perfeita fidelidade.

Como as faixas destinadas as estações são estreitas, em vista do grande congestionamento, pois cada uma deve ocupar uma largura de apenas 5 KHz, somente sons de frequências até 5 kHz podem ser transmitidos nessas emissões. Ora, nossos ouvidos alcançam para além dos 10 kHz e para obtermos uma boa fidelidade de reprodução em qualquer música devemos ter os agudos que correspondem às frequências de 5 kHz a 10 kHz.

No caso das emissões em AM (Amplitude modulada), esses agudos são perdidos completamente. Os rádios de AM não são portanto o que se pode chamar de ideal para a audição da música.

O nome amplitude modulada (AM), vem do fato da onda eletromagnética portadora da informação da música, som etc, ter sua intensidade ou amplitude alterada no mesmo ritmo da música, som que deve ser transmitido. (figura 6)

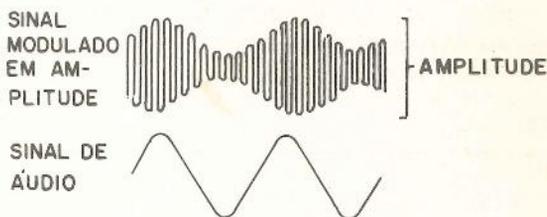


figura 6

Como a onda adquire sua intensidade máxima e mínima acompanhando as variações do som que deve ser emitido, nos instantes em que ela se "enfraquece", torna a emissão bastante vulnerável a interferência e ruídos. Assim, além de não obtermos boa fidelidade nas transmissões de AM (ondas médias e curtas), essas transmissões são bastante afetadas por interferências de outras emissões ou ruídos provocados por más condições atmosféricas, motores, aparelhos elétricos, etc.

No caso das emissões em frequência modulada (FM), temos diversas vantagens sobre AM.

Na emissão em frequência modulada, é utilizada uma frequência muito mais elevada de emissões, numa região em que não há um congestionamento de estações.

Na verdade, as ondas utilizadas em FM caracterizam por ser propagarem até uma

distância limitada da estação, de modo que mesmo a uma distância de uns 400 km, por exemplo, uma estação não interferirá na outra, pois uma se encontra fora do

alcançe da outra. Com isso, pode-se distribuir as frequências entre as estações de um país sem o perigo de uma interferir na outra. (figura 7).

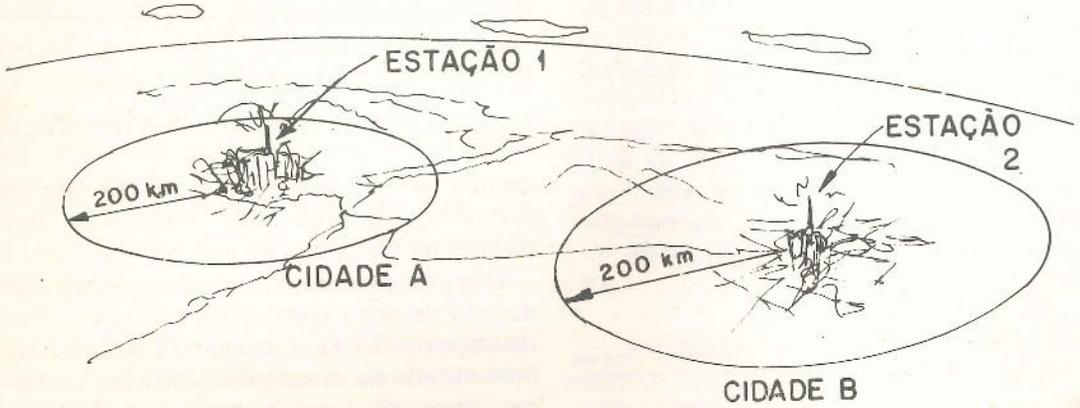


figura 7

O alcance médio de uma estação de FM (por maior que seja sua potência, independente de condições especiais de propagação), está em torno dos 200 km.

Com isso, para cada região, pode-se destinar um espaço maior para cada estação que, com isso terá uma faixa maior para a transmissão dos sinais de áudio, obtendo-se portanto muito maior fidelidade na reprodução da música. De fato, não só podem ser transmitidos sons de uma faixa que se estende até os 10 KHz (não se perdem os agudos), como também, por uma única emissão podem ser transmitidos dois canais de som ou seja, dois sinais, ou até mesmo quatro obtendo-se a recepção estereofônica (FM-estéreo), ou a recepção quadrifônica (FM-quadrifônico). (figura 8)

A modulação em frequência (FM), caracteriza por se fazer a frequência do sinal a ser emitido, variar no mesmo ritmo que o sinal de som que deve ser levado ao receptor. (figura 9).

No que diferem os transmissores e os receptores de FM?

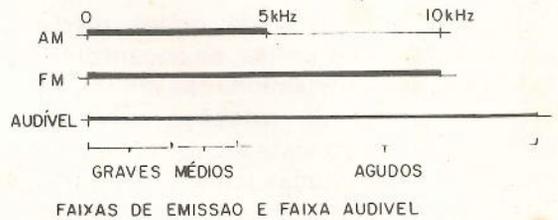


figura 8

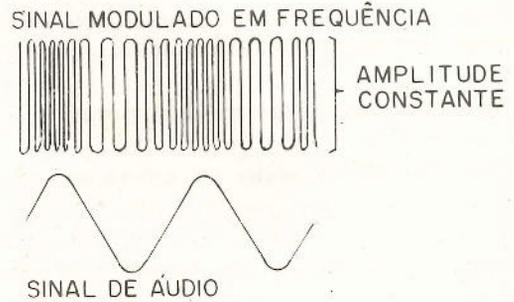


figura 9

No caso de uma transmissão em ondas médias, as frequências das estações são relativamente baixas, entre 550 e 1600 KHz, o que significa que os circuitos não precisam ser muito críticos. Encontramos

nos receptores comuns uma etapa de sintonia que seleciona o sinal que queremos ouvir, e depois etapas de amplificação de frequência intermediária, normalmente

455 KHz, e a etapa detectora que extrai do sinal de FI de alta frequência, o sinal correspondente aos sons que devem ser reproduzidos. (figura 10)



figura 10

Num receptor de FM, também encontramos logo de início uma etapa de sintonia, mas como a frequência em que deve operar é bem mais elevada, encontramos diferenças em relação aos receptores de AM. Os receptores de FM devem sintonizar frequências entre 88 e 108 MHz, de modo que além de todas as ligações serem curtas e diretas, à própria bobina consta de um número bem menor de espiras.

A frequência intermediária (FI), também é bem mais elevada que num receptor de

AM, e a separação do sinal de FI do sinal de áudio (correspondente aos sons que devem ser ouvidos), é feita por uma etapa denominada "discriminador".

A partir do momento em que o sinal de áudio é obtido, o amplificador para o rádio de AM e FM pode ser o mesmo. Normalmente nos rádios de duas faixas (AM e FM), encontramos um único circuito operando quer quando se sintoniza uma ou outra faixa. (figura 11)

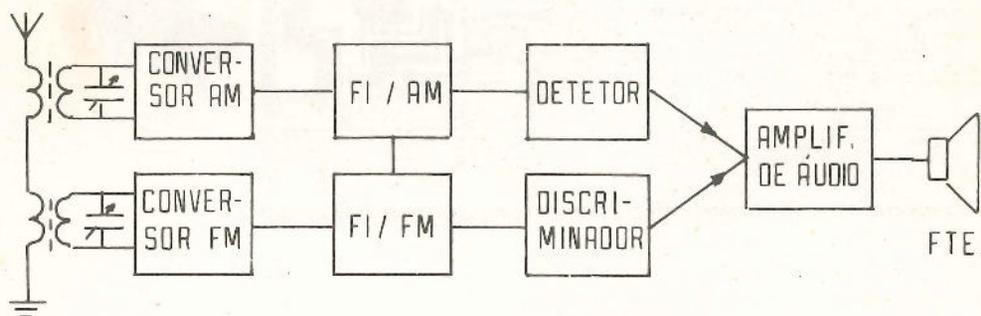


figura 11

No mercado, atualmente, são disponíveis diversos tipos de receptores portáteis de custo relativamente baixo que podem captar as estações de FM.

Se bem que tais receptores nunca possam captar estações distantes, a não ser em condições especiais, a obtenção da audição de música com boa fidelidade, aliada à imunidade a ruídos que este tipo de transmissão oferece, compensa plenamente a aquisição desses aparelhos.

O transmissor que descrevemos neste artigo, e de cuja montagem propriamente dita falaremos na segunda parte, destina-se a ser ouvido num receptor de FM (portátil, de mesa, ou de automóvel), e com o

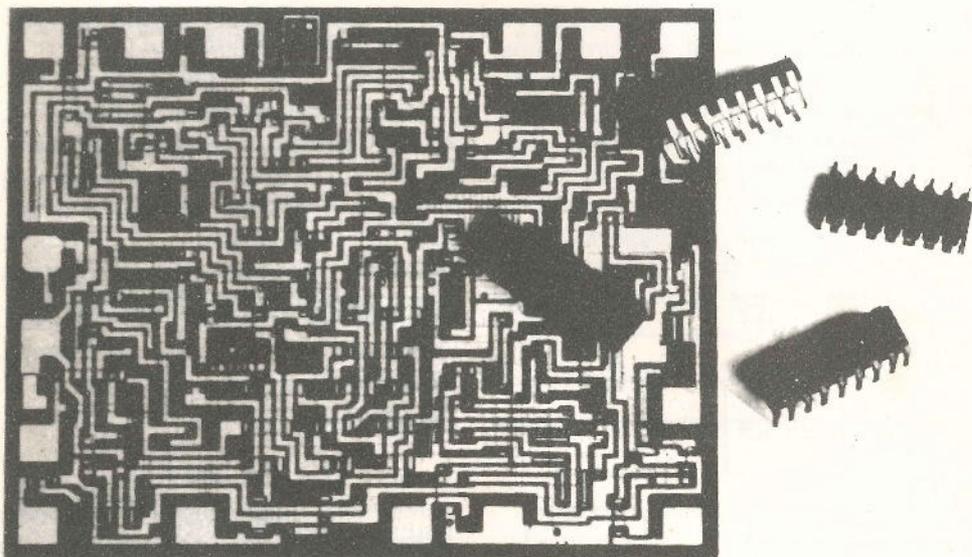
processo de modulação de frequência, operando numa frequência elevada consegue-se com um mínimo de componentes, aliar boa sensibilidade, fidelidade de transmissão a um alcance elevado para seu tamanho.

Os sinais de frequências elevadas, caracterizam-se por sua penetração muito maior quando se trata de pequenas potências em distâncias não muito grandes, sem obstáculos.

Aguarde a segunda parte do transmissor, e se você não tem um bom receptor de FM, comece a procurar por um, que o empreendimento valerá a pena.

# "COS MOS - CONCEITOS E CONSIDERAÇÕES" - III

PAULO CESAR MALDONADO



Proseguindo com a apresentação das principais funções lógicas disponíveis em tecnologia Cos-Mos, neste artigo damos mais alguns circuitos de modo a permitir que o leitor tenha seu próprio manual.

Uma função bastante importante é a exercida pelos Registros de Deslocamentos (Shift Registers).

Um registro é simplesmente um conjunto de flip-flops e circuitos associados de tal modo que o conjunto em sua totalidade possa exercer determinada função.

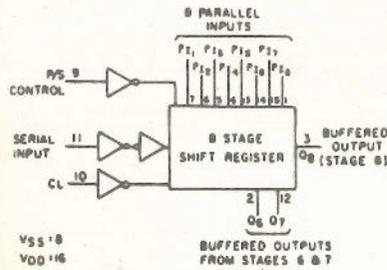
O registro de deslocamento, representa um registro binário com capacidade para deslocar o conteúdo do registro, uma etapa de cada vez, para à direita ou para a esquerda, por meio da entrada de deslocamento (shift input).

Dentre os circuitos integrados COS MOS que exercem esta função citamos os

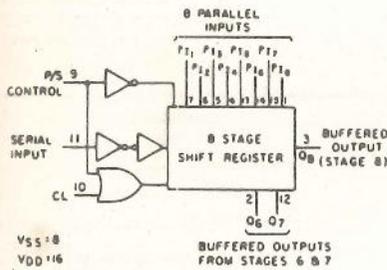
seguintes:

CD4006	CD4031	MC14517
CD4014	CD4034	MC14549
CD4015	CD4035	MC14559
CD4021	CD4062	MC14562

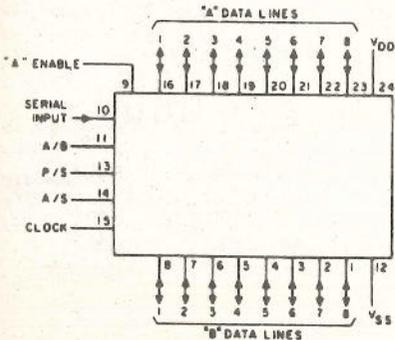
Nas figuras seguintes damos a disposição dos terminais desses circuitos:



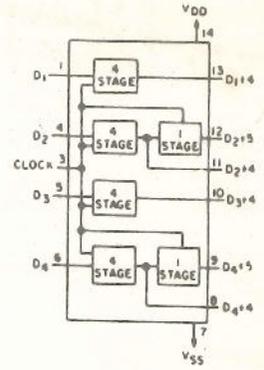
**CD4014A**  
8-Stage Synchronous  
Parallel Input/Serial Output



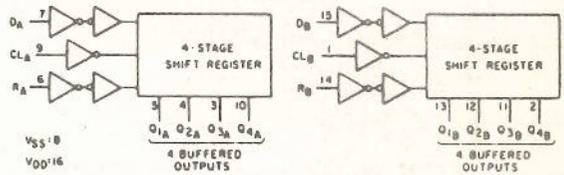
**CD4021A**  
8-Stage Asynchronous  
Parallel Input/Serial Output



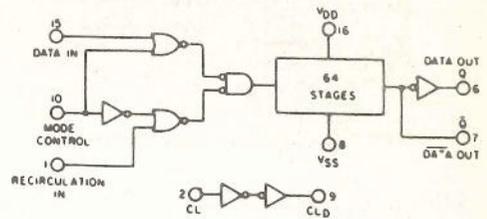
**CD4034A**  
8-Stage Bidirectional



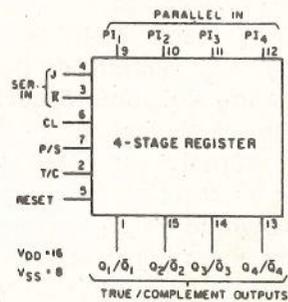
**CD4006A**  
18-Stage



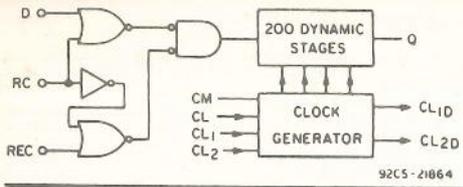
**CD4015A**  
Dual 4-Stage with Serial  
Input/Parallel Output



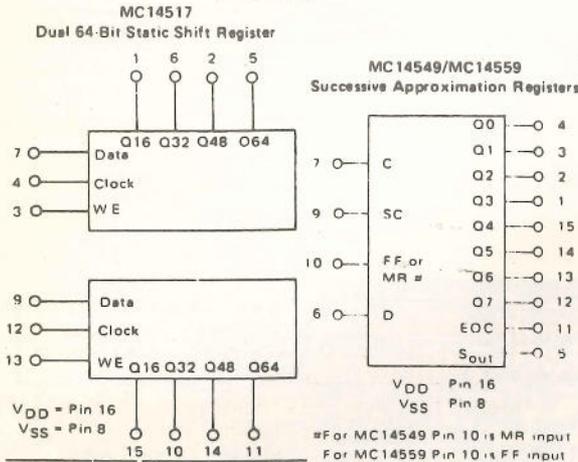
**CD4031A**  
64-Stage



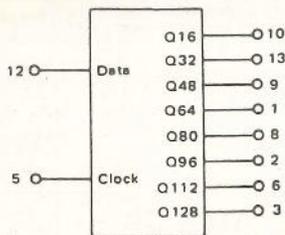
**CD4035A**  
4-Stage with J-K Input



CD4062A Preliminary  
200-Stage



MC14562  
128-Bit Static Shift Register



Pins 4 and 11  
not used.  $V_{DD}$  = Pin 14  
 $V_{SS}$  = Pin 7

A outra função a ser focalizada é a formada pelos contadores (counters).

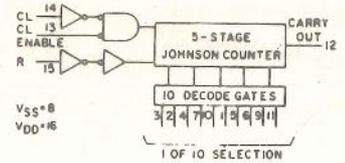
De modo simplificado podemos dizer que um contador consiste numa disposição lógica de flip-flops de tal modo que o estado desses flip-flops seja uma representação em binário do número de pulsos aplicado ao circuito.

Como a capacidade de representação em binário do número de pulsos de entrada depende do número de flip-flops e de sua maneira de ligação, há uma limitação para o número de pulsos que se pode "contar" num circuito desse tipo. Deste modo, quando o número de pulsos excede o máximo, no pulso seguinte o circuito é "zerado" ou seja, volta ao seu estado inicial.

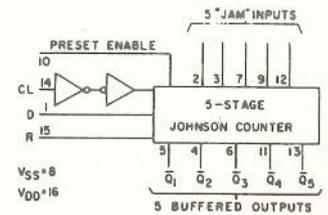
Damos a seguir os circuitos disponíveis em tecnologia COS MOS para esta função:

- CD4017
- CD4018
- CD4020
- CD4022
- CD4029
- CD4040
- CD4045
- CD4059

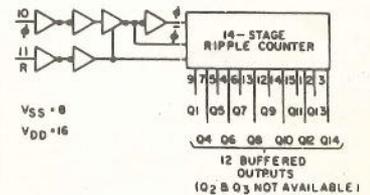
- MC14510
- MC14516
- MC14518
- MC14520
- MC14521
- MC14522
- MC14526
- MC14534
- MC14536
- MC14553
- MC14566



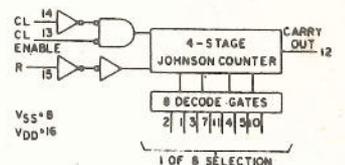
CD4017A  
Decade Counter/Divider  
Plus 10 Decoded Decimal Outputs



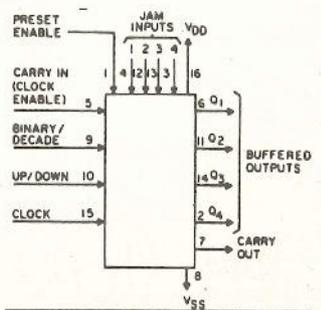
CD4018A  
Presettable Divide-by-'N' Counter  
Fixed or Programmable



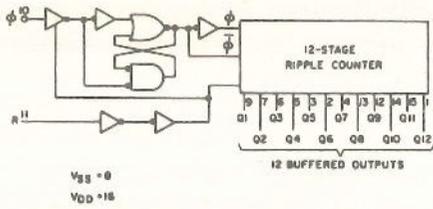
CD4020A  
14-Stage



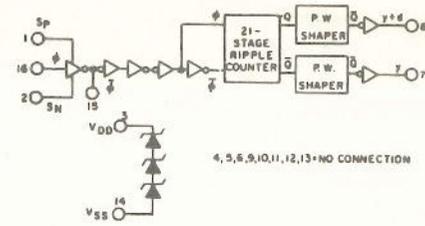
CD4022A  
Divide-by-8 Counter/Divider  
With 8 Decimal Outputs



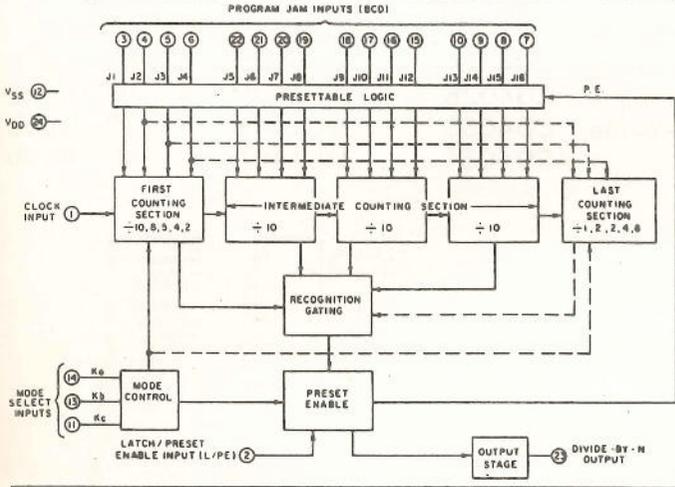
CD4029A  
Presettable, Up/Down Counter  
Binary or BCD-Decade



**CD4040A**  
12-Stage

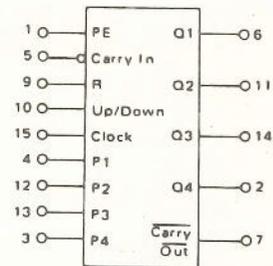


**CD4045A**  
21-Stage



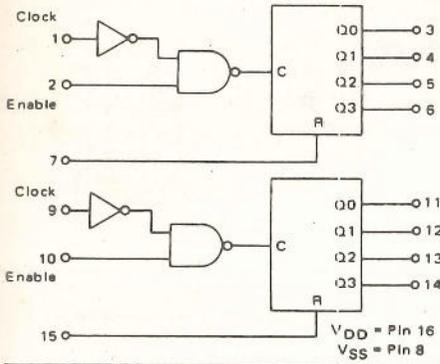
**CD4059A Preliminary**  
Programmable Divide-by-'N' Counter

**MC14510 - BCD**  
**MC14516 - Binary** } Up/Down Counters

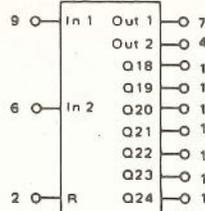


$V_{DD}$  = Pin 16  
 $V_{SS}$  = Pin 8

**MC14518 - Dual BCD**  
**MC14520 - Dual Binary** } Up Counters

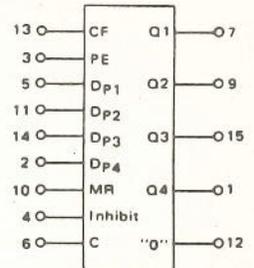


**MC14521**  
24-Stage Frequency Divider



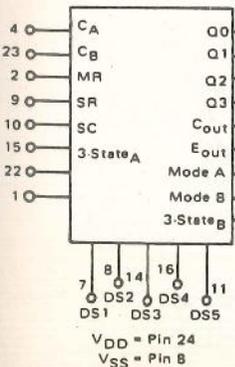
$V_{DD}$  = Pin 16  
 $V_{SS}$  = Pin 8

**MC14522 - BCD**  
**MC14526 - Binary** } Programmable Divide-by-'N' 4-Bit Counters

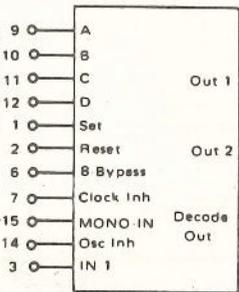


$V_{DD}$  = Pin 16  
 $V_{SS}$  = Pin 8

**MC14534**  
Real Time 5-Decade Counter

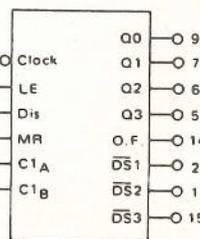


**MC14536**  
Programmable Timer



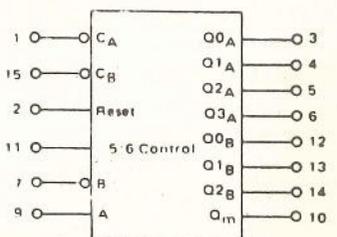
$V_{DD}$  = Pin 16  
 $V_{SS}$  = Pin 8

**MC14553**  
Three-Digit BCD Counter



$V_{DD}$  = Pin 16  
 $V_{SS}$  = Pin 8

**MC14566**  
Industrial Time Base Generator



$V_{DD}$  = Pin 16  
 $V_{SS}$  = Pin 8

Os decodificadores tem uma importância muito grande nos circuitos lógicos, pois fazem a conversão de uma saída binária, ou binária codificada em decimal transformando-a em decimal ou num sinal compatível à produção de dígitos em displays de 7 segmentos.

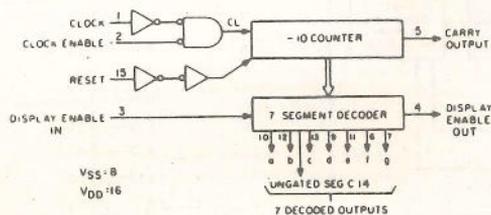
No primeiro caso, tem-se uma entrada para o sinal codificado em binário e 10 saídas correspondentes aos equivalentes em decimal do sinal de entrada. Este tipo de decodificador é usado na excitação de mostradores que tenham uma entrada para cada dígito como os tubos nixie, que operam com uma tensão relativamente elevada.

No segundo caso temos uma entrada ou conjunto de entradas (4) correspondentes ao sinal binário e 7 saídas correspondentes aos segmentos do mostrador.

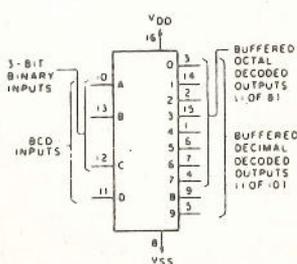
Estes circuitos são também dotados de recursos que permitem seu acoplamento a outros de mesma série de modo a fazer a transferência dos excessos (vai 1), de permitir o rearme do conjunto (reset), etc.

São os seguintes os decodificadores disponíveis em tecnologia COS MOS.

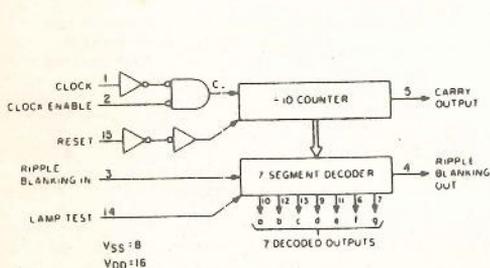
CD4026	CD4055	MC14515
CD4028	CD4056	MC14543
CD4033	MC14511	MC14555
CD4054	MC14514	MC14556



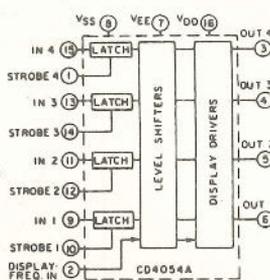
**CD4026A**  
Decade Counter/Divider with 7-Segment Display Outputs and Display Enable



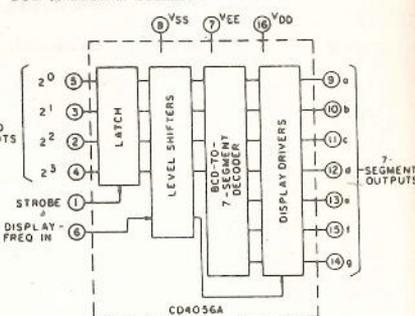
**CD4028A**  
BCD-to-Decimal Decoder



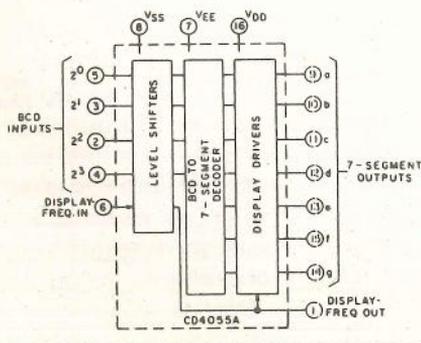
**CD4033A**  
Decade Counter/Divider with 7-Segment Display Outputs and Ripple Blanking



**CD4054A**  
Liquid-Crystal Driver 4-Line

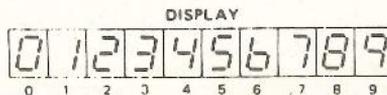
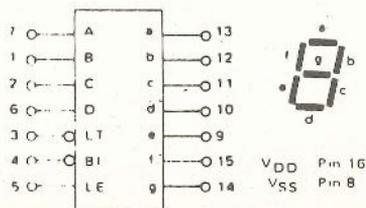


**CD4056A**  
Single-Digit Liquid-Crystal Driver with Strobed-Latch Function

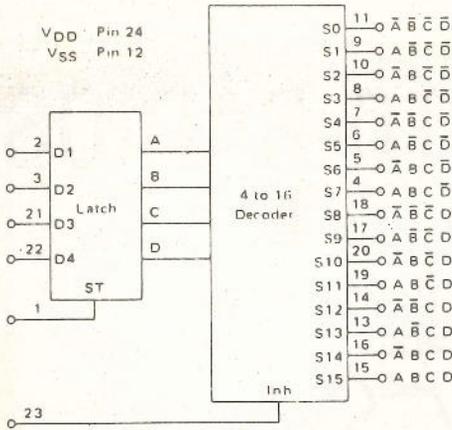


**CD4055A**  
Single-Digit Liquid-Crystal Driver with "Display-Frequency" Output

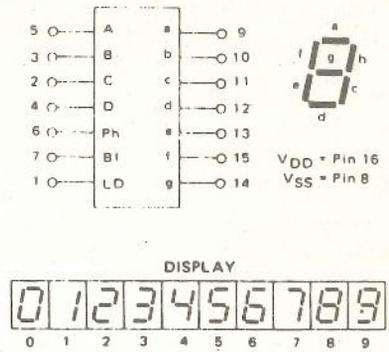
**MC14511**  
BCD-to-Seven Segment Latch/Decoder/Driver



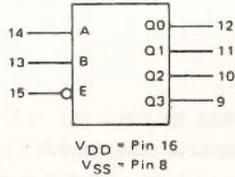
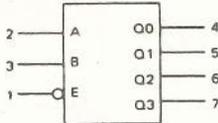
MC14514, MC14515  
4-Bit Latch/4-to-16 Line Decoder



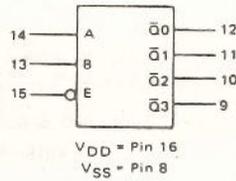
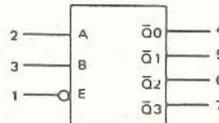
MC14543  
BCD-To-Seven Segment  
Latch/Decoder/Driver



MC14555  
Dual Binary To 1-of-4  
Decoder/Demultiplexer



MC14556  
Dual Binary To 1-of-4  
Decoder/Demultiplexer

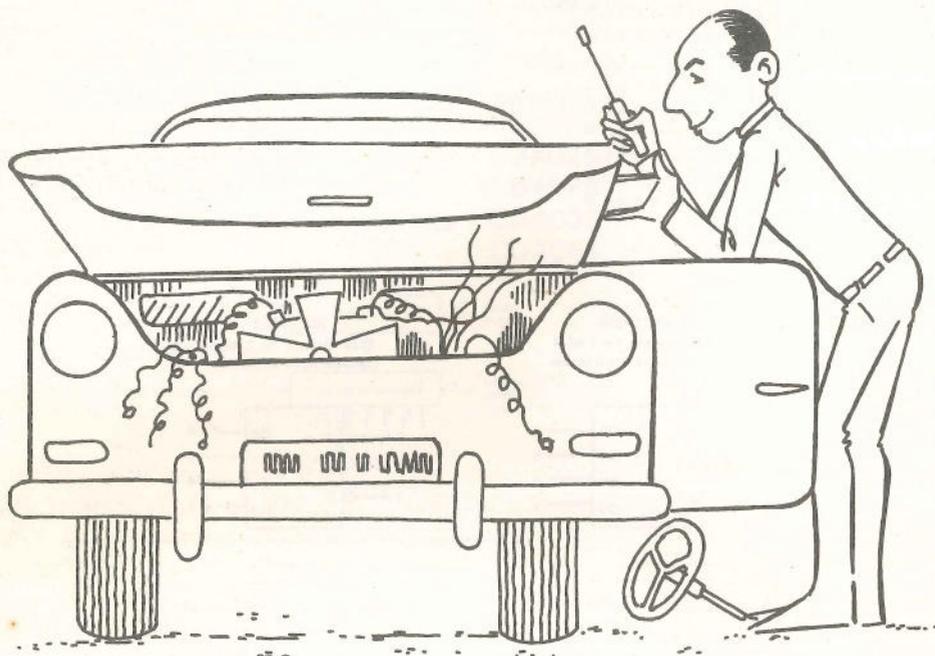


PREZADO LEITOR: POR ENQUANTO NÃO ESTAMOS ACEITANDO ASSI-  
NATURAS. NÃO PODEMOS FORNECER OS NÚMEROS 1 A 44.



EM SUA CORRESPONDÊNCIA, NÃO  
ESQUEÇA DE COLOCAR "REVISTA  
ELETRÔNICA".

# INSTALAÇÃO DE AUTO-RÁDIOS



Não são raros os casos em que o bom desempenho de um auto-rádio é seriamente comprometido pela falta de atenção na execução dos diversos itens contidos nas respectivas instruções de montagem. Este artigo visa a esclarecer a melhor maneira de instalar um auto-rádio, de qualquer tipo, seja de modelo simples ou mais complexo.

O funcionamento perfeito de um auto-rádio dependê, obviamente, dos seus acessórios. Vejamos então, qual o procedimento correto para sua instalação, diminuindo assim, possíveis dúvidas.

As antenas mais recomendáveis são as metálicas, pois, são as que menos interferências captam.

A instalação da antena deve obedecer a certas normas, ditadas pelo fabricante, e que visam proporcionar o máximo rendimento possível.

Um fator importantíssimo, na sua localização é a escolha de pontos afastados das fontes de interferências, pois caso contrário, será facilitada a captação de toda sorte de interferências cuja eliminação se tornará difícil, neutralizando a ação de qualquer acessório de supressão de ruídos.

## CONSIDERAÇÕES SOBRE A MONTAGEM DA ANTENA

Sempre deve ser o mais perfeito possível, o contato elétrico entre a base da antena e a carroceria metálica do veículo. Podem ocorrer casos, em que se estabelece uma pequena impedância parasita, devido à presença de uma resistência de contato. Esta impedância, age como antena, por onde podem penetrar os picos de alta tensão gerados no sistema de ignição. O mesmo tipo de defeito pode ocorrer quando a antena possui uma boa conexão à terra, porém, o autorádio propriamente

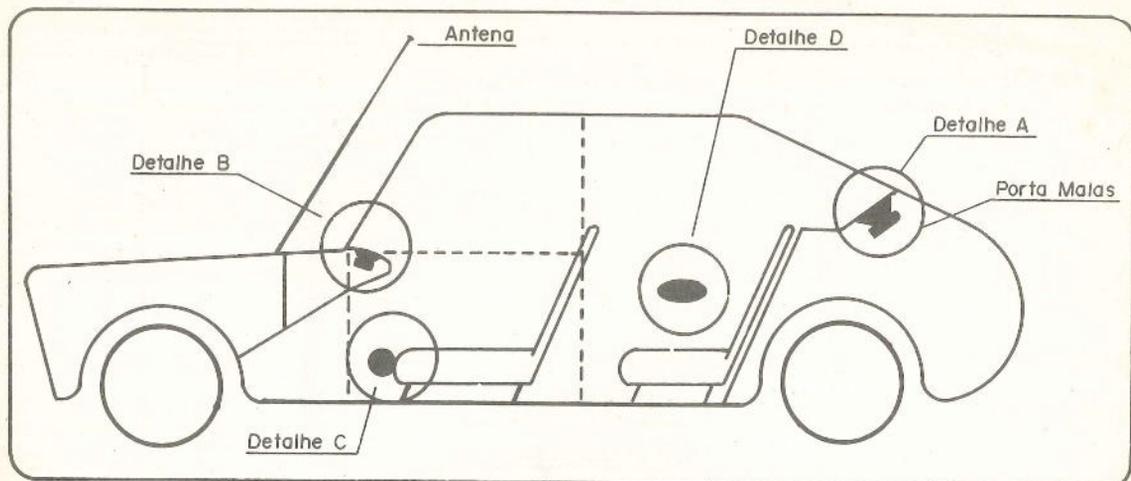


Figura 1 - Ponto de localização da antena e pontos de localização dos alto-falantes no interior de um automóvel. Os detalhes são analisados nas figuras seguintes.

dito, não possui a necessária conexão elétrica, entre sua caixa metálica e a carroceria do automóvel.

Depois de efetuar a furação da carroceria, de acordo com o desenho fornecido pelo fabricante da antena, deve-se lixar (para remoção de rebarbas) e untar com graxa grafitada a parte interna da chapa. Essa providência possui duplo efeito, qual seja, melhorar o contato elétrico e impedir a formação de ferrugem na parte exposta da chapa. É importante observar a correta colocação da arruela dentada, na base da antena, para facilitar o contato de terra.

#### COLOCAÇÃO DOS ALTOFALANTES

Os alto-falantes são transdutores que convertem a energia elétrica em energia acústica. Como são destinados à reprodução de música (entre outros sons), são projetados e construídos para que ofereçam a maior fidelidade possível.

A preservação dessa fidelidade exige uma proteção adequada, seja contra os raios solares (por meio de uma tela metálica), seja contra o pó (através de uma proteção de tecido).

Cabe aqui, um alerta aos proprietários dos veículos onde serão instalados os alto-falantes, que são bastante suscetíveis a mudanças bruscas de pressão. Com efeito, os alto-falantes especiais para automóveis não possuem proteção contra motoristas descuidados, que batem as portas com violência, quando todos os vidros das janelas estão fechados. Com isto, o cone do

alto-falante sofre um verdadeiro martírio, podendo até mesmo romper-se precocemente.

Os alto-falantes expostos, como os que são montados no interior do porta-malas, deverão ser protegidos contra batidas em seu corpo, que poderiam danificá-los seriamente.

Para a instalação, devem ser consultados os desenhos da figura 3, 4, 5, 6 e 7, para a escolha do sistema mais adequado.

#### SUPRESSÃO DE INTERFERÊNCIAS

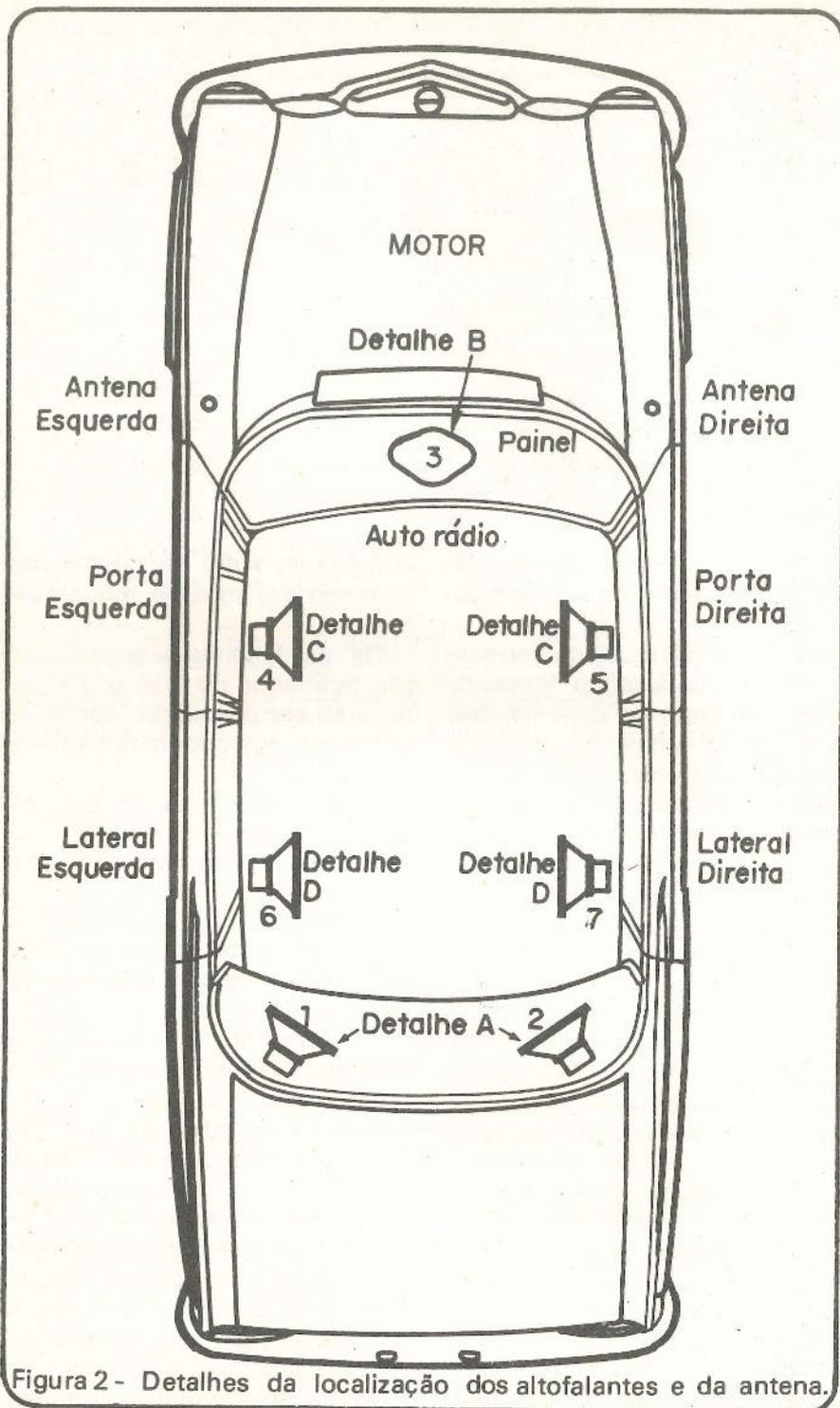
Normalmente, todos os automóveis já saem da fábrica com supressores de ruídos instalados nas velas.

Caso se constate alguma interferência deve-se verificar o valor de resistência encontrada no supressor. Estando correto esse valor ( $5 \text{ a } 10 \text{ k}\Omega$ ), deve-se intercalar um resistor supressor no circuito de ignição, entre a bobina e o distribuidor. No restante do motor, pode-se utilizar capacitores como supressores de interferências.

Na colocação destes filtros, deve-se observar dois pontos: primeiro, se os pontos a serem filtrados (bobina de alta tensão, gerador, regulador etc) estão com suas ligações de massa perfeitas e segundo, se a ligação do capacitor à massa do veículo está perfeita.

#### VERIFICAÇÃO DO FUNCIONAMENTO CORRETO DO AUTORÁDIO

Calibra-se o trimmer da antena na posição AM, com o receptor sintonizado numa



região situada entre as emissoras, para obter máximo ruído.

A seguir, sintoniza-se uma estação fraca na faixa de AM e liga-se o sistema motor do automóvel. Caso surjam interferências, deve ser feita uma revisão da fixação da

antena e do autorádio, assim como do estado dos supressores. Se estiver tudo em ordem, deve-se tentar melhorar a supressão mediante a aplicação de fitas-massas.

Todos os resultados dos testes aplica-

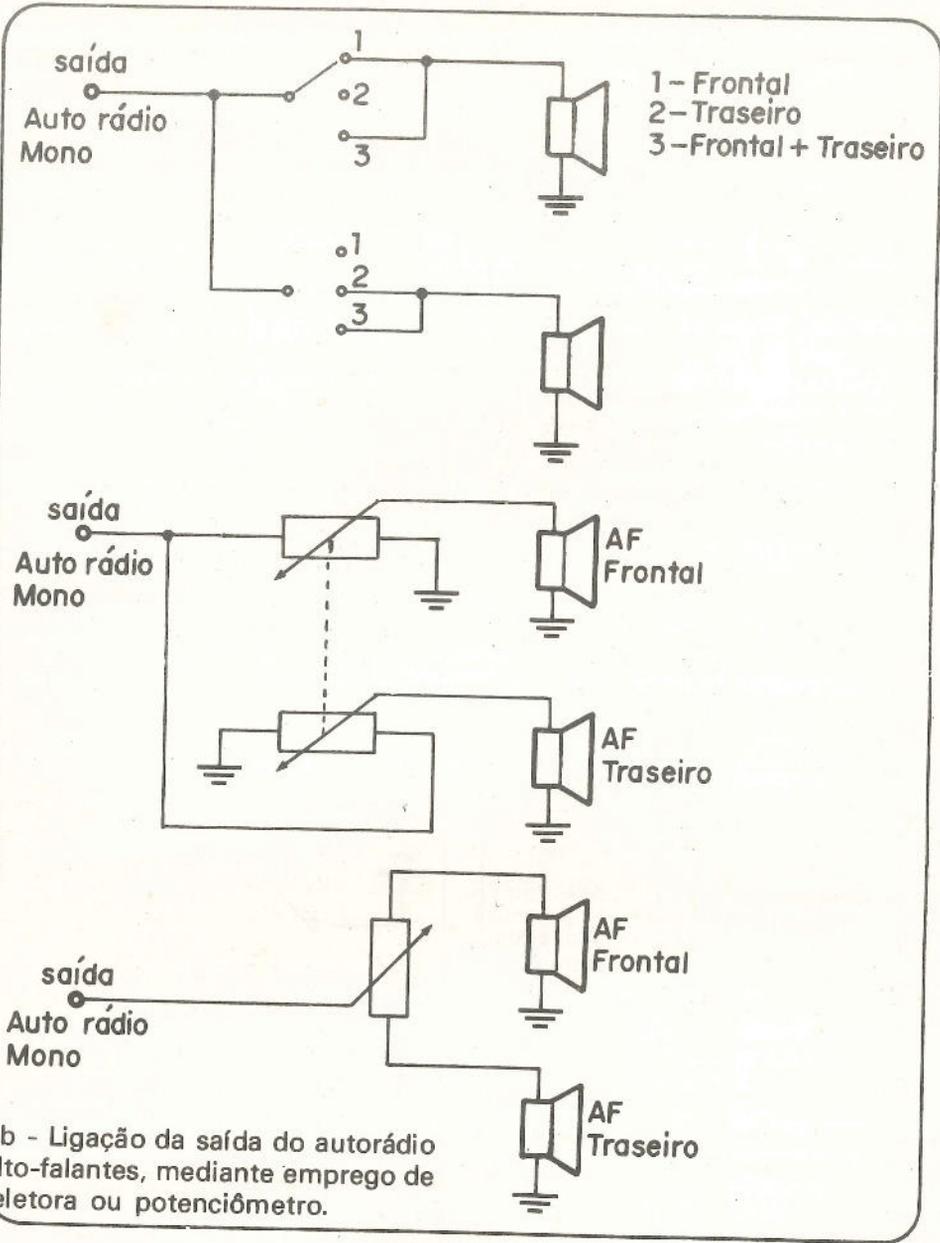


Figura 4b - Ligação da saída do autorádio com 2 alto-falantes, mediante emprego de chave seletora ou potenciômetro.

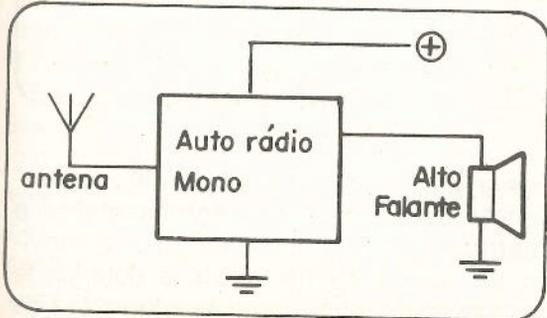


Figura 3 - Ligação do autorádio com 1 alto-falante. Normalmente o alto-falante será colocado no painel, conforme figura 1 e 2 (detalhe B)

dos devem ser analisados com bom senso; desta avaliação depende o bom êxito dos trabalhos.

### CONCLUSÃO

Qualquer técnico pode instalar um autorádio, desde que siga as instruções de instalação, que são suficientemente claras. Obedecidos os diversos itens das instruções de montagem, você conseguirá instalar seu autorádio sem maiores dificuldades.

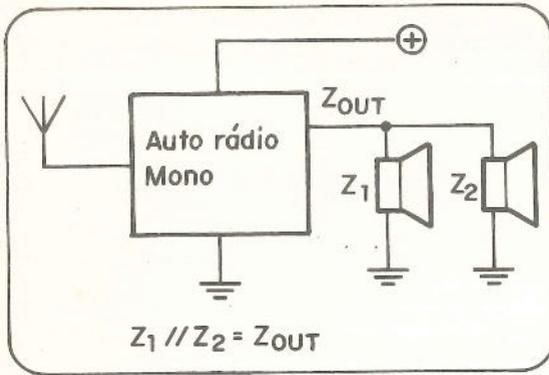


Figura 4a - Ligação do autorádio com 2 alto-falantes. Normalmente os alto-falantes possuem o mesmo valor de impedância e estão ligados em fase, conforme a distribuição das figuras 1 e 2, detalhes A e B.

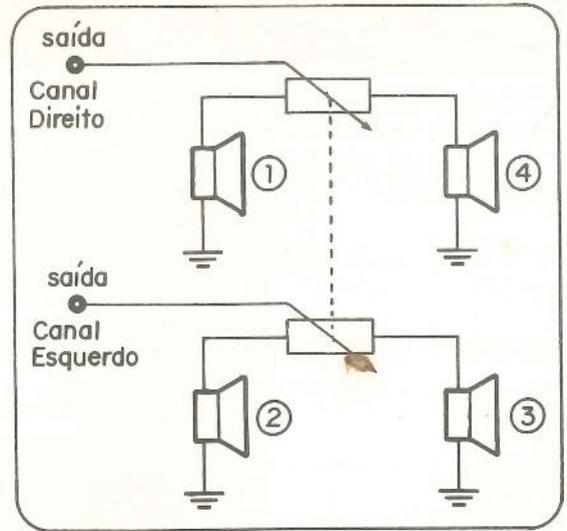


Figura 6b - Ligação da saída do autorádio estéreo com 4 alto-falantes e controle de balanço dinâmico.

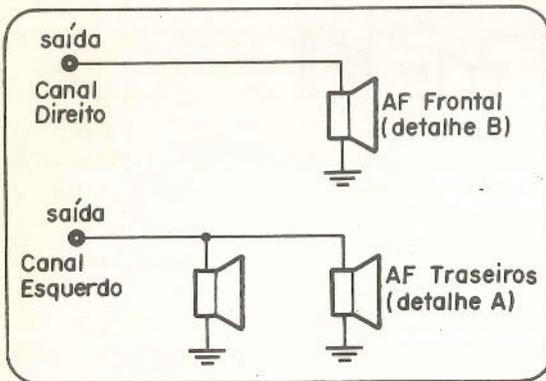


Figura 5 - Ligação da saída do auto-rádio estéreo com 3 alto-falantes, conforme detalhes A e B.

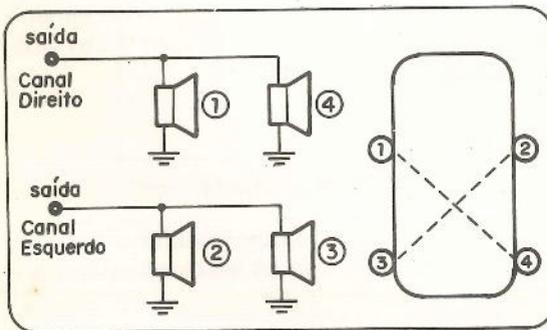


Figura 6a - Ligação da saída do autorádio estéreo com 4 alto-falantes.

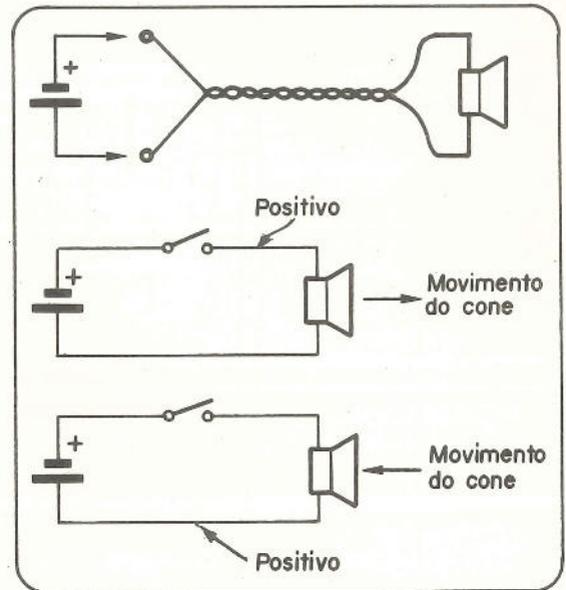


Figura 7 - Processo para fasear os alto-falantes: Se se ligar momentaneamente o interruptor S1 e o cone realizar um movimento para a frente, anote a polaridade positiva no fio que estiver ligado ao (+) da bateria. Caso contrário, marque positivo no fio ligado ao polo (-) da bateria. Procedendo assim, achará a fase elétrica de todos os alto-falantes.

# CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO COM PORTAS TTL

AQUILINO R. LEAL

De uma forma geral nos circuitos binários se verificam dois valores ou limites de valores da tensão do sinal, comumente denominados estados. O valor mais alto da tensão de sinal -  $V_H$  - é denominado estado alto e, o valor mais baixo da tensão de sinal -  $V_L$  - conhece-se por estado baixo. Usualmente estes dois estados são representados abreviadamente pelas letras "H" e "L", respectivamente: H de "high" (alto) e L de "low" (baixo).

O sinal de saída é, normalmente, no caso mais simples, obtido a partir de dois sinais de entrada e, este tipo de circuitos em que, a partir da combinação de dois ou mais sinais de entrada, se obtém um sinal de saída, recebem o nome de portas ("gates" em inglês).

Um determinado circuito de componentes binários integrados que se caracteriza pela ação combinada de, unicamente, transistores, conhece-se pela abreviatura TTL proveniente da expressão inglesa "Transistor Transistor Logic" (lógica transistor-transistor). Isto representa que a lógica binária é realizada apenas por transistores; no entanto existem outros tipos de circuitos que além de transistores empregam diodos para realizar suas funções binárias, entre outros. Este tipo de circuitos são conhecidos pela sigla DTL (Diode Transistor Logic). Existem outros tipos de

"lógica", porém, em virtude da finalidade

deste trabalho não se enquadram no mesmo.

Dentre as portas TTL mais conhecidas e que maior aplicação encontram na prática destacam-se as portas "NAND" e "NOR". Estas expressões são provenientes da contração das palavras inglesas "NOT AND" e "NOT OR" podendo ser traduzidas respectivamente como NÃO E e NÃO OU. Estas portas podem apresentar, duas entradas (número mínimo), três, quatro ou oito entradas (número máximo) num mesmo CI (circuito integrado), possibilitando um número limitado de combinações possíveis de entrada.

A figura 1 mostra a simbologia empregada, usualmente, na maioria dos casos para estas duas portas. Existem outras simbologias mais ou menos complexas, porém, as apresentadas são reconhecidas internacionalmente.

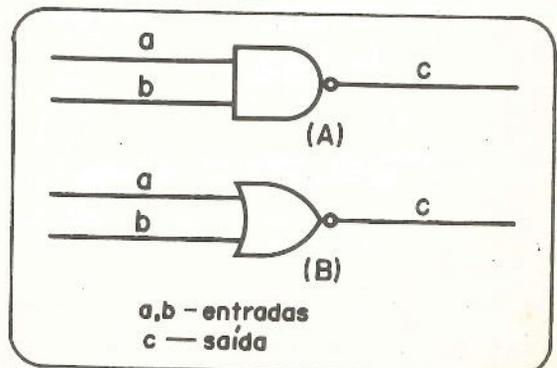


Figura 1 - Simbologia empregada para a representação das portas NAND - (A) - e NOR - (B).

A porta NAND se caracteriza por apresentar um sinal de saída baixo (estado L) unicamente quando todos os sinais de entrada estiverem no estado H (alto); a porta NOR fornece o estado H de saída quando, pelo menos um sinal de entrada estiver no estado L - vide a tabela verdade destas portas na figura 2.

A	B	C
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

A	B	C
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L

Figura 2 - Tabela verdade para as portas NAND e NOR

As portas NAND também são identificadas pela sigla H-AND e as NOR por L-NAND; isto se deve ao fato da correlação existente entre as lógicas (negativa ou positiva) aplicáveis às portas em questão.

Os fabricantes das portas TTL padronizaram, relativamente, as seguintes especificações de funcionamento das mesmas:

- tensão de alimentação: 5 volts  $\pm$  5%
- tensão de saída:

no estado H (alto) - valor mínimo: 2,4 volts  
no estado L (baixo) - valor máximo: 0,4 volt

- tensão de entrada:
- no estado H - valor mínimo 2,0 volts até o valor máximo de 5,5 volts
- no estado L - de 0 (zero) volt até o valor máximo de 0,8 volt
- para o máximo valor de tensão de alimentação (5,25 volts) tem-se:
- corrente de entrada positiva (1) para a tensão de entrada de 2,4 volts, no máximo 40  $\mu$ A
- 5,5 volts, no máximo 1,6 mA
- corrente de entrada negativa (2) para a tensão de entrada de 0,4 volt, no máximo 1,6 mA

Estas especificações se basearam nos dados fornecidos pela Motorola para as portas de sua fabricação, dentre elas: MC-7400 (NAND) e MC-7402 (NOR). Cada um destes CIs incluem quatro portas com duas entradas e uma saída cada uma independentes entre si; apresentam a configuração física conhecida por "dual-in-line" de 14 pinos - figura 3. A identificação dos pinos é feita contando-os pela parte superior (CI com os "pés" para baixo) a partir do lado chanfrado ou marcado, retornando a este ponto no sentido anti-horário.

(1) Denomina-se corrente de entrada positiva à corrente que entra numa porta desde o circuito externo através de uma de suas entradas (a ou b - figura 1).

(2) Denomina-se corrente de entrada negativa a corrente que a porta envia ao circuito externo conectado a uma de suas entradas.

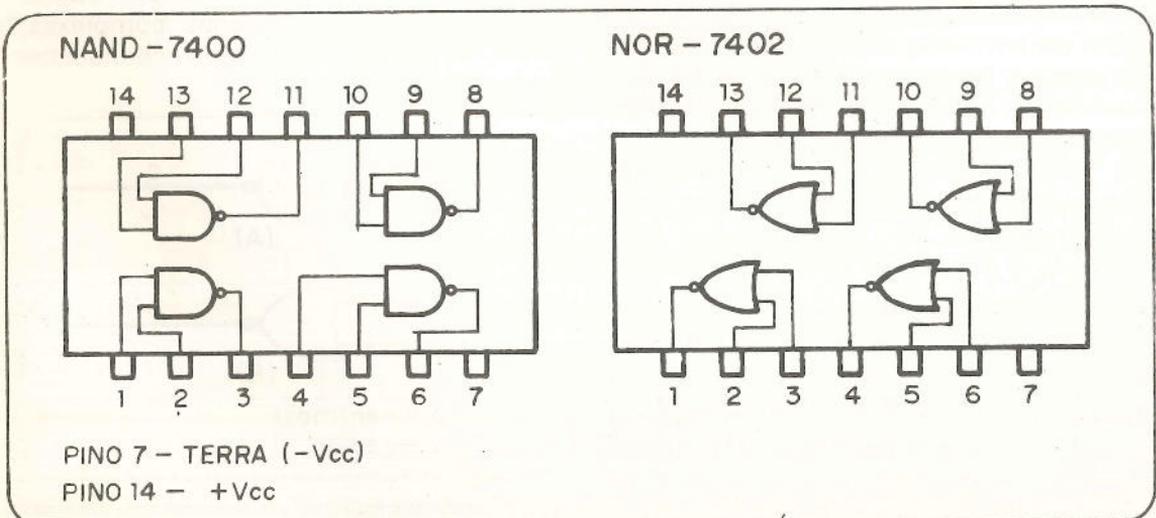


Figura 3 - Configurações das portas 7400 e 7402

Numa dada aplicação prática pode-se fazer necessário controlar uma porta por apenas uma tensão de sinal, devendo permanecer as demais em condições tais que permitam o referido controle adequadamente por uma entrada. Para conseguir-se tal intento existem as três seguintes possibilidades:

- 1 - as entradas estarão unidas entre si e se controlam conjuntamente;
- 2 - as entradas não controladas serão mantidas em aberto, ou
- 3 - as entradas que não irão ser controladas se conectam à terra - fig. 4

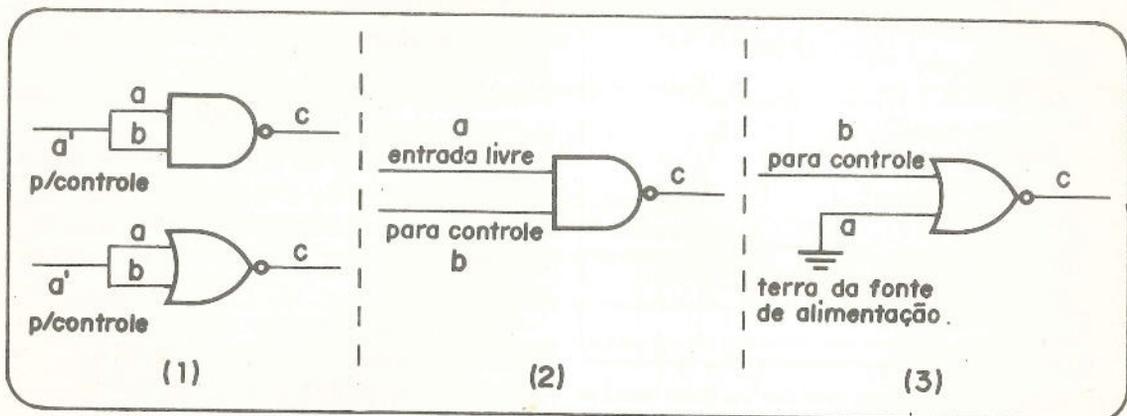


Figura 4 - Formas de controlar as portas NAND ou NOR, de duas entradas, por apenas uma fonte de sinal

Para o primeiro caso (entradas unidas) verifica-se através das tabelas verdade (figura 2) que ambas as portas NAND e NOR comportam-se da mesma forma, pois a diferença lógica entre estes dois tipos de porta verifica-se unicamente quando as duas entradas apresentam estados lógicos complementários, isto é: estados L e H.

Considerando que ao se deixar uma entrada TTL livre se supõe um sinal de entrada em nível alto (H) e que uma entrada ligada à massa equivale um sinal de entrada em nível baixo se deduzem as tabelas verdade mostradas nas figuras 5 e 6 extraídas, convenientemente, das tabelas verdade da figura 2. Observar que no primeiro caso exclui-se a possibilidade da entrada a estar em nível L enquanto no segundo caso; a entrada a apresenta, unicamente o estado L.

NAND		
A	B	C
H	L	H
H	H	L

NOR		
A	B	C
H	L	L
H	H	L

Figura 5 - Tabela verdade das portas 7400 e 7402 com uma entrada (a) livre ou aberta

A	B	C
L	L	H
L	H	H

A	B	C
L	L	H
L	H	L

Figura 6 - Tabela verdade para as portas 7400 e 7402 com uma entrada aterrada

Para os circuitos de temporização que se tratarão, empregar-se-ão as portas

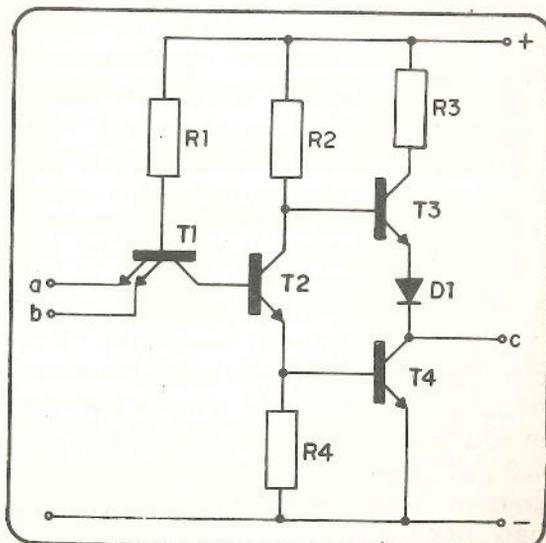


Figura 7 - Configuração interna de uma das quatro portas NAND do CI 7400

7400 (NAND) e 7402 (NOR) cujas configurações internas podem ser vistas nas figuras 7 e 8. Além dessas portas, cada circuito de temporização inclui uma rede RC com a qual se fixa o período de temporização.

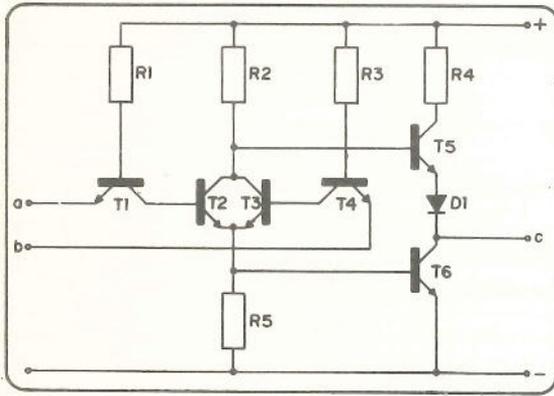


Figura B - Configuração interna de uma das quatro portas do CI 7402

Na figura 9 está mostrado um circuito temporizador típico, empregando duas portas NAND identificadas pelos números 1 e 2. Em condição de repouso tem-se os seguintes estados:

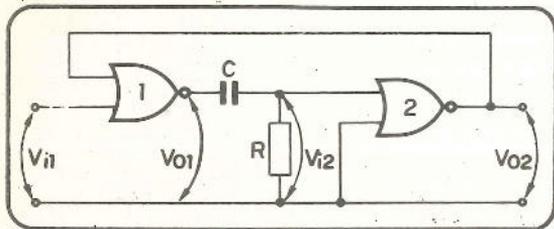


Figura 9 - Circuito de temporização com 1/2 - 7400

$V_{02} \rightarrow H$  - porque a entrada da porta 2 encontra-se ligada à massa por intermédio da resistência R de baixo valor, e  
 $V_{01} \rightarrow L$  - porque uma das entradas da porta 1 está, por intermédio da porta 2 em H e, a outra entrada, está em aberto ou livre.

Com as condições apresentadas, irá circular por R uma corrente que é proveniente da entrada da porta 2; o maior valor permitido para esta corrente negativa (2) é de 1,6 mA como já se viu. De acordo, ainda, com as características apresentadas,  $V_{i2}$  não poderá ser maior que 0,4 volt (400mV). Desta forma, o valor máximo permitido para a resistência R será:

$$R_{\text{máx}} = \frac{400 \text{ mV}}{1,6 \text{ mA}} = 250 \Omega$$

Com este valor de R, a tensão de saída da porta 2,  $V_{02}$ , está em estado alto (H); este nível é aplicado diretamente à entrada não controlada da porta 1 fazendo com que a tensão de saída desta porta,  $V_{01}$ , não seja superior a 400 mV, o que caracteriza o nível baixo. Isto permite afirmar que o capacitor está descarregado - potenciais iguais, em relação à terra, em seus terminais.

Para dar partida, isto é; acionar o período de temporização, se faz necessário inverter o estado da porta 1; isto é conseguido baixando-se o potencial para, pelo menos, 400mV, o que caracteriza o estado L e, com isto,  $V_{01}$ , que estava em L, passa para H.

O capacitor por sua vez, devido a não estar carregado, transmite instantaneamente este nível alto para a entrada da porta 2, tornando  $V_{i2}$  alta e, de acordo com a tabela da figura 5,  $V_{02}$  passa instantaneamente do estado H para o estado L (observar que a outra entrada desta porta, por estar livre, encontra-se no estado H). Este estado baixo de saída da porta 2 é aplicado a uma entrada da porta 1 fazendo com que o circuito se realimente. Mesmo que o pulso que originou a partida cesse, isto é, volte ao estado H, a realimentação fará com que a saída da porta 1 se conserve no estado alto até o término do período de temporização.

Paralelamente a isto, o capacitor começa a carregar-se com a tensão de saída da porta 1 (nível H), através da resistência R e da resistência de saída desta porta que, em princípio pode-se desprezar. À medida que o capacitor se carrega, a tensão de entrada, em relação à massa, da segunda porta vai decrescendo gradualmente na mesma razão que a tensão entre as placas do capacitor vai aumentando. Quando a referida tensão sobre a resistência R alcança um valor menor que  $H_{\text{min}}$  (2,0 volts) a porta 2 comuta e a sua tensão de saída  $V_{02}$  aumenta. Este nível alto de tensão, porque é realimentado à porta 1, faz com que a tensão de saída  $V_{01}$  diminua. Esta diminuição de tensão de saída da primeira porta atua, através do capacitor, sobre a entrada da segunda porta fazendo com que o processo se acentue mais ainda, até voltar ao estado inicial ou de repouso. Em

realidade este processo de comutação é, praticamente, instantâneo.

O período de temporização é o lapso de tempo contado a partir do instante em que a saída comuta do estado H para o estado L devido à aplicação do pulso negativo à entrada da primeira porta, até o instante em que a tensão de saída  $V_{O2}$  volta para o estado H ou inicial; este tempo, representar-se-á por  $t_t$ .

A determinação do período de temporização é bastante complexa, pois, depende de vários fatores, dentre eles, citam-se: o valor exato da tensão de saída da porta 1 em nível alto e, o valor da tensão mínima que provoca o disparo da porta 2 para reiniciar o ciclo. O primeiro situa-se normal-

mente entre 3,0 e 4,0 volts enquanto o segundo pode estar compreendido na faixa de 1,2 a 1,5 volts ou mais. Esta ampla forma de valores não permite instituir com exatidão o período de temporização formado pela rede RC. porém, para muitas aplicações é suficiente apenas ter-se uma idéia deste período e é do que se irá tratar a seguir.

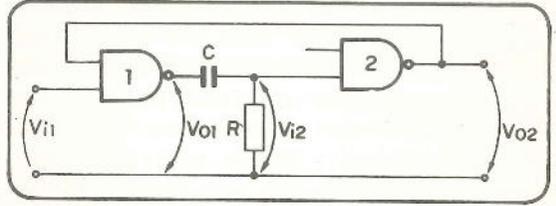


Figura 10 - Rede "temporizadora" do circuito anterior

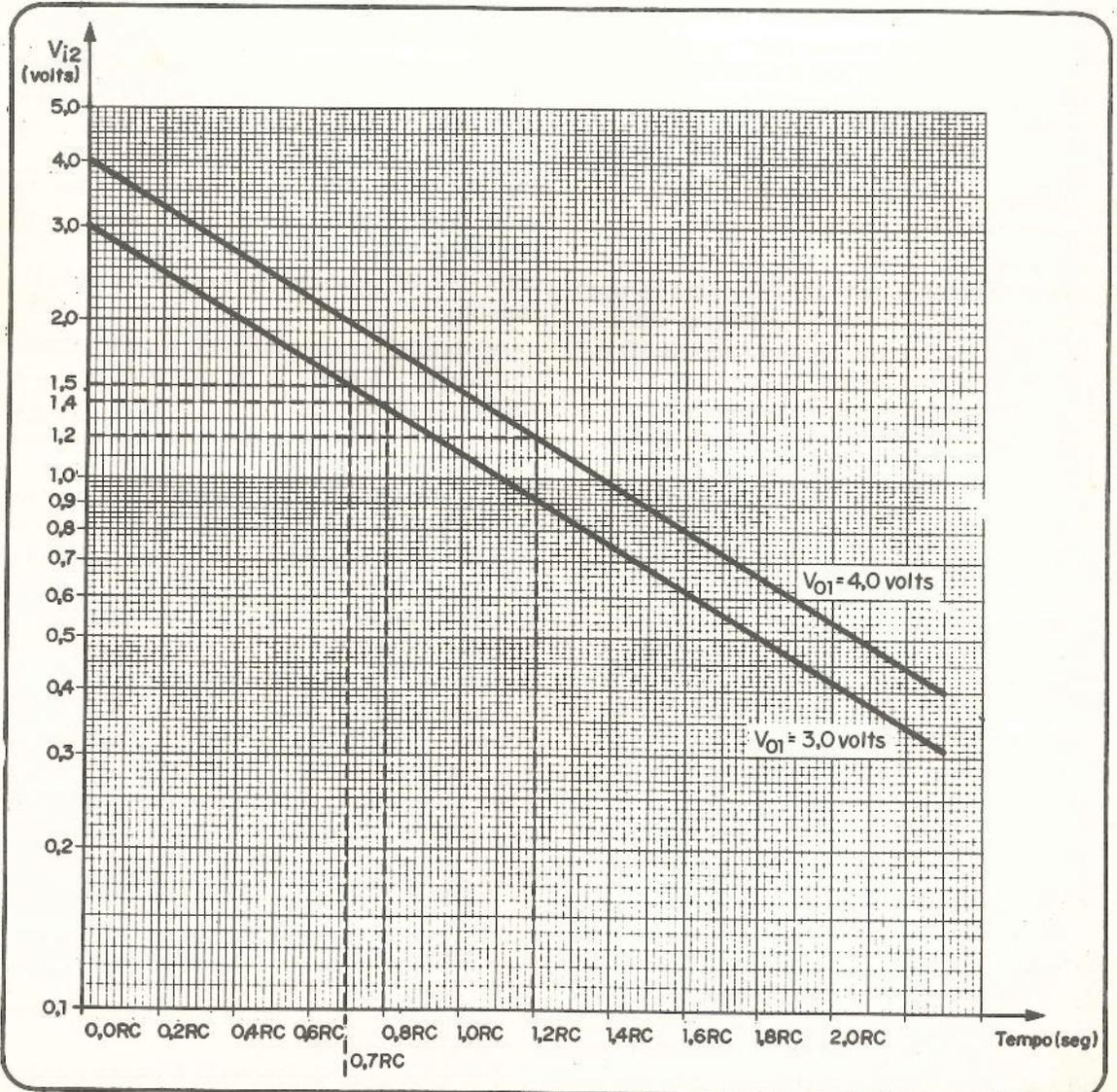


Figura 11 - Variação da tensão  $V_{i2}$  com o tempo, para  $V_{O1}$  valendo, respectivamente 4,0 e 3,0 volts.

Mostra-se para o circuito da figura 10,

extraído da figura 9, que

$$V_{i2} = V_{o1} e^{-\frac{t}{RC}}$$

e, de acordo com o que foi dito acima,  $V_{o1}$ , na prática, oscila entre 3 e 4 volts enquanto  $V_{i2}$  situa-se entre 1,2 e 1,5 volts.

Traçando as curvas referentes à equação acima para os dois mais prováveis valores de  $V_{o1}$  conforme é visto na figura 11, encontram-se diversos períodos de temporização que correspondem à constante de tempo  $\tau$  (lê-se: "tau") dada pelo produto RC a fora de uma constante. No pior dos casos, o intervalo de temporização é dado por

$$t_t - 0,70 RC \text{ ou } t_t - 0,70$$

e no melhor dos casos por

$$t_t - 1,2 RC \text{ ou } t_t - 1,2$$

Adotou-se o valor da constante sendo 0,80 que corresponde a  $V_{o1} - 3,1$  volts e  $V_{i2} - 1,4$  volts, então, de uma forma geral, o período de temporização é calculado, aproximadamente, por

$$t_t - 0,80 RC \text{ ou } t_t - 0,80$$

A constante de tempo RC deste temporizador é pequena devido ao baixo valor de  $R = 250\Omega$ . Para uma capacitância de  $10 \mu F$  tem-se

$$RC = 250 \times 10 \cdot 10^{-6} = 2,5 \text{ ms}$$

consequentemente, o período de temporização é:

$$t_t - 0,80 \times 2,5 = 2,0 \text{ ms}$$

Como se pode observar, o período de temporização é pequeno; um aumento significativo do valor da capacitância - este, ao contrário da resistência, pode variar livremente - iria tornar volumoso o circuito, encarecê-lo além de torná-lo pouco confiável; no entanto o valor da resistência R (figura 9), na prática, pode oscilar entre  $100\Omega$  e  $800\Omega$  e, assim, com o valor de  $560\Omega$  para a resistência e  $100\Omega$  para o capacitor obtém-se um período de temporização de:

$$t_t = 0,80 \times 560 \times 100 \times 10^{-6} = 45 \text{ ms}$$

que ainda é pequeno. Este é um dos inconvenientes do emprego de circuitos de temporização com, unicamente, portas, no entanto estes pequenos períodos de temporização são, justamente, os que se precisam nos circuitos digitais. Raramente este tipo de circuito é empregado em outros casos.

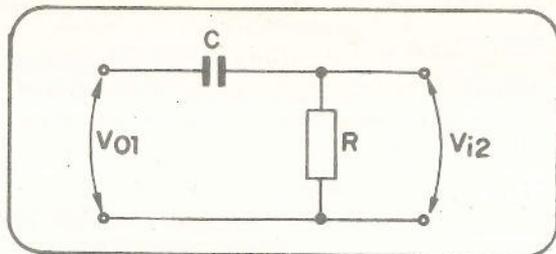


Figura 12 - Temporizador com portas NOR

Outro circuito temporizador com portas TTL (NOR) é apresentado na figura 12; o funcionamento deste circuito se explica de forma análoga à anterior.

A entrada não controlada da porta 2 está aterrada, pois se trata de uma porta NOR, nestas condições se verificam os seguintes estados de repouso:

$$V_{i1} \rightarrow L \text{ e } V_{o2} \rightarrow L$$

Para que este último se verifique, a entrada não conectada à massa da porta 2 deve estar no estado alto e para tal, a resistência R deve ser suficientemente alta - na ordem de alguns milhares de ohms. A tensão de saída  $V_{o1}$  da porta 1, por ter as suas duas entradas em nível baixo, está em nível alto. Portanto, o capacitor C na condição de repouso apresenta-se descarregado.

Ao aplicar-se um pulso de tensão positivo-nível H - à entrada da primeira porta, a saída passa, bruscamente, do nível H para o nível L. Esta brusca variação é transmitida através do capacitor C à entrada da porta 2 e, portanto, a saída desta porta comuta do estado L para o estado H e, em consequência, o nível L de saída da primeira se mantém, devido à realimentação entre as duas portas, mesmo que cesse o pulso positivo de partida aplicado à entrada controlada da primeira porta.

Agora circula uma corrente através da entrada da porta 2 que está interligada a R e C. Uma parte desta corrente é orientada à terra através da resistência R; outra parte irá carregar o capacitor C. A tensão de carga do capacitor é dada pela diferença entre as tensões sobre R e a tensão de saída  $V_{o1}$  da porta 1.

O circuito se mantém neste estado até que o capacitor se carregue e, quando isto acontece, o circuito volta a seu estado inicial ou de repouso.

O período de temporização está condicionado aos mesmos critérios que os do

circuito da figura 9, podendo ser determinado através da expressão

$$t_t - 0,85 RC$$

Com  $C - 100 \mu F$  e  $R - 5,6k\Omega$  chega-se ao período de temporização de,  $t_t = 0,85 \times 100.10^{-6} \times 5,6 \times 10^3 = 476 \text{ ms}$

Observa-se que os períodos de temporização obtidos com este circuito são maiores que os obtidos com os circuitos de temporização que empregam portas NAND - figura 9.

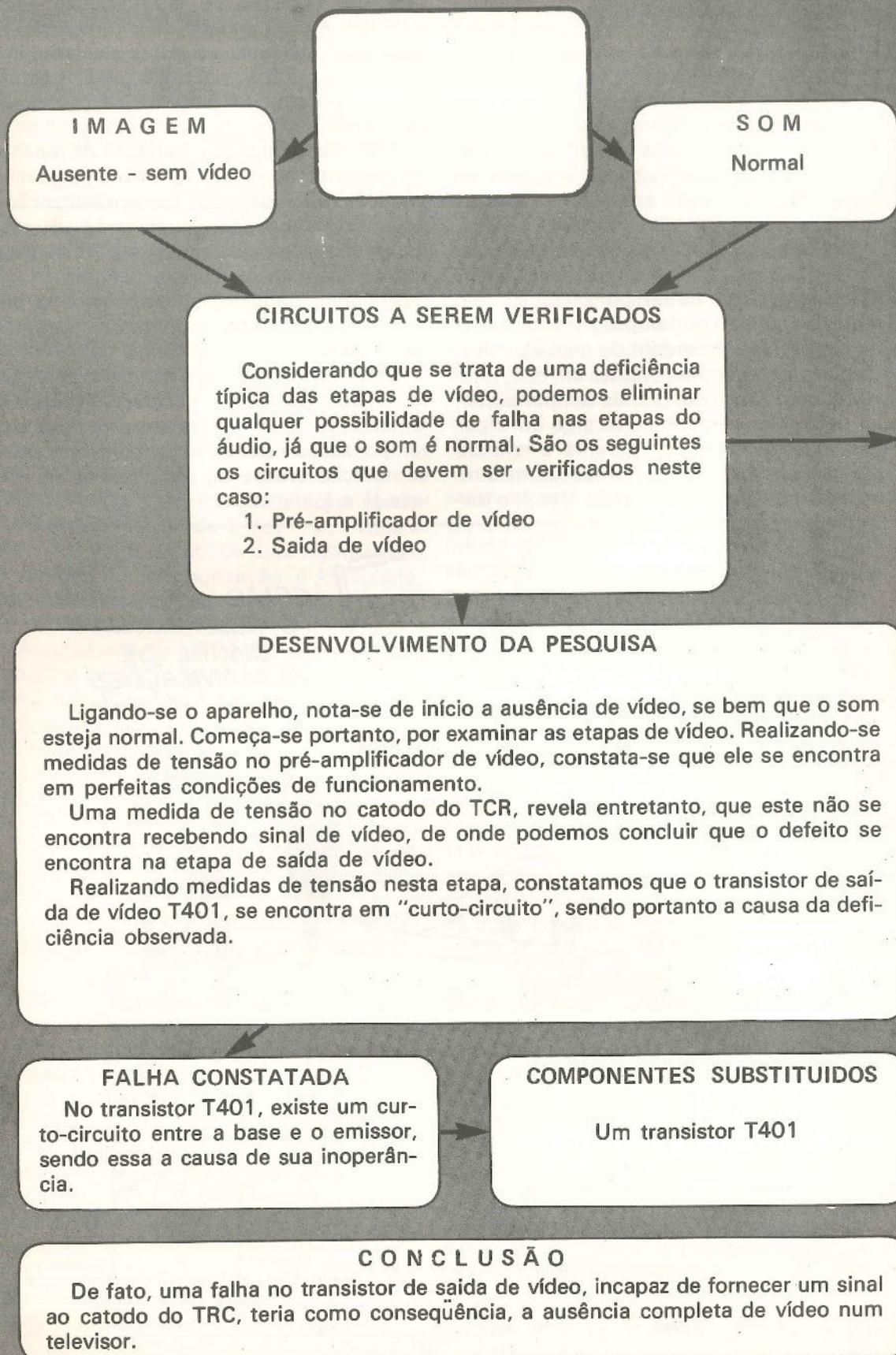
Um dos principais inconvenientes dos circuitos que apenas empregam portas TTL e uma célula de temporização RC, é o pequeno período de temporização possível de ser obtido - da ordem de milissegundos. Outro inconveniente consiste em que, uma vez decorrido um período de temporização, irá necessitar-se para a descarga do capacitor que foi carregado durante o referido período, um período de tempo da mesma ordem que o de temporização, isto é: o tem-

po de recuperação nestes circuitos é aproximadamente igual ao de temporização; isto equivale a dizer que o período de repetição é, praticamente, igual ao dobro de temporização; isto torna estes circuitos inaptos para operarem com frequências de repetição altas.

Além disto, qualquer variação da tensão de alimentação, corresponderá a palpáveis variações do período de temporização, pois, estas variações provocarão valores de tensões de saída maiores ou menores fazendo com que as curvas da figura 11 se desloquem, paralelamente, para cima ou para baixo, alterando o ponto de operação do circuito.

Especificamente, para o circuito da figura 12, observa-se que a saída  $V_{o2}$  diminui lentamente ao ir finalizando o período de temporização não havendo, portanto, uma comutação brusca ou rápida entre os níveis H e L.



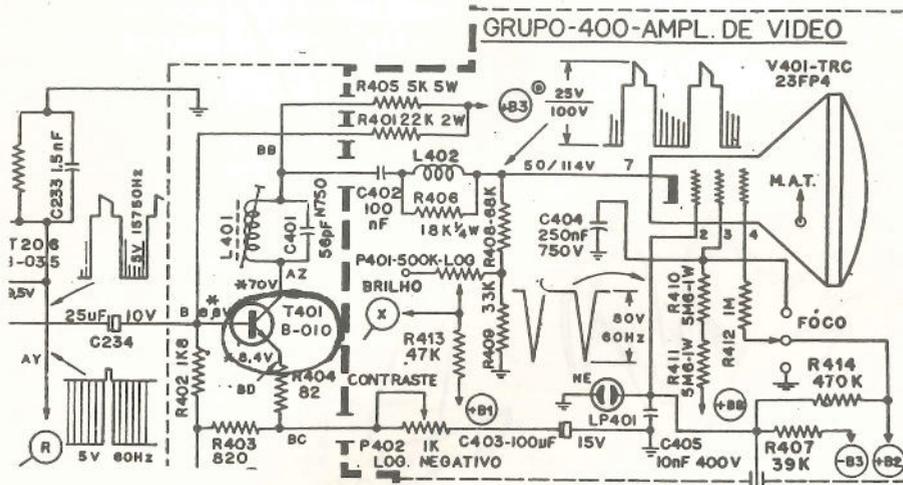


## VERIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS

INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S): VOLTÍMETRO ELETRÔNICO

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

Transistor	TENSÃO	encontrada
T401	correta	
Base	10,3 V	5,4 V
Emissor	9,2 V	5,4 V
Coletor	76 V	200 V



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

Reparação de TV — Curso Senai

Reparação de TV — Curso Senai

# SISTEMAS DE ALARME COM SCR<sub>s</sub>



As características de disparo dos SCR, operando com pulsos de baixíssima intensidade permitem sua aplicação em circuitos de alarme de fácil execução e que praticamente não apresentam consumo de energia quando ligados.

Neste artigo damos algumas sugestões sobre a aplicação de SCR<sub>s</sub> no disparo de sistemas de alarme, sendo as configurações dadas indicadas especialmente para a proteção de veículos, residências e até mesmo instalações comerciais, industriais e objetos de arte.

A base de nosso circuito é um SCR de

baixo custo e fácil obtenção que aciona um relé. Dependendo da capacidade de corrente do relé, os sistemas de aviso poderão ser os mais diversos: desde uma simples lâmpada vermelha de alerta num painel de um guarda até uma sirene industrial.

A eficiência dos sistemas dependerá

muito da maneira como é feita a instalação pelo que, este artigo tem muito mais a finalidade de sugerir as configurações básicas do que dar a versão final para determinada aplicação.

### COMO FUNCIONA UM ALARME:

Num sistema de alarme simples temos três elementos a serem considerados: um sensor, um circuito de disparo e um dispositivo de aviso. (figura 1)

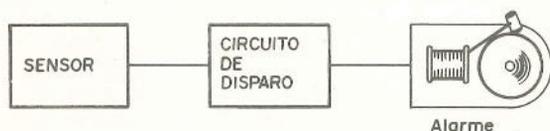


figura 1

O sensor: o sensor é o dispositivo que deve emitir um sinal quando o elemento indesejável penetra no ambiente que deve ser protegido ou remove o objeto protegido. Diversas são as possibilidades para a elaboração de sensores.

O sensor mais simples consiste num interruptor oculto que deve ser acionado pelo indesejável quando este tiver que penetrar no ambiente protegido. (figura 2)

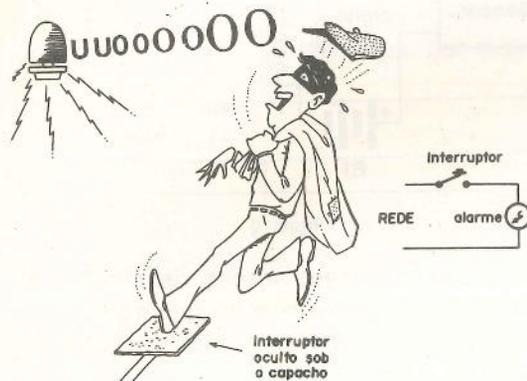


figura 2

O interruptor usado pode ser de dois tipos; normalmente aberto ou normalmente fechado.

Para o primeiro caso, o interruptor é acionado quando pressionado, podendo por exemplo ser instalado sob um tapete ou em posição tal que a remoção de um objeto cause pressão sobre este. (figura 3) A utilização desse tipo de interruptor tem entretanto alguns inconvenientes.

O elemento indesejável pode perceber sua presença e desde que evite sua pressão o alarme não disparará.

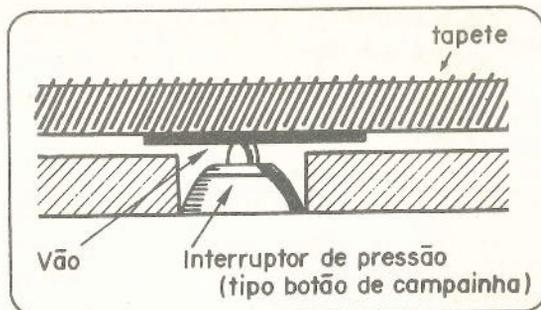


figura 3

No caso do interruptor normalmente fechado, este pode ser instalado oculto numa porta, disparando quando esta for aberta. Trata-se do interruptor que encontramos nas portas de geladeiras que acende a lâmpada interna quando esta é aberta. (figura 4)

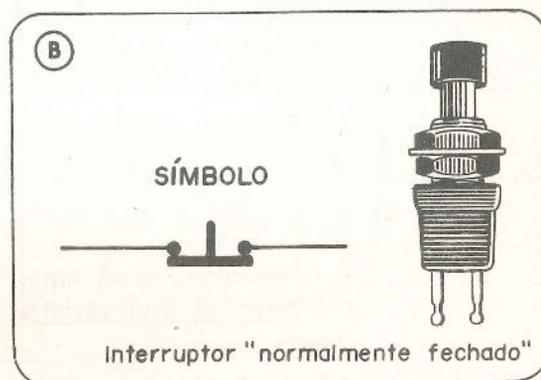


figura 4

Sensores mais sofisticados podem entretanto resultar em sistemas de alarmes muito mais eficientes.

É o caso dos "reed-switches". Tratam-se de interruptores magnéticos, ou seja, interruptores que são acionados pela aproximação de um ímã, ou conforme sua posição, pela remoção ou mudança de posição de um ímã. Esses interruptores são formados por duas lâminas de metal encerradas num invólucro de vidro contendo um gás inerte. (figura 5). Quando um campo magnético atua sobre as lâminas em posição apropriada, estas vergam-se fechando o contacto.

Existem por exemplo interruptores formados por um "reed switch" e um ímã em disposição especialmente projetada para instalação em portas. Se bem que a máxima corrente suportada pelo "reed switch" não seja suficiente para atuar sobre um

alarme de potência, pode acionar relés com facilidade. (figura 6)

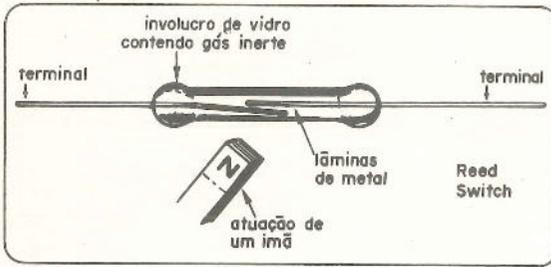


figura 5

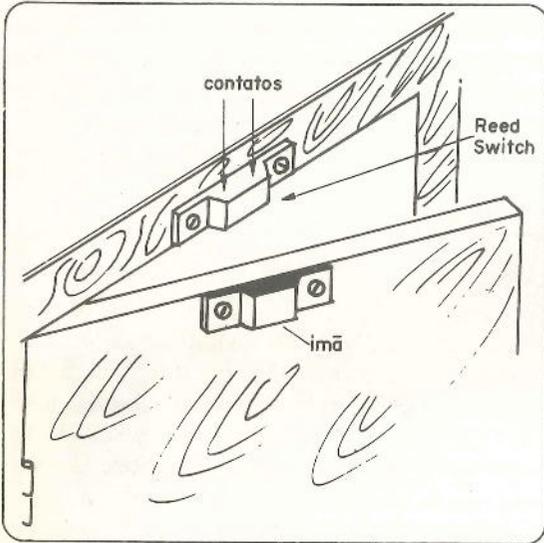


figura 6

Dentre os elementos sensores mais sofisticados citamos os capazes de perceber a interrupção de um feixe de luz pela passagem do elemento indesejável (figura 7) e os capazes de perceber sua aproximação. (figura 8)



figura 7



figura 8

No primeiro caso damos na figura 9 um circuito em que se utiliza um LDR numa configuração em que, ao ser interrompido o feixe de luz incidente, o SCR dispara acionando o relé. Elementos para a elaboração prática destes circuitos serão dados mais adiante.

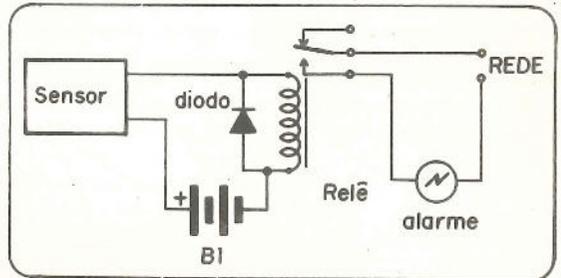


figura 9

No segundo caso temos os chamados detectores de aproximação que são circuitos osciladores em que a frequência de operação é bastante crítica e pode ser alterada pela aproximação de qualquer objeto de uma antena. Quando isso ocorre o circuito sai de sintonia e um sistema de alarme pode ser acionado.

Com relação ao circuito de disparo, sua existência dependerá da capacidade ou não que o sensor tenha de disparar o alarme por si só.

Em alguns casos, pode ser usado um simples relé, quando o sensor pode operar com a corrente necessária ao seu acionamento. (figura 9).

Em outros, devem ser adicionados elementos amplificadores, tais como transistores, válvulas etc. (figura 10).

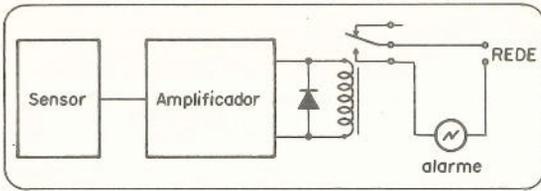


figura 10

Os SCRs, entretanto, por sua sensibilidade e capacidade de controlar correntes relativamente elevadas, podem em muitos casos ser utilizados com elementos de disparo.

Assim, a partir de uma corrente muito pequena, vinda de um sensor, podem acionar um relê ou mesmo um alarme, com facilidade e eficiência.

No caso de dispararem um alarme diretamente, deve ser previsto que a corrente do alarme seja compatível com a corrente que o SCR pode conduzir.

No caso de um relê, deve-se utilizar um relê cujas características sejam compatíveis com a capacidade de disparo do SCR e com a tensão de alimentação do circuito.

Finalmente, no que se refere aos alarmes, eles podem ser os mais diversos.

Se o circuito for alimentado a partir de uma fonte de corrente contínua, por exem-

plo 6 ou 12 volts de um veículo, pode-se usar uma buzina para esta tensão. Se sua corrente de operação for inferior à do SCR, ela pode ser alimentada diretamente por este, mas se esta corrente for mais elevada, deve ser usado um relê. O diodo de proteção em paralelo com o enrolamento do relê nunca deve ser evitado, pois, ele protege o sistema contra um funcionamento instável.

Se o circuito for alimentado pela rede local, o SCR pode ser do tipo para alta tensão e o circuito de alarme pode ser alimentado diretamente pelo SCR.

Caso o SCR não suporte a tensão do alarme, ou seja, a tensão da rede, um relê deve ser usado.

A seguir, para ilustrar as diversas possibilidades de sistemas de alarme, damos alguns circuitos práticos.

#### ALARME SIMPLES DE BAIXA TENSÃO E BAIXO CONSUMO DE ENERGIA

Na figura 11 temos o diagrama de um sistema de alarme alimentado por uma tensão de 6 volts (4 pilhas ligadas em série) que se caracteriza pelo baixíssimo consumo de energia quando ligado. O sistema pode permanecer ligado por noites inteiras durante meses sem que seja nota-

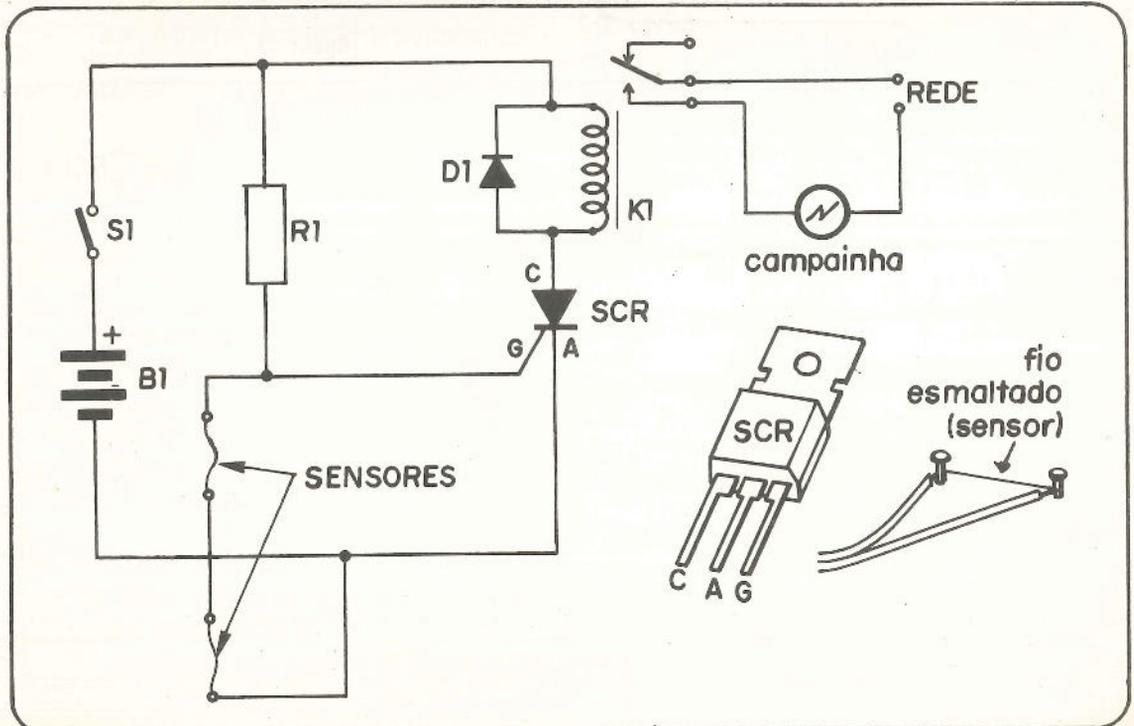


figura 11

do nenhum gasto perceptível das pilhas.

Os sensores consistem em finos fios de cobre (esmaltados 32 ou 34) que devem ficar atravessados no local em que possa ocorrer uma possível visita indesejável. Por serem muito finos e frágeis esses fios arrentariam ao menor contacto, acionando o alarme. (figura 12).

Outra possibilidade para esse mesmo circuito é a utilização dos interruptores do

tipo "normalmente fechados" (interruptores de portas de geladeiras) que, evidentemente, devem ser ocultos nos locais a serem protegidos e acionados pela passagem do indesejável.

Este mesmo circuito pode ser usado para proteger objetos de arte, utilizando-se para esta finalidade como sensor um reed-switch (ou diversos, que seriam ligados em série).

O reed switch é oculto sob o objeto e neste prega-se em ponto estratégico um pequeno imã. Na sua posição normal, o imã mantém os contactos do reed-switch

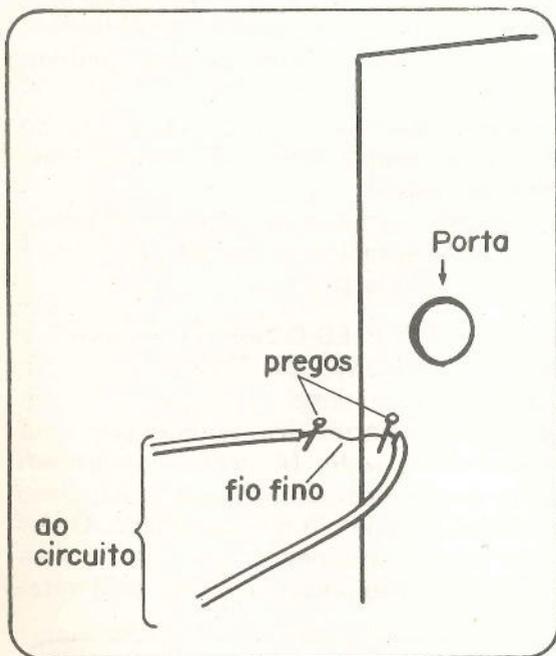


figura 12

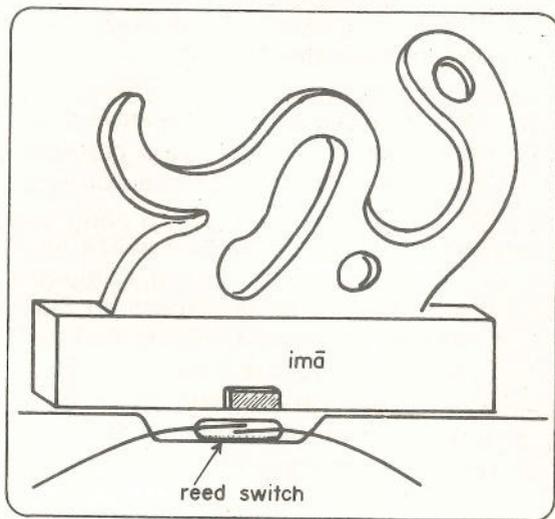


figura 13

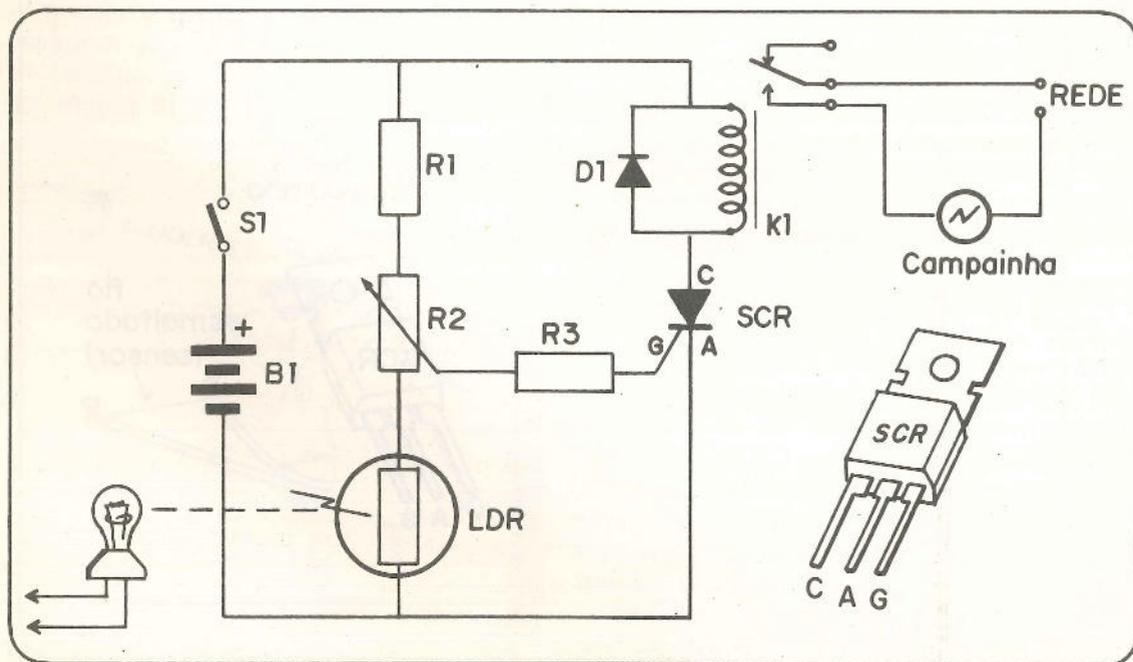


figura 14

fechados e portanto o alarme inativo. Quando o objeto é removido, o imã deixa de atuar sobre o reed-switch que, abrindo o circuito, aciona o alarme. (figura 13)

Em suma, esse primeiro sistema, aciona o alarme quando o circuito sensor é aberto.

## 2) ALARME SIMPLES, de BAIXO CONSUMO, SENSÍVEL À LUZ (foto-sensível)

Este alarme é acionado quando a luz que incide sobre o LDR é interrompida. (figura 14)

O LDR é do tipo comum (RPY-58 ou equivalente) devendo ser instalado de modo a receber a luz apenas de uma fonte, que pode ser ocultada do outro lado de um corredor. Essa fonte de luz pode ser uma lâmpada de 5 Watts, por exemplo ocultada numa caixinha deixando-se sair apenas um feixe que incide sobre o LDR. (figura 15)

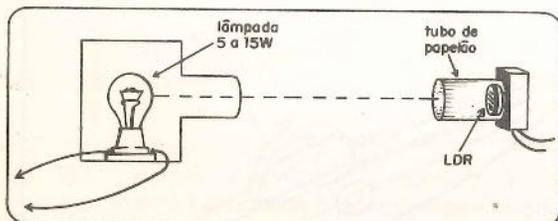


figura 15

O potenciômetro controla a sensibilidade do alarma, devendo ser ajustado experimentalmente, em função da distância a que se encontrar a lâmpada, e das características do LDR e do SCR.

Nas listas de material, são dados os valores dos demais componentes.

## ALARME SIMPLES ACIONADO PELO FECHAMENTO DO SENSOR

O sistema indicado se presta em especial para o acionamento de um dispositivo de alarme quando um interruptor é pressionado. A utilização do relê permite que a corrente circulante pelo sensor seja extremamente pequena. (figura 16)

Uma das possibilidades mais interessantes para este circuito é o acionamento de sistemas de alarme por meio de reed-switches.

A aproximação de um pequeno imã do reed-switch acionará o alarme com facilidade. (figura 17)

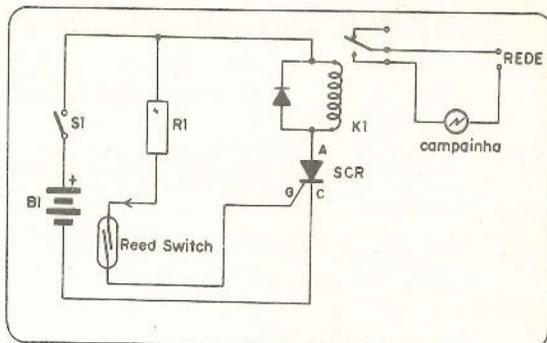


figura 16

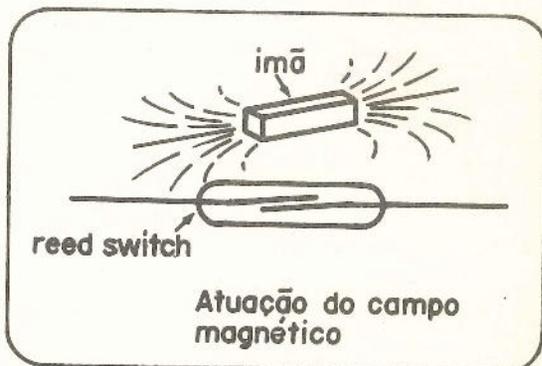


figura 17

### CIRCUITO 1 - LISTA DE MATERIAL

SCR - C106, MCR106 ou TIC106 (para 50 volts)

R1 - 100K $\Omega$  x 1/8 watt - resistor de carvão

K1 - relê para 6 volts x 100 mA

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

D1 - 1N4001 - diodo de silício

### CIRCUITO 2 - LISTA DE MATERIAL

SCR - C106, MCR106, TIC106 (para 50 volts)

R1 - 10K $\Omega$  x 1/8 watt - resistor

R2 - 100 k $\Omega$  (potenciômetro linear)

LDR - RPY-58 ou equivalente

R3 - 1k $\Omega$  x 1/8 watt - resistor

K1 - relê de 6 volts x 100 mA

D1 - 1N4001 - diodo de silício

L1 - lâmpada de 5 a 15 watts

### CIRCUITO 3 - LISTA DE MATERIAL

SCR - C106, MCR106, TIC106 (para 50 Volts)

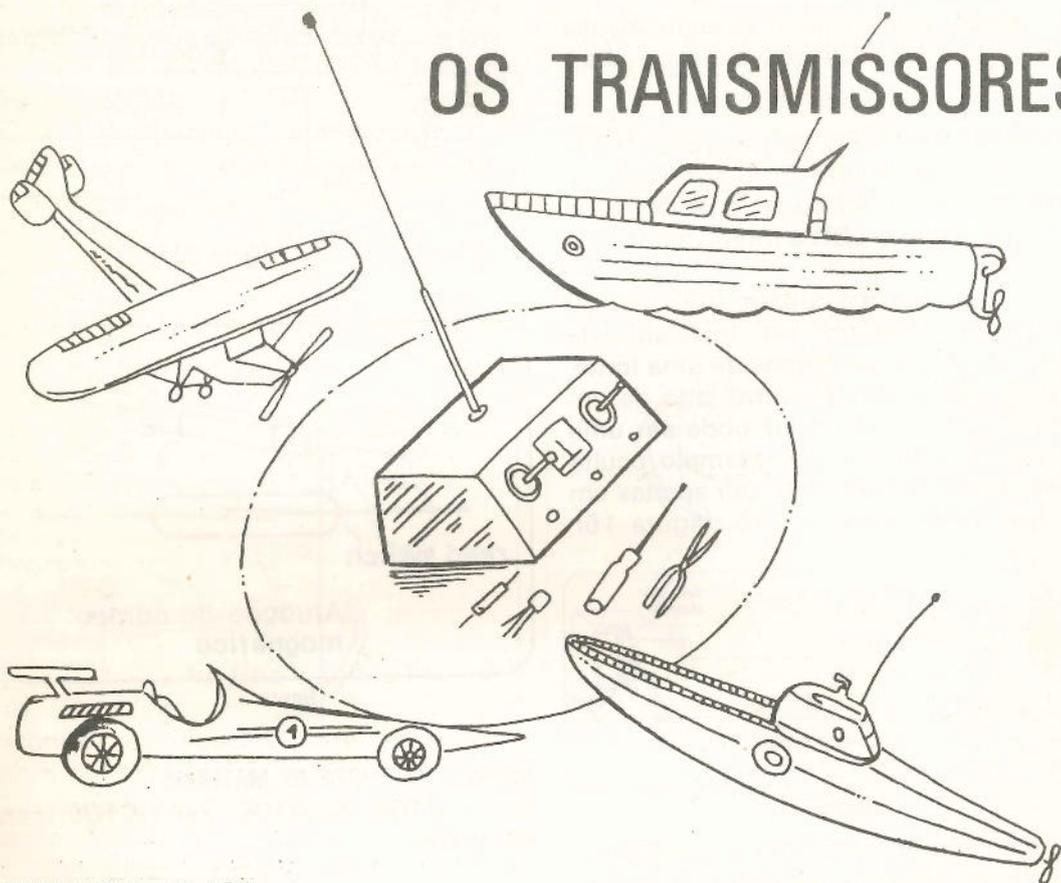
R1 - 50 k $\Omega$  x 1/8 watt

K1 - relê para 6 volts 100 mA

D1 - 1N4001

# RÁDIO-CONTROLE - II

## OS TRANSMISSORES



NEWTON C. BRAGA

No artigo sobre rádio controle publicado no número anterior falamos das dificuldades que poderá encontrar o leitor menos avisado ao tentar montar, sem experiência prévia, um sistema completo de rádio controle, e também introduzimos algumas técnicas referentes aos servos mais simples. Neste artigo, o segundo de uma série de muitos outros, falaremos dos transmissores de rádio controle, focalizando alguns modelos comerciais, sua finalidade e analisando alguns circuitos básicos. Aproveitamos para informar nossos leitores que, neste artigo não daremos pormenores sobre a construção desses transmissores analisados o que deixaremos para fazer, de modo completo, quando dermos os projetos práticos em números futuros.

### A FUNÇÃO DOS TRANSMISSORES

Podemos resumir a função de um transmissor dizendo que ele deve gerar um sinal de frequência determinada, que deve ser irradiada e pode ser captada por um receptor instalado no modelo a ser controlado. O sinal deve, portanto, levar a informação de que controles devem ser acionados em cada instante.

Se pensarmos num controle de uma simples operação, como ligar e desligar um dispositivo à distância, como um motor, por exemplo, o transmissor pode exercer sua função sem muita dificuldade; é bastante para esta finalidade um circuito simples que se resume num oscilador de rádio— frequência, ou seja, um circuito capaz de gerar um sinal de rádio, simplesmente.

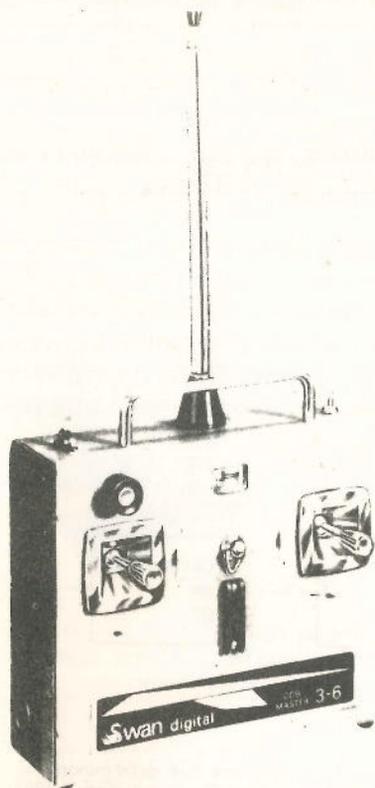


Figura 1

O modelo SWAN DIGITAL 3-6 apresenta 3 canais que permitem o controle de 6 servos proporcionais. Da mesma marca existe o COB MASTER 3 que permite o controle de 3 servos por meio de 3 canais e o COB MASTER 4 que possui 4 canais permitindo o controle de 4 servos ou mais.

A partir do momento em que pensarmos em controles mais completos, em que devemos atuar sobre diversos controles de um modelo, por meio de um único transmissor que deve enviar os sinais a um único receptor o sinal a ser irradiado não se resume simplesmente no produzido pelo circuito básico do transmissor, o oscilador de rádio-frequência.

Neste caso, a complexidade do transmissor aumenta sensivelmente porque devem ser acrescentados circuitos que permitam que o sinal irradiado leve alguma característica que permita sua diferenciação pelo receptor, conforme o comando que deva ser executado.

Essa diferenciação é feita pelo processo denominado modulação na maioria dos transmissores de rádio controle.



Figura 2

Este modelo, dos mais modernos, é projetado para operar com receptores com transistores de efeito de campo COSMOS, apresentando entre outras sofisticações a alimentação por meio de célula recarregável de NI-CA e potenciômetros de filme plástico. Existem modelos de 2 a 6 canais disponíveis na mesma série.

O sinal emitido ou gerado pelos circuitos básicos dos transmissores é um sinal de frequência elevada correspondente a 27 000 000 ou 36 000 000 ou ainda 72 000 000 de vibrações por segundo, ou seja, uma rádio frequência de 27, 36 ou 72 MHz. A estes sinais pode ser sobreposto um sinal de frequência muito menor, como por exemplo 400 ou 1000 Hz, que seria facilmente levado ao receptor.

A sobreposição de sinais de menor frequência a um sinal de maior frequência de modo que o maior frequência ao ser irradiado leve o de menor frequência ao receptor recebe o nome de modulação.

Quando o sinal de menor frequência é sobreposto ao de maior frequência de modo que a amplitude do sinal de maior frequência varie na mesma frequência do de menor, temos o processo conhecido por modulação em amplitude ou AM. Quando a sobreposição do sinal de menor frequência ao de maior é feita de modo que a frequência do de maior frequência varie, temos o processo conhecido por modulação em frequência ou FM. (figura 3).

A maioria dos rádio-controles comuns emprega transmissores que operam em AM, mas atualmente já começam a apare-

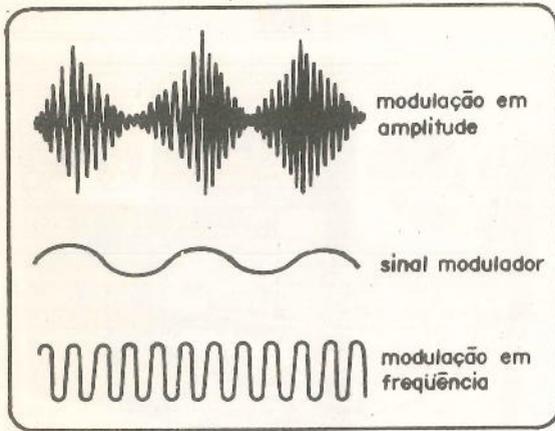


figura 3

cer os modelos que operam em FM. A vantagem do processo de FM é sua imunidade a ruídos e interferências, se bem que sejam exigidos receptores bem mais elaborados neste caso.

Voltando aos diversos canais, podemos sobrepor ao sinal gerado por um único transmissor, sinais de diversas frequências menores que podem ser facilmente separados por meio de filtros especiais colocados no circuito do receptor.



Figura 4  
Este modelo da SKYLEADER é disponível em versões de a 7 canais operando em frequências de 27, 40, 53 ou 72, sendo feita a troca de frequência de operação simplesmente pela troca de cristais.

O número de canais de um sistema de rádio controle é justamente determinado pelo número de frequências menores que podem ser sobrepostas ao sinal do transmissor e que podem ser separadas pelo receptor do modo que a produção de cada uma signifique a atuação sobre um comando.

Nos modelos mais simples, um único oscilador pode gerar sinais de diversas frequências conforme o comando acionado porque este comando atua sobre o circuito que determina a frequência do oscilador em função de um único componente pré-ajustado. (figura 5).

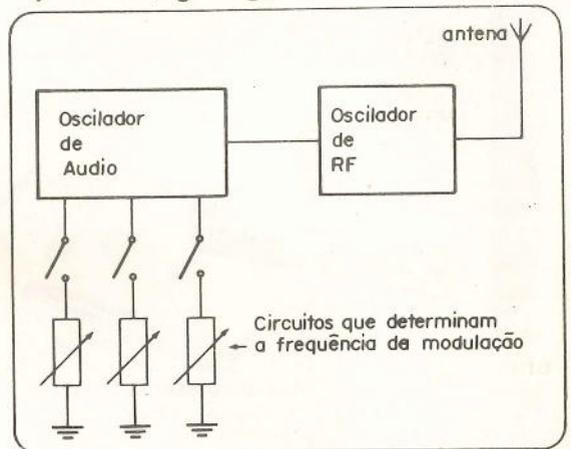


figura 5

Existem entretanto circuitos mais sofisticados em que existem circuitos separados para as diversas frequências que modulam os sinais transmitidos.

Em suma, no transmissor que deve controlar diversos comandos, ou seja, num transmissor de diversos canais, temos de encontrar como partes básicas o circuito que produz o sinal a ser irradiado e o circuito que produz o sinal de baixa frequência responsável pela diferenciação dos comandos a serem exercidos no modelo controlado.

É claro que, se pensarmos em termos de segurança de operação, sofisticação, etc, circuitos adicionais podem ser encontrados.

Por exemplo, no caso de um aero-modelo em que existe o perigo da fuga ao controle por este se afastar demasiadamente do transmissor temos de tomar as devidas precauções para que isso não ocorra.



Figura 6  
Este modelo O.S. Prestige pode ser adquirido na Inglaterra por 350, o que permite que o leitor avalie, pelo preço, os recursos que possui.

Uma maneira de se garantir o máximo de alcance ao transmissor é dotá-lo de uma potência elevada. Os transmissores de rádio controle mais simples dotados de um único circuito oscilador fornecem uma potência de 20 a 200mW que lhes assegura um alcance de até uma centena ou duas centenas de metros sem o perigo do modelo escapar ao controle, sendo portanto ideal para barcos ou carros. Para o caso de aeromodelos são preferidos os modelos que contam com uma etapa adicional de amplificação do sinal gerado e que fornecem potências de 200mW a 2 Watts, o que garante uma operação segura no raio de até alguns quilômetros.

Para a segurança do modelo é também muito importante a estabilidade de operação tanto do transmissor como do receptor.

Se a frequência emitida pelo transmissor variar um pouco que seja ela pode escapar a sintonia do receptor e o modelo fugirá do controle. Os circuitos osciladores não controlados por cristais têm realmente uma tendência a fugir um pouco da frequência à medida que funcionam e que a temperatura se altera. Nestes casos, o modelista deve certificar-se sempre da

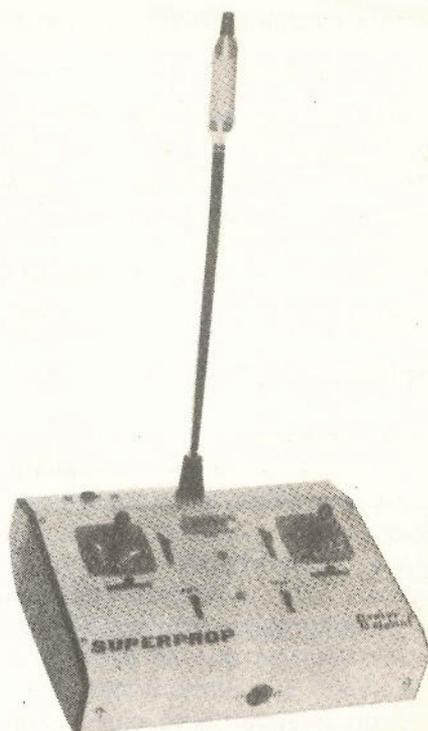


Figura 7  
Este transmissor de rádio controle disponível no mercado francês mede 210 x 160 x 60 mm e é alimentado por uma tensão de 12 Volts, operando em 27 ou 72 MHz. Sua potência é de 750 mW e possui 12 canais.

estabilidade do seu transmissor antes de colocar seu modelo em movimento. O melhor mesmo, entretanto, é optar pelos modelos controlados por cristais. Na verdade, em nosso país, para as potências maiores, a frequência de emissão deve-se

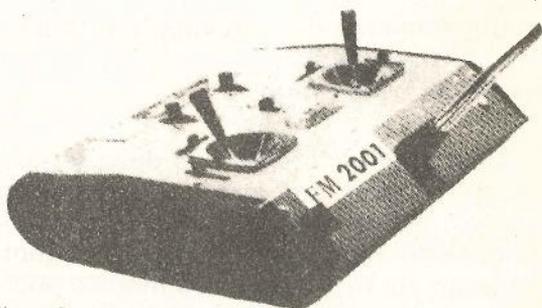


Figura 8  
Este é o primeiro transmissor de rádio controle de fabricação francesa que emprega Modulação em Frequência (FM). Este transmissor tem um controle digital de 6 canais e opera tanto nos 27 como nos 72 MHz. Sua potência é de 0,9W e utiliza 15 transistores e 9 diodos.

manter rigorosamente dentro do estabelecido para esta finalidade pelo que exige-se o emprego de cristais para esta finalidade.

#### OS CIRCUITOS DOS TRANSMISSORES:

Para produzirmos os sinais de rádio necessários à obtenção de um transmissor diversas são as possibilidades.

Na verdade a própria evolução da eletrônica vem dando a possibilidade de, a cada dia, paticamente surgir uma nova técnica de rádio controle.

Os primeiros a se atreverem a controlar um veículo à distância se basearam nas válvulas que além de ocuparem um considerável volume necessitavam de uma considerável quantidade de energia para operarem. Os primeiros transmissores além de volumosos, exigiam o emprego de pesadas baterias que só podiam fornecer energia para sua alimentação por espaço de tempo relativamente curto.

Atualmente dispomos dos transistores e dos circuitos integrados.

Com os transistores podemos obter circuitos transmissores que praticamente não consomem mais energia do que a que deve ser irradiada e além disso suficientemente compactos para permitirem a construção de transmissores bastante pequenos. Com os circuitos integrados podemos reduzir os circuitos moduladores que formam um sistema transmissor de diversos canais a volume mínimo e eficiência máxima.

É justamente dos circuitos transmissores transistorizados que pretendemos falar nesta parte do artigo.

Para produzir o sinal que deve ser irradiado usamos um circuito denominado oscilador. Se o sinal do oscilador de rádio frequência não tiver potência suficiente para um controle seguro do modelo podemos aumentar sua intensidade por meio de uma etapa amplificadora de RF.

Diversos são os circuitos osciladores que podem ser feitos com poucos componentes.

Na figura 9 temos um circuito de um oscilador realimentado capacitivamente (auto-oscilador) de tipo bastante comum em transmissores de rádio controle.

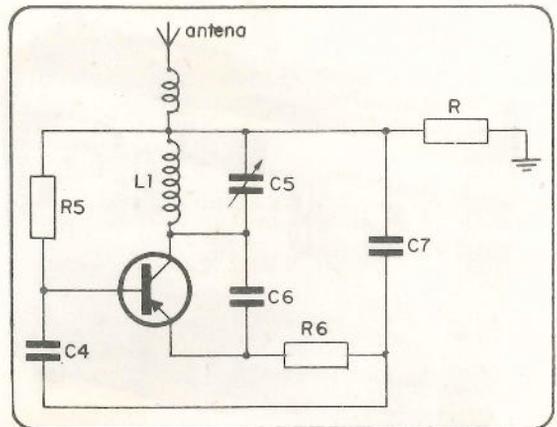


figura 9

Neste circuito L1 e C5 determinam a frequência de operação do oscilador, enquanto que C6 provê a realimentação coletor-emissor que mantém o circuito em oscilação.

R5 tem por função polarizar a base do transistor enquanto que R6 polariza o emissor do transistor.

A escolha de um transistor para este tipo de circuito é bastante importante no projeto de um transmissor. Em primeiro lugar o transistor deve apresentar um bom ganho na frequência de operação do transmissor o que significa que a frequência de transição desse componente deve ser bem superior à frequência em que ele deve operar. (A frequência de transição é normalmente fornecida nos manuais -  $f_t$ ).

Outro fator bastante importante a ser observado na escolha do transistor é a sua potência pois ela determina os valores dos componentes de polarização para um valor seguro que permita a obtenção do máximo rendimento do transmissor.

Transistores como o BF 494 ou BF 284 permitem a operação de um transmissor em frequências tão elevadas como 100 MHz, enquanto que transistores como o BC548 ou BC307 já se tornam inseguros na obtenção de transmissores que operem em frequências superiores a 30 MHz. Sua

potência, evidentemente é da ordem de algumas centenas de mW.

A realimentação que mantém o circuito em oscilação provém do capacitor C1, que retira o sinal da própria bobina. Os resistores R2 e R3 são de polarização de base enquanto que R4 é de polarização de emissor.

Na figura 11 temos um circuito em que um oscilador controlado por um cristal de quartzo excita uma etapa de maior potência capaz de fornecer uma saída de 1,5 Watts.

A modulação que permite que o transmissor opere com diversos canais é feita por meio de um transformador (T1).

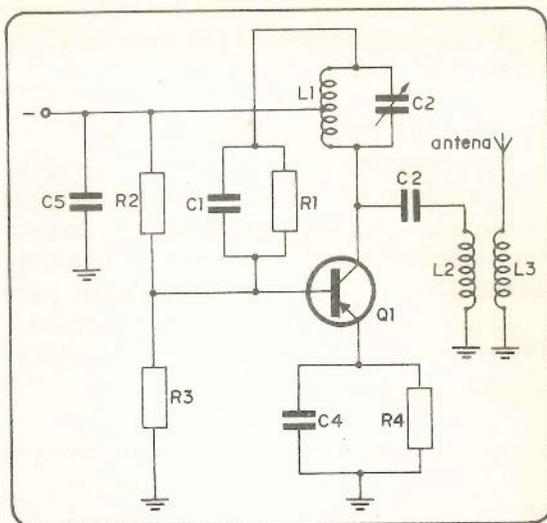


figura 10

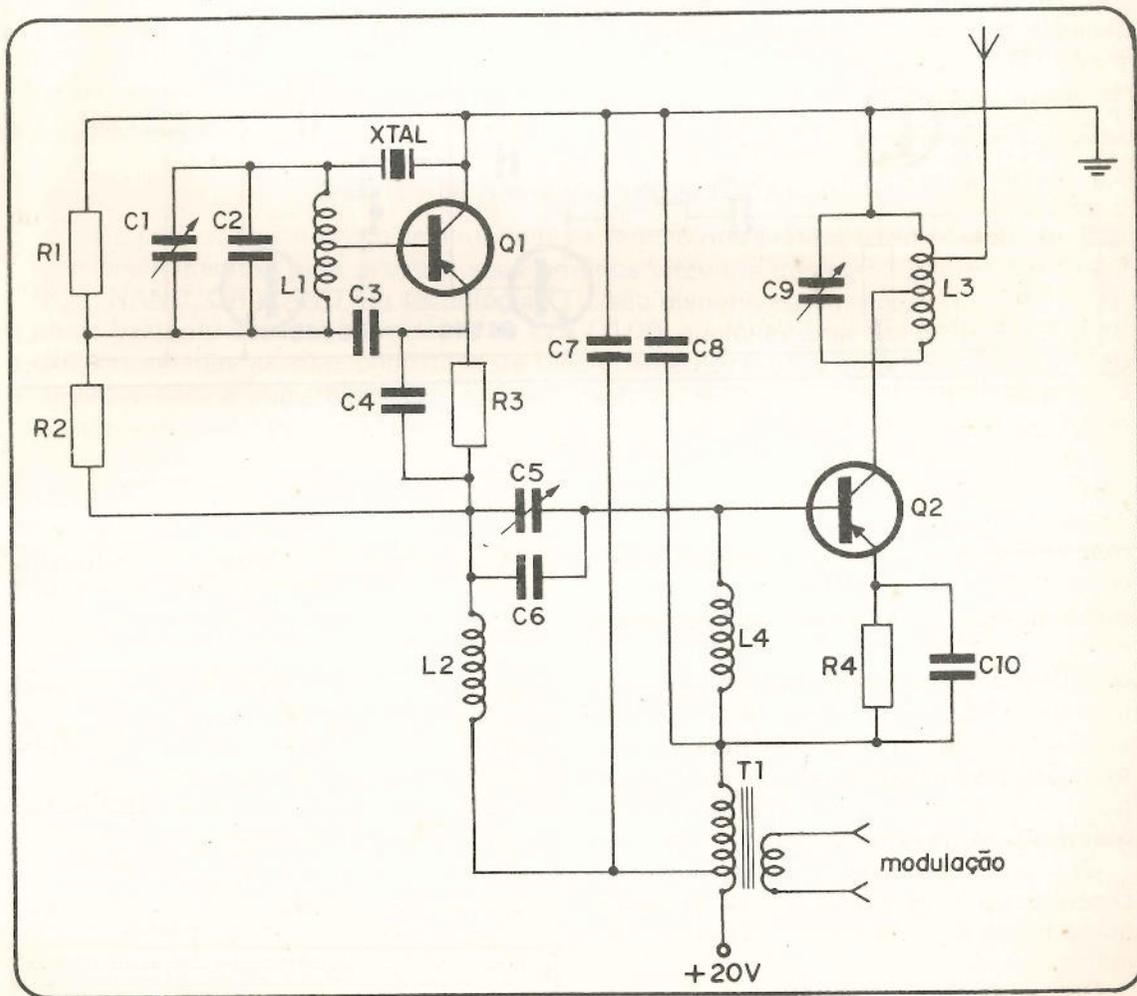
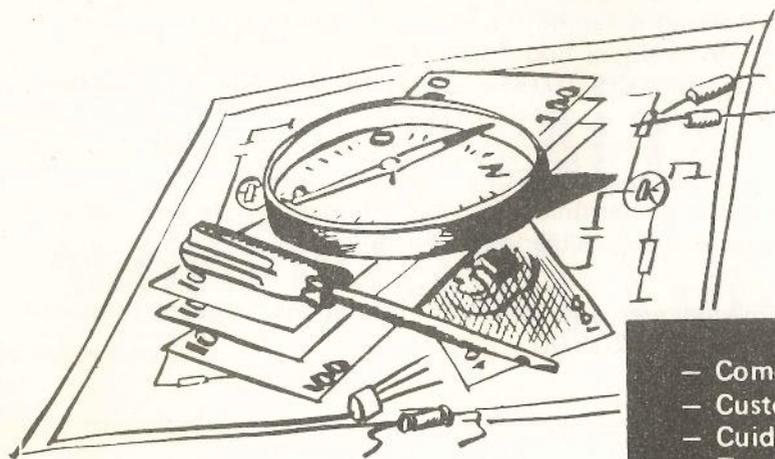


figura 11



# orientação para o montador



- Como obter os componentes
- Custo aproximado
- Cuidados especiais
- Tempo de montagem

## CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO COM PORTAS TTL

Se bem que este artigo seja muito mais teórico que prático, o leitor pode partir de seus ensinamentos para projetar seus próprios circuitos de temporização. As portas NOR, NAND, OR e AND em tecnologia TTL, são disponíveis em nosso mercado a um preço bastante acessível (em torno de Cr\$ 10,00, qualquer uma das portas) de modo que, respeitadas as suas condições de funcionamento, o bom projetista não terá dificuldades com a sua utilização.

## MICRO-TRANSMISSOR DE FM

Nesta primeira parte do artigo, descrevemos apenas o princípio de funcionamento deste interessante transmissor, deixando para a segunda parte, as instruções práticas referentes à montagem. Assim, de início o leitor não terá que se preocupar com a aquisição do material para a montagem, mas como, o uso do transmissor se faz em conjunto com um receptor de FM, desde já o leitor pode pensar em adquirir um, se não o tiver. Rádios de FM do tipo portátil, já são bastante comuns em nosso mercado, e seu custo é cada vez mais baixo em vista da popularização deste tipo de aparelho.

Bons receptores de FM com qualidade razoável de som, podem ser adquiridos por preços compreendidos entre Cr\$ 300,00 e Cr\$ 600,00. Modelos maiores, de 4 ou 6 pilhas, com diversas faixas de ondas já são bem mais caros podendo ultrapassar facilmente a casa dos Cr\$ 2.000,00.

Como o alcance do transmissor praticamente independe da qualidade do receptor, se o leitor pensar em adquirir um rádio de FM para utilizar com este aparelho, e evidentemente também para ouvir boa música, um modelo de 2 pilhas pequeno servirá perfeitamente.

## SISTEMAS DE ALARMES COM SCR<sub>s</sub>

A base das montagens sugeridas na parte prática deste artigo, são os SCR<sub>s</sub>, e o tipo específico citado, é bastante comum em nosso mercado podendo ser encontrado com diversas denominações. O SCR pode ser encontrado como C106, MCR106 ou TIC106 e seu custo é da ordem de Cr\$ 20,00 por unidade, dependendo da marca e da procedência. Os LDR<sub>s</sub> recomendados também são relativamente comuns em nosso mercado, servindo praticamente qualquer tipo. Estes componentes podem ser encontrados a um custo que oscilará entre Cr\$ 10,00 e Cr\$ 30,00 dependendo da marca e da procedência.

Relês, capazes de ser disparados pelos SCR<sub>s</sub>, também, podem ser encontrados com facilidade nas casas de material eletrônico. Seu custo dependerá de diversos fatores como: o número de contatos, a sensibilidade, e a qualidade.

De qualquer modo, em qualquer uma das três montagens, o gasto total com material não deverá ultrapassar Cr\$ 200,00.

### FONTE DE ALTA TENSÃO ALIMENTADA POR PILHAS

Esta montagem destinada ao principiante, não oferece maiores dificuldades para execução. Com pouca prática, o leitor menos experiente não levará mais do que meia hora para concluí-la.

Todo o material recomendado para esta montagem, pode ser conseguido com facilidade, em qualquer casa de material eletrônico.

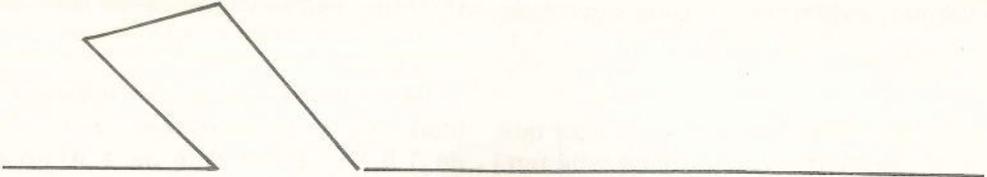
O transistor 2N3055 pode ser de diversas procedências, e de acordo com esta, e com o tipo de seu invólucro, será seu preço. Seu custo estará entre Cr\$ 20,00 e Cr\$ 50,00. Com relação ao transformador, o outro componente crítico, também pode ser encontrado com facilidade a um custo entre Cr\$ 20,00 e Cr\$ 40,00. Os demais componentes são todos comuns não oferecendo qualquer dificuldade de obtenção.

O custo total do projeto, excluindo-se a caixa, será da ordem de Cr\$ 100,00.

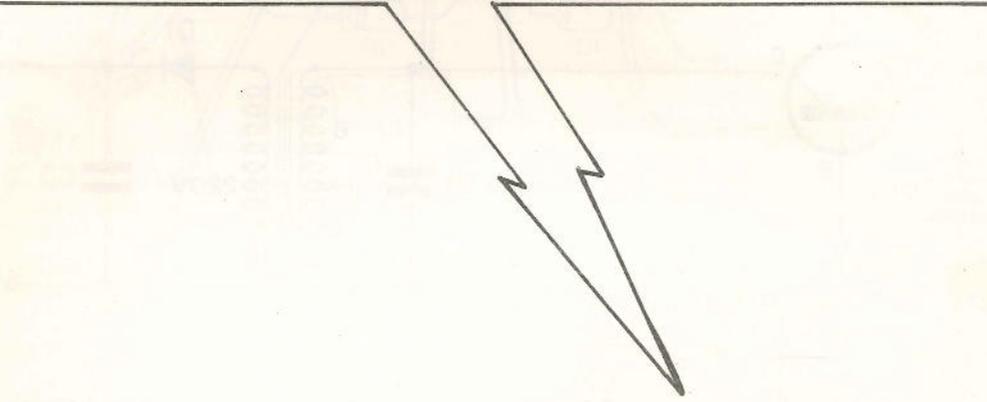
### APLICAÇÕES PARA OS AMPLIFICADORES OPERACIONAIS

O circuito integrado 741 em que se baseia este artigo, pode ser encontrado com relativa facilidade em nosso comércio especializado em dois tipos de invólucros, o metálico e o dual-in-line. Conforme a procedência também será seu preço, estando normalmente entre Cr\$ 20,00 e Cr\$ 40,00 por unidade.

Como as montagens descritas exigem certos cuidados como por exemplo a utilização de placas de fiação impressa, e de fontes simétricas, é evidente que se trata de artigo destinado aos dotados de certa experiência em eletrônica.



# FONTE DE ALTA TENSÃO ALIMENTADA POR PILHAS



Com este circuito pode-se obter, a partir de uma tensão de 1,5 ou 3 V, uma tensão de até 1000 V que pode servir para diversos tipos de aplicações práticas como em experiências de física, eletricidade, no laboratório ou ainda para a alimentação de tubos Geiger.

O circuito consiste basicamente num oscilador Hartley que converte a corrente contínua disponível na bateria, numa corrente contínua pulsante que, uma vez aplicada ao transformador, permite a obtenção de uma corrente alternada em seu secundário.

A tensão que será obtida no secundário dependerá da relação entre o número de espiras dos dois enrolamentos e da tensão aplicada ao primário.

O circuito pode ser elaborado de modo a se obter praticamente qualquer tensão acima da fornecida pela bateria que o alimenta, dependendo esta simplesmente das espiras do enrolamento secundário.

A tensão alternada obtida no secundário é retificada por meio de um ou mais diodos, podendo ser empregada, inclusive uma configuração dobradora, triplicadora ou multiplicadora de tensão que eleva ainda mais a tensão contínua a ser obtida.

Numa versão simplificada para o experimentador que não utiliza bobina especial, pode-se empregar um transformador comum dos usados em fontes de alimentação para transistores com primário de 220 Volts e secundário de 3 ou 6 V (corrente de 200 mA).

Com este transformador, alimentando o circuito com uma tensão de 3 V e utilizando-se um dobrador no secundário, pode-se

facilmente obter uma tensão de até 500 V dependendo, evidentemente da qualidade e das características próprias do transformador usado.

É claro que devemos alertar o leitor que uma fonte desse tipo que forneça uma tensão de 110 ou 220 V não serve para alimentar aparelhos eletrodomésticos comuns. Quando se faz uma elevação de tensão com um circuito inversor deste tipo, a tensão é aumentada, mas como não se pode criar energia elétrica a potência mantém-se constante, isto é, a energia obtida no secundário do transformador, no caso ideal é igual à energia fornecida pela pilha. Assim, se obtemos uma elevação da

tensão no secundário automaticamente a corrente disponível reduz-se, de modo que o produto tensão x corrente se mantenha constante.

Por exemplo, se a pilha utilizada na alimentação do circuito fornecer uma tensão de 1,5 V sob corrente de 1 A, ao elevarmos a tensão para 300 V (200 vezes mais), a corrente automaticamente será reduzida de 200 vezes, ou seja, só poderemos obter no máximo 5 mA.

O leitor deve ter isso em mente para não tentar alimentar com esta fonte algum circuito que a sobrecarregue. A sobrecarga não a estraga, mas faz com que sua tensão caia e portanto ela não funciona como o esperado.

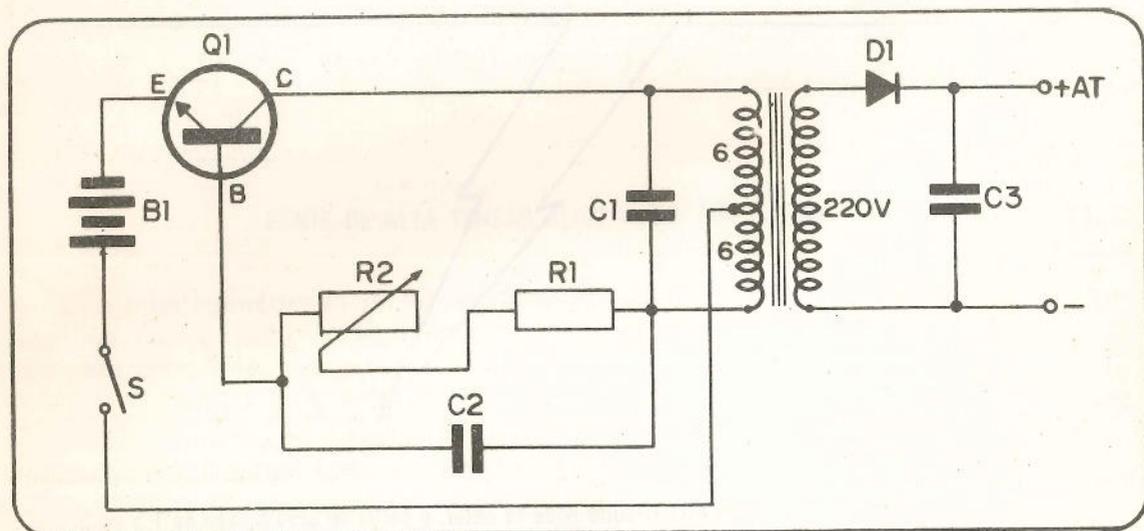


figura 1

#### COMPONENTES E MONTAGEM

Todos os componentes utilizados neste circuito podem ser obtidos com facilidade no mercado nacional.

Começamos pela escolha do transformador que determinará a tensão máxima que pode ser obtida. O tipo recomendado é o de 220 V de enrolamento primário e 3 + 3 ou 6 + 6 de secundário sob corrente de 200 mA, com tomada central.

Outros transformadores podem ser experimentados, mas neste caso tanto a tensão obtida como a corrente máxima dependerão de suas características.

O transformador é ligado de tal maneira que o enrolamento primário de alta tensão na realidade opera como secundário. Esse enrolamento é reconhecido pela cor dos

fios que são diferentes ou pelo fato de utilizar fios com capa plástica. O secundário de baixa tensão, por outro lado, pode ser distinguido pelos 3 fios que o compõem e que são ou encapados de duas cores diferentes (2 pretos e 1 amarelo ou vice-versa) ou ainda esmaltados.

O transistor pode ser do tipo 2N3055 ou de menor potência como o AD161 e seus equivalentes plásticos. Como esse transistor operará num regime bem inferior a sua máxima potência, nenhum dissipador de calor será necessário para este componente.

Os demais componentes são todos comuns. O diodo deve ser capaz de suportar uma tensão de pelo menos 500 V e o potenciômetro de 1 kΩ por onde se ajusta o ponto ideal de funcionamento do apare-

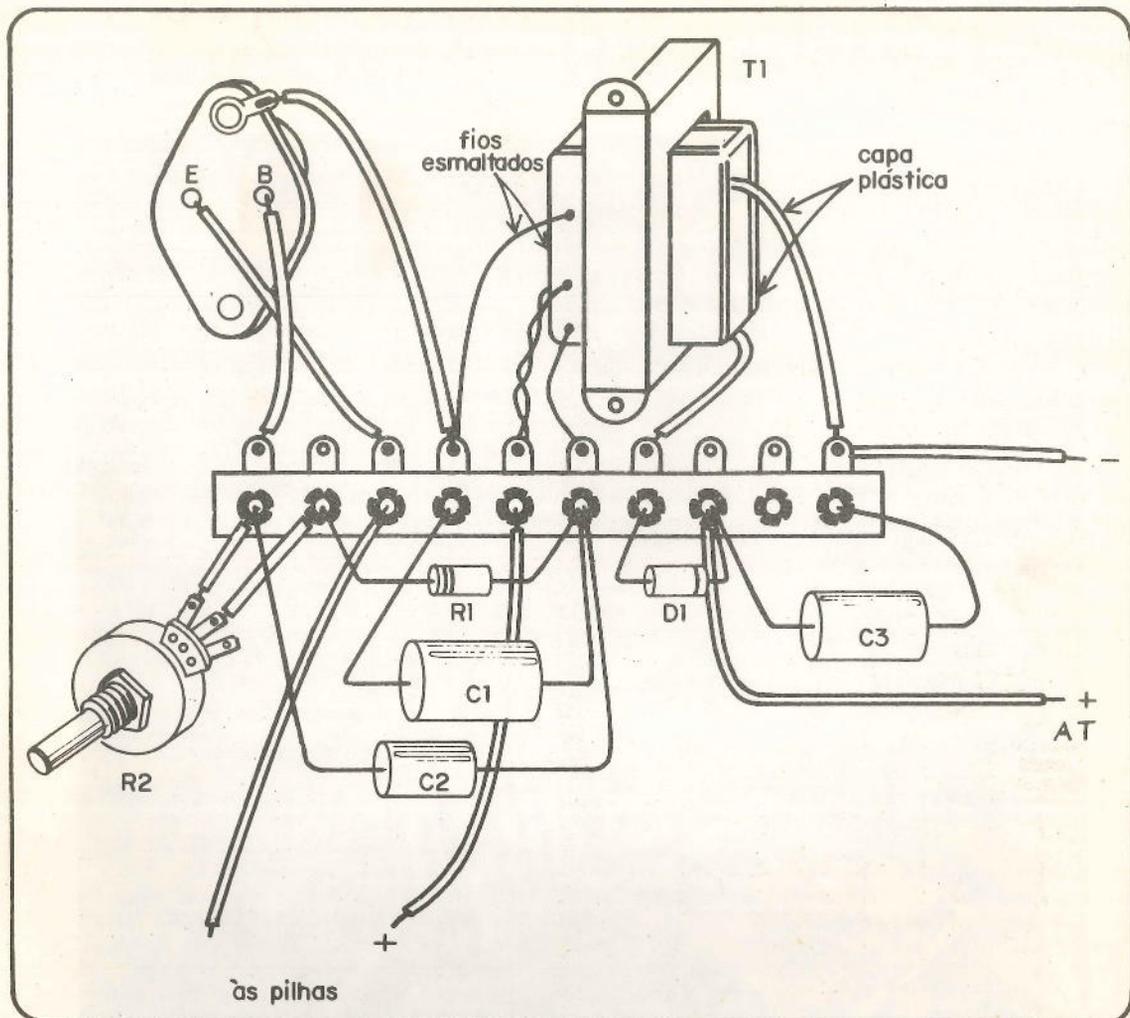


figura 2

lho pode ser linear ou logarítmico, com ou sem interruptor.

Para montagem o leitor poderá orientar-se pela figura 1, onde temos o diagrama e também pela figura 2, onde temos a disposição dos componentes numa ponte de terminais.

#### AJUSTES E FUNCIONAMENTO

Completada a montagem confira todas as ligações e se tudo estiver em perfeita ordem coloque as pilhas no suporte correspondente e ligue o aparelho.

Ligue à saída da fonte, ou um voltímetro na sua escala mais elevada ou ainda uma lâmpada neon em série com um resistor de  $220\text{ k}\Omega \times 0,5\text{ W}$ .

Ajuste então o potenciômetro de modo a obter o máximo rendimento da fonte o que no caso do voltímetro será acusado

pela leitura máxima de tensão e no caso da lâmpada neon pelo seu brilho máximo.

#### LISTA DE MATERIAL

- Q1 - 2N3055 ou equivalente
- T1 - transformador para fontes de 220 V de primário e 3 + 3 ou 6 + 6 de secundário com corrente de 150 a 500 mA.
- B1 - Bateria de 3 V ou pilha de 1,5 V grande
- R1 -  $100\Omega \times 0,5\text{ Watt}$
- R2 - Potenciômetro de  $1\text{ k}\Omega$  com interruptor
- C1 -  $0,1\ \mu\text{f} \times 100\text{ V}$  - capacitor de poliéster
- C2 -  $0,1\ \mu\text{f} \times 100\text{ V}$  - capacitor de poliéster
- D1 - Diodo BY127 ou 1N4004
- C3 -  $0,05\ \mu\text{f} \times 400\text{ V}$  - capacitor a óleo ou poliéster

Diversos: suporte para pilhas, ponte de terminais, fios, solda etc.

EXPERIÊNCIAS E  
BRINCADEIRAS COM



# ELETRÔNICA

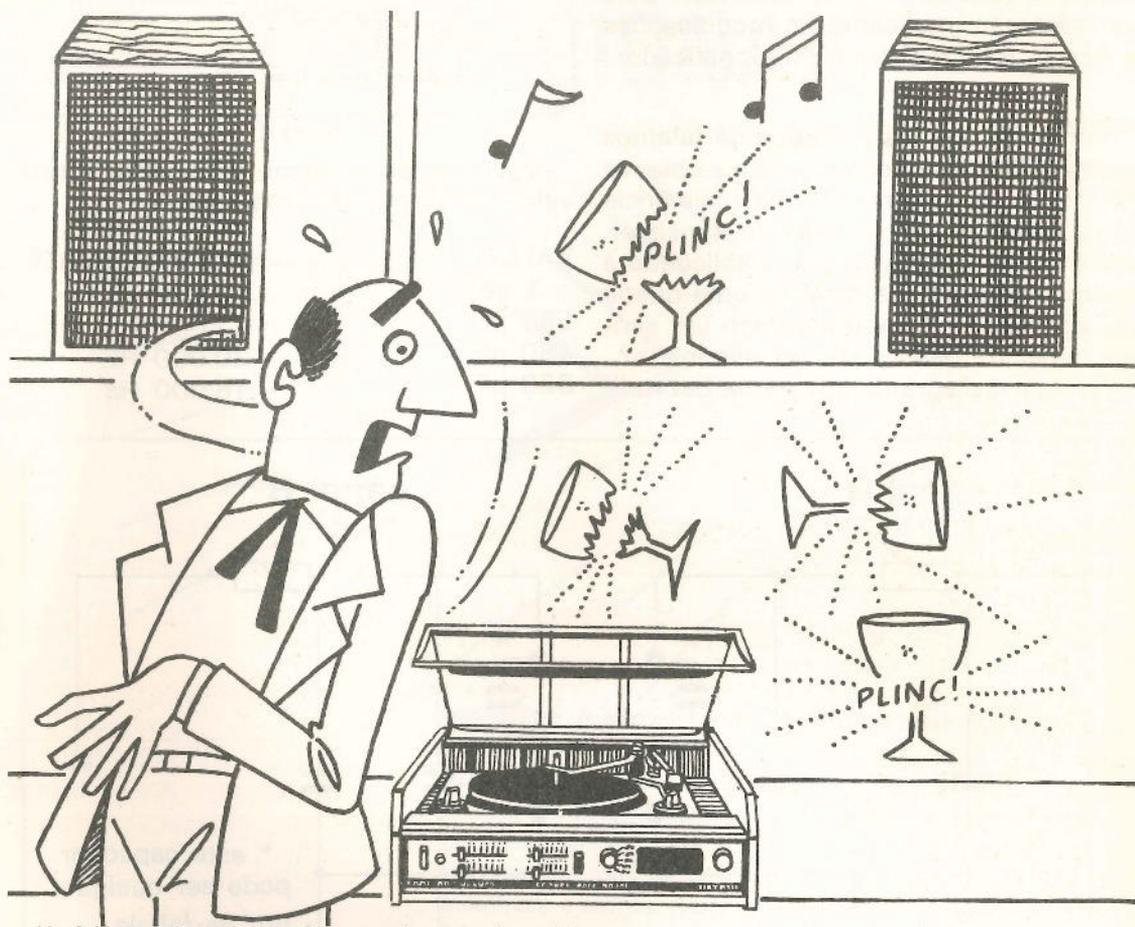
DE NEWTON C. BRAGA

1º VOLUME  
(PARA PRINCÍPIANTES  
HOBIAS E ESTUDANTES)



**JÁ NAS BANCAS**

# AUMENTE OS AGUDOS DO SEU AMPLIFICADOR



Você já deve ter notado a falta que faz um reforçozinho na curva de agudos de seu amplificador, principalmente quando você quer ouvir um pistom, um prato, ou mesmo um violino. Neste artigo vamos abordar o porquê deste problema e como resolvê-lo, ou pelo menos amenizá-lo.

Marco Antonio Mantovani

Como todos nós já sabemos, o ouvido humano possui resposta logarítmica e abrange uma faixa audível de 16 Hz a 18.000 Hz (em muitas pessoas essa faixa é mais extensa). As vibrações de alta frequência (acima de 5.000 Hz), são responsáveis diretas pelo "BRILHO" e pela "QUALIDADE" da música (isso não quer dizer que os graves não tenham igual importância). Compare, por exemplo, a transmissão em Ondas Médias (AM), com a transmissão em frequência modulada

(FM). Que diferença, hein!!!

A maioria dos fabricantes de amplificadores, nacionais ou importados, projeta seus aparelhos para uma faixa de resposta, em alta frequência, até 20.000 Hz. Sendo o alcance do nosso ouvido aproximadamente 18.000 Hz, acham eles que esta faixa é mais do que suficiente. Esquecem-se, porém, que as frequências em torno de 18.000 Hz, aparecerão apagadas, mascaradas pela falta de condições de resposta do amplificador.

Certamente você já ouviu um disco importado: que diferença dos nacionais, não? Esta diferença é exatamente a resposta mais extensa em altas frequências.

Não queremos aqui dizer, que este problema será totalmente resolvido, pois sua resolução implicaria em modificações de quase todo o circuito do amplificador.

Bem, mas, vamos à prática (já falamos demais). Abra o seu amplificador e observe o controle de volume. É uma resistência (não?), em série com a base do transistor. Pois quando o aparelho não é solicitado à máxima potência, ela provoca uma queda nos agudos. Você sabe que com um simples capacitor, isso pode ser eliminado?

Vai aqui o diagrama (diagrama ha! ha!):

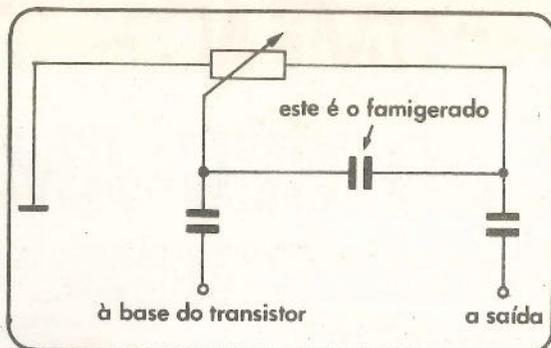


figura 1

Vocês estão curiosos para saber o seu valor, pois aqui vai uma tabelinha:

VALOR	P/REFORÇO ATÉ
1 nF	10.000 Hz
580 pF*	22.000 Hz
480 pF	20.000 Hz
320 pF	18.000 Hz

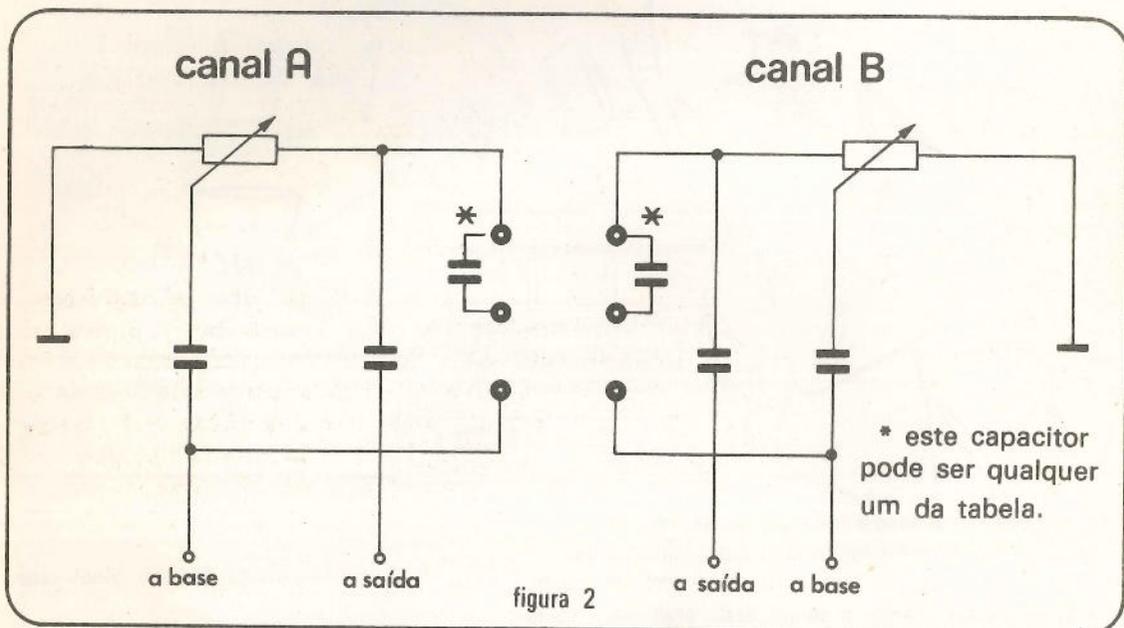


figura 2

Daremos também uma "dica", em configuração estereofônica, para um filtro de agudos (quando desligado), ou como queiram (os entendidos) um reforçador para alta frequência.

OBS.: Se o seu amplificador é à válvula, utilize capacitores em torno de 100 pF.

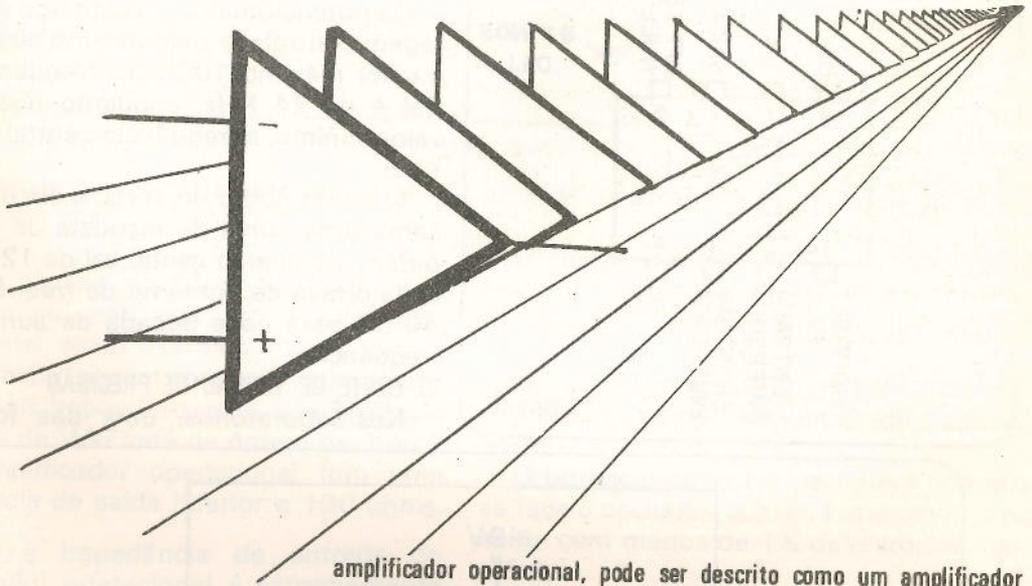
A chave utilizada é do tipo HH, em qualquer uma de suas várias versões: alavanca, simples etc. Nada impede porém que, no lugar desta chave, seja colocado um potenciômetro, para obter-se uma variação mais ampla (valor 500 k  $\Omega$ ).

Depois de ter feito isso, é só ligar; se não sair fumacinha (não pelo capacitor), você irá descobrir coisas que nunca pensou existirem em seus discos. Pode ter certeza de que o seu prazer auditivo (gostaram?), será aumentado em muito.

Em outras oportunidades, voltaremos com artigos práticos, iguais a este, visando melhorar as características dos aparelhos do mercado.

\* este capacitor é uma associação de um capacitor de 480 pF em paralelo com um de 100 pF.

# APLICAÇÕES PARA AMPLIFICADORES OPERACIONAIS



amplificador operacional, pode ser descrito como um amplificador formado por uma etapa de entrada diferencial, seguida de diversas etapas de amplificação subsequentes que terminam numa etapa de potência em classe B. Como podem operar com sinais, que vão desde correntes contínuas, até frequências bastante elevadas (alguns alcançam até mais de 100 MHz), a variedade de aplicações que encontram, é enorme. Neste artigo, pretendemos focalizar algumas delas.

Um dos mais populares amplificadores operacionais disponíveis sob a forma de circuito integrado, é conhecido como "741". Conforme o fabricante, encontramos, entretanto, a mesma configuração com outras denominações, quer seja, com o acréscimo de um prefixo, ou ainda, com uma outra designação.

Assim, podemos encontrar o 741, com qualquer uma das seguintes denominações:

741,  $\mu$ A741, SN72741, MC1741, LM741, etc.

Os circuitos que daremos a seguir, tem seus terminais numerados em função do 741 encontrado no invólucro de 8 pinos

dual-in-line, mas por uma consulta à figura 1, o leitor poderá facilmente realizar a conversão para o caso do invólucro TO-5 (metálico).

## 1) Amplificador não inversor de ganho 100.

Num amplificador não inversor, o sinal a ser amplificado é aplicado à entrada não inversora (+), e a fase do sinal de saída, é a mesma da do sinal de entrada. O ganho do amplificador (figura 2), depende da relação existente entre os resistores R2 e R1, dada pela seguinte fórmula:

$$G = (R1 + R2)/R1$$

A impedância de entrada deste circuito, é de 100 k $\Omega$ .

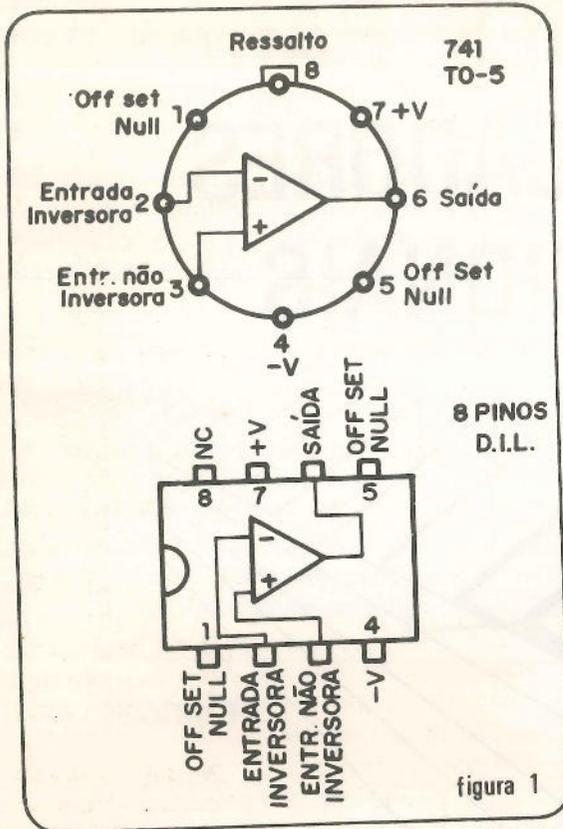


figura 1

2) Filtro passa-baixa (2,2 KHz a 24 KHz)  
 Neste circuito, temos a utilização de um filtro, que faz com que o ganho de sinal, seja unitário para uma determinada faixa em torno da frequência escolhida, e todos os sinais fora desta faixa são atenuados. (figura 3)

A relação entre R2 e R3 determina a faixa de frequências que deve passar sem atenuação, ou seja, determina a frequência central que deve ser aceita pelo circuito sem atenuação.

Os potenciômetros são do tipo em montagem controlada pelo mesmo eixo, e para o valor máximo (100KΩ), a frequência central é de 24 KHz, enquanto que para o valor mínimo, a frequência central é de 2,2 KHz.

Além do ponto de corte, o circuito apresenta uma curva de resposta de segunda ordem, na qual, o ganho cai de 12 dB para cada oitava de aumento de frequência, ou 40 dB para cada década de aumento de frequência.

3) FONTE DE TENSÃO DE PRECISÃO  
 Nos laboratórios, uma das fontes de

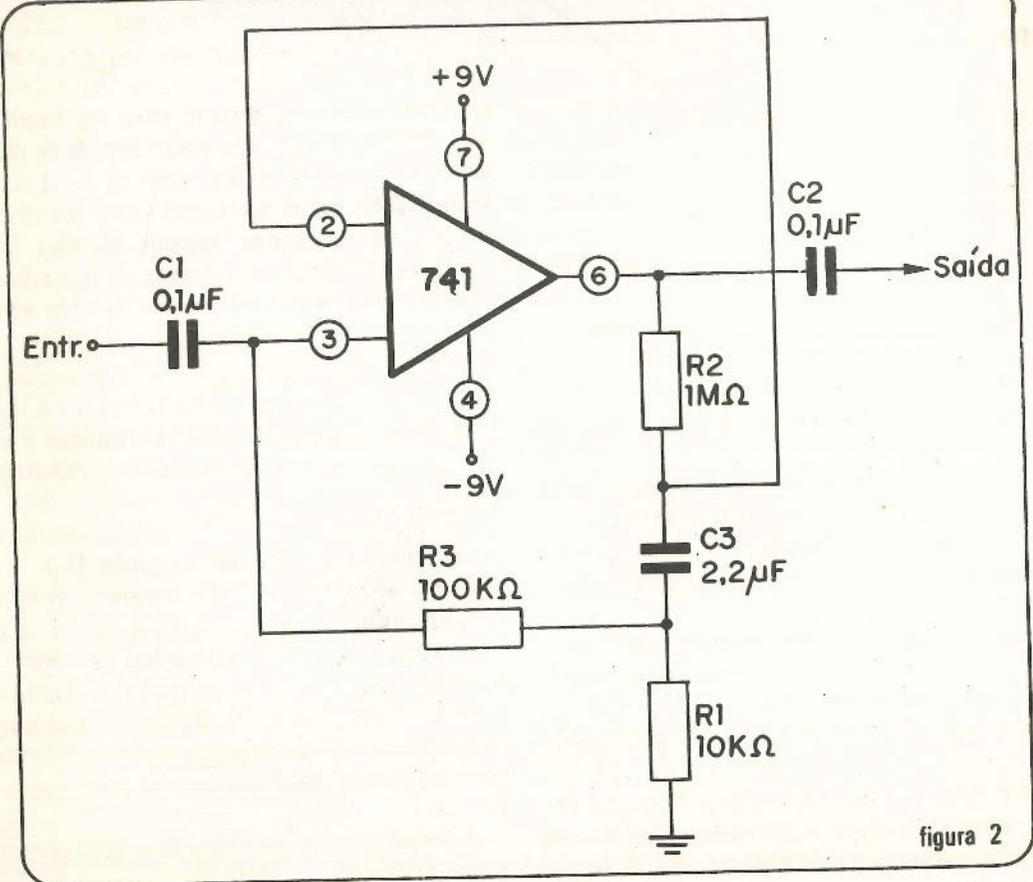


figura 2

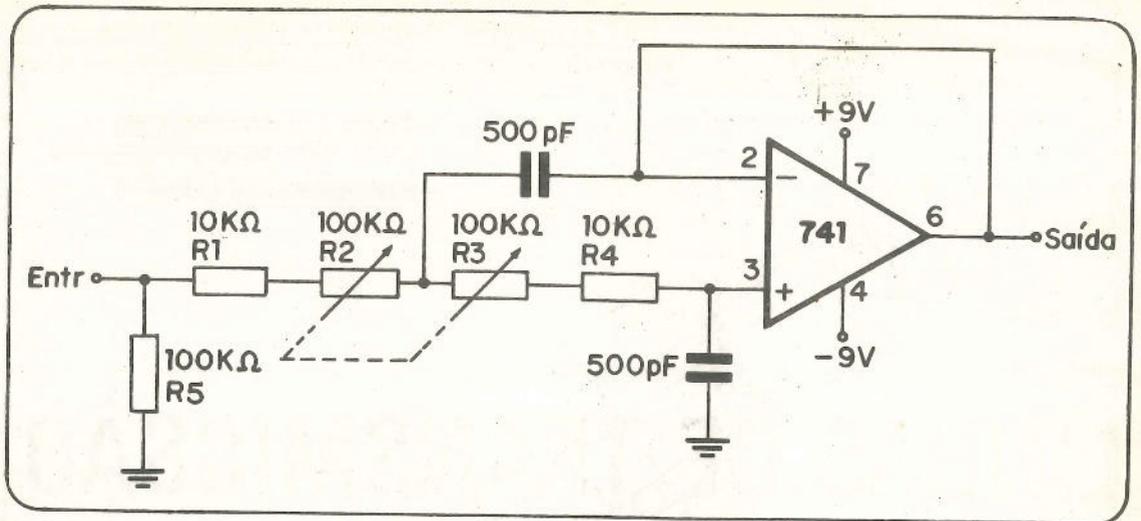


figura 3

referência de tensão mais usadas, é a célula de Weston (1,018 volts).

Neste circuito da figura 4, temos uma configuração, em que um amplificador operacional, ajuda a obter a mesma tensão de referência, porém com uma impedância muito mais baixa. Enquanto a impedância da célula de Weston é da ordem de 1 ou 2 kΩ o amplificador operacional tem uma impedância de saída inferior a 100 ohms.

Como a impedância de entrada do amplificador operacional é extremamente elevada, é obtido um gasto de energia muito baixo da célula de referência. O consumo de corrente é de apenas 0.03 μA.

O amplificador em questão, pode fornecer correntes de até 5 mA.

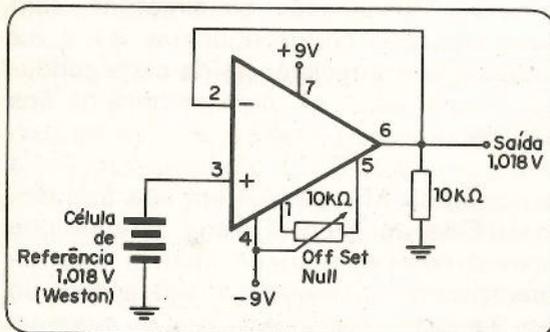


figura 4

#### 4) OSCILADOR DE DUPLO T PARA 1 KHz

O circuito apresentado na figura 5, pode servir como ponto de partida para geradores de ritmos em instrumentos musicais.

A realimentação é obtida, retirando-se parte do sinal amplificado e aplicando-o à

entrada do amplificador por meio de duplo T.

O ajuste do ponto exato de oscilação é feito através de R4, para que seja obtido o mínimo de realimentação no ponto central da frequência desejada.

O potenciômetro R7, permite a obtenção de uma saída com amplitude ajustável entre 0 e 5 volts r.m.s.

O potenciômetro R4 permite ainda que se faça o oscilador operar, fornecendo uma saída com menos de 1% de distorção harmônica.

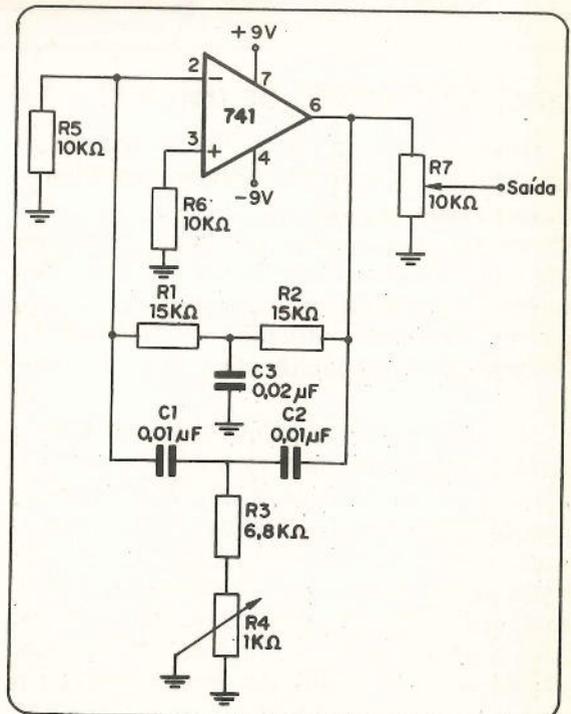
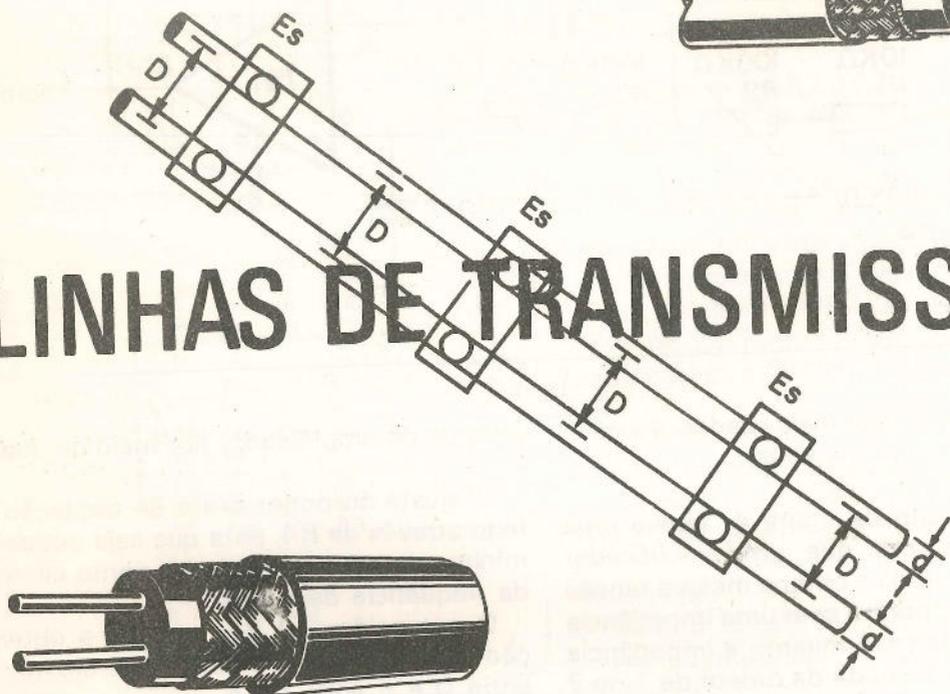


figura 5

# LINHAS DE TRANSMISSÃO



Francisco Bezerra Filho

## CIRCUITO ELÉTRICO DE UMA L.T.

Qualquer L.T. do tipo bifilar ou coaxial, é construída por dois condutores. Esses condutores são espaçados entre si, de uma certa distância, e têm um meio qualquer como dielétrico. Para sinais de alta frequência o conjunto comporta-se como um circuito elétrico, formado por bobinas  $L$ , resistência  $R$ , capacitância  $C$  e condutância  $G$ .

Os dois primeiros são conhecidos como parâmetros série, pelo fato de ficarem em série com o gerador e os dois últimos como parâmetros paralelos. Todos esses parâmetros comportam-se ao longo da linha como sendo um componente físico real: suas unidades são expressas em relação a um certo comprimento "X" e uma distância "Y". Na fig. 8A temos uma L.T., com um comprimento X e uma distância Y entre os condutores.

Para cada comprimento X, temos um circuito elétrico equivalente. Na fig. 8B temos o circuito elétrico equivalente de uma L.T., balanceada ou simétrica, com seus símbolos correspondentes  $R_1$  e  $R_2$  representam a resistência de cada condutor; como sabemos, nem sempre os fios são condutores perfeitos: sempre há perdas (por efeito JOULE em baixa frequência e por efeito PELICULAR em alta frequência). Essa resistência varia diretamente com o comprimento da linha e inversamente com o diâmetro e a resistividade do fio. Também depende muito do material que o mesmo é feito (cobre, latão, alumínio etc.). Em alguns casos é aplicada uma película de material altamente condutor (ouro, prata ou platina) diminuindo a resistência elétrica da superfície.

Por outro lado, quando um condutor é percorrido por uma corrente alternada de

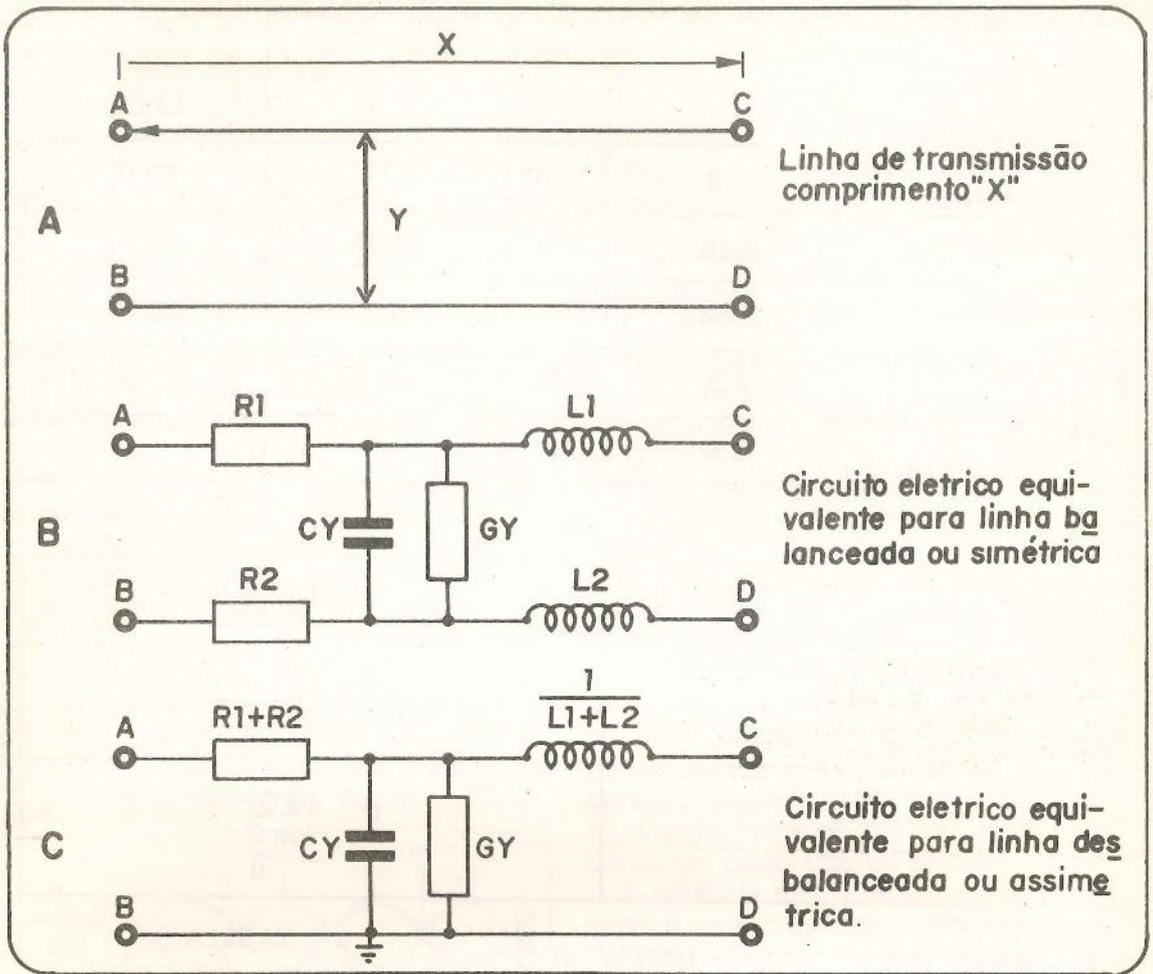


figura 8

alta frequência, esta não se propaga uniformemente pela sua secção transversal mas sim, pela sua superfície externa. Isso equivale a diminuir a secção útil do condutor e aumentar sua resistência elétrica. Esse efeito é conhecido como EFEITO PELICULAR.

Uma maneira prática de solucionar esse inconveniente é aumentar o diâmetro do condutor. Por exemplo, o fio de cobre nº 10 AWG (que corresponde a um diâmetro de 2,58 mm) tem uma resistência em C.C. de  $7,75 \Omega/\text{km}$ . Para C.A. essa resistência varia em função da frequência, do diâmetro do condutor, e do tipo de material usado, como podemos ver na tabela 2.

Indutância L. Quando uma corrente alternada circula através dos condutores, aparece em torno dos mesmos a um campo magnético que se opõe à circulação de

corrente; esse efeito físico equivale a uma indutância. Em linhas bifilares, depende do diâmetro e da distância entre os condutores, como podemos ver na tabela 3.

Nas linhas de  $600 \Omega$  com fio 22, seu valor está em torno de  $1,2 \text{ mH}/\text{km}$ . Nos cabos coaxiais esse valor é bem menor.

Capacitância C. Pelo fato dos dois condutores estarem em paralelo, os mesmos comportam-se como duas placas formando um capacitor com dielétrico a ar. Dependendo do dielétrico, da distância e do diâmetro dos condutores, podemos ter uma capacitância distribuída ao longo dos condutores, podemos ter uma capacitância distribuída ao longo da linha de  $5 \text{ nF}/\text{km}$ . No caso de cabo coaxial, onde é usado outro tipo de dielétrico, a capacitância será bem menor, como podemos ver na tabela 3. Essa capacitância, que aparece

MATERIAL	DIÂMETRO DO CONDUTOR mm	Nº AWG	RESISTÊNCIA Ω/Km (DC)	RESISTÊNCIA Ω/Km P/ 150 KHZ
BRONZO TELEFÔNICO	3,0	± 8	5,40	23,85
BRONZE TELEFÔNICO	2,5	± 10	7,75	29,0
COPPERWELD	3,25	± 8	10,06	20,20
COPPERWELD	2,53	10	15,91	25,10
COBRE REDOZIDO CABO TELEFÔNICO	1,3	16	24,9	69,00
COBRE RECOZIDO CABO TELEFÔNICO	0,9	18	54	102,00

TABELA 2

CABO COAXIAL LINHA BIFILAR	LINHA BIFILAR
$L = 4,59 \cdot \log \frac{D}{d} \cdot 10^{-7}$	$L = 9,22 \log \frac{D}{d} \times 10^{-7}$
$C = \frac{24,1}{\log \frac{D}{d}}$	$C = \frac{12,07}{\log \frac{D}{d}}$

$$C = PF / m$$

$$L = \text{HENRY} / m$$

TABELA 3

ao longo da linha, atua como um curto-circuito para as altas frequências; quanto maior a capacitância por unidade de comprimento, maior será a atenuação.

Condutância G. Nem sempre o dielétrico é um isolante perfeito, havendo sempre um acoplamento mútuo entre os condutores. Esse acoplamento é conhecido como condutância. Na maioria das vezes o efeito da condutância é muito pequeno em relação à capacitância e à indutância e pode ser desprezado.

Como vimos anteriormente, as linhas de transmissão podem ser de dois tipos: simétrica ou balanceada e assimétrica ou desbalanceada. A linha é simétrica quando os dois condutores estão isolados do chassi, (fig. 8B). Neste caso, os dois condutores estão sob o mesmo potencial em relação ao chassi, sendo a linha pouco sensível à indução de sinais interferentes. Na fig. 8C temos o diagrama elétrico equivalente de uma linha de transmissão desbalanceada

ou assimétrica, onde o condutor inferior B está aterrado. Neste caso a diferença de potencial em relação ao chassi, é diferente para cada condutor; este tipo de L.T. é muito sensível à interferência de sinais externos.

Os parâmetros - série R e L, aparecem como um valor total, mas só para um condutor. Todos os parâmetros vistos acima são fatores que vão limitar o ponto de operação da L.T. como: frequência máxima de operação, atenuação, perdas por efeito Joule etc.

#### ONDAS ESTACIONÁRIAS EM UMA L.T.

Para entender melhor o que é uma onda estacionária em uma linha de transmissão, vamos primeiramente fazer uma analogia com uma corda, onde um dos extremos está preso a um ponto qualquer, enquanto ao outro extremo é aplicado um movimento ondulatório no sentido vertical. Esse movimento percorre a corda em toda sua

extensão, indo de um extremo ao outro.

Essa onda é conhecida como onda direta ou incidente. Se a corda tivesse comprimento infinito, a vibração também propagar-se-ia infinitamente.

Quando a vibração atingir o extremo fixo da corda, no nosso exemplo reflete-se, retornando para o outro extremo onde se originou o movimento. As ondas resultantes desse movimento, são conhecidas como refletidas.

Se fizermos a corda vibrar uniforme e continuamente, aparecerá um número infinito de ondas incidentes e refletidas. As vibrações das ondas refletidas combinam-se com as ondas incidentes formando ondas estacionárias ao longo da corda. Em determinados pontos da corda haverá coincidência de fases entre as ondas incidentes e refletidas havendo uma soma de amplitudes, e em consequência uma vibração de maior amplitude, também conhecida como crista máxima de onda. Nos outros pontos, há uma defasagem e as vibrações se anulam mutuamente; esses pontos são conhecidos como nulo ou nós das ondas estacionárias, fig. 9.

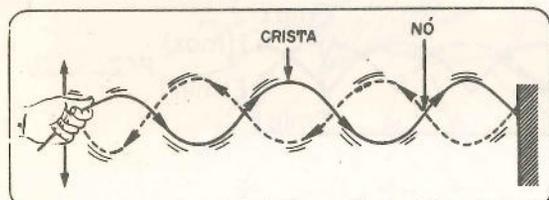


FIG. 9 MOVIMENTO DE ONDA ESTACIONÁRIA AO LONGO DE UMA CORDA

— ONDAS DIRETAS OU INCIDENTES  
 ... ONDAS REFLETIDAS OU ESTACIONÁRIAS

A analogia feita acima é equivalente a uma linha de transmissão com um certo comprimento, do tipo descasado ou ressonante; a potência aplicada pelo gerador em um dos seus extremos, não é totalmente absorvida no outro extremo e reflete-se para o gerador, daí novamente para linha, formando ondas estacionárias, com cristas nós e mínimos ao longo da linha.

Como já vimos, o uso mais comum de uma L.T. é para transferir energia do transmissor para a antena. Para efeito didático, vamos representar o transmissor por um gerador com uma impedância interna  $Z_i$ , a antena por uma carga  $R_C$  e a impedância característica da L.T., por  $Z_0$ , (figura 10). O sistema estará perfeitamente casado quando  $Z_i = Z_0 = Z_C$ , ou seja, há a máxima transferência do gerador para a carga, quando a impedância do gerador ( $Z_i$ ) for igual à impedância da linha  $Z_0$  e esta, por sua vez, igual à impedância da carga  $Z_C$ .

Na condição de casamento perfeito entre as três impedâncias em jogo, toda potência gerada pelo gerador, será totalmente absorvida pela carga. Se o gerador gera, por exemplo, 100W, a carga absorve ou dissipa, todos os 100 W, transformando-os em outro tipo de energia.

A potência que o gerador envia para a carga é conhecida como potência direta ou incidente. Quando há um descasamento entre as impedâncias, ou seja, quando não são iguais entre si, e o gerador envia 100 W para a carga, essa potência não será totalmente absorvida pela carga; uma parte da potência que a carga não conseguiu

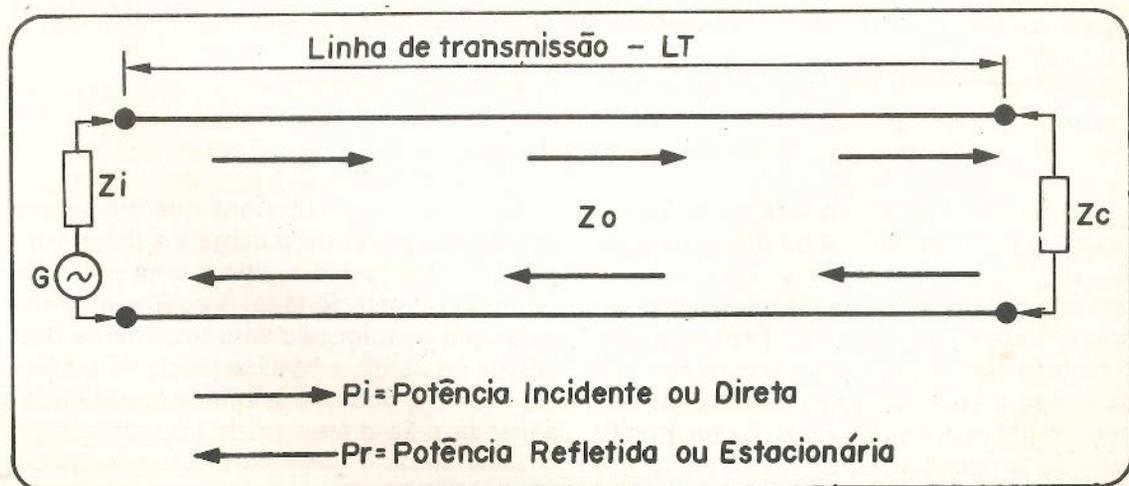


figura 10

absorver será refletida de volta à linha, na direção da carga para o gerador. Essa potência não absorvida pela carga é conhecida como potência refletida ou estacionária.

A potência refletida, ao atingir o gerador, será somada à potência deste e novamente mandada para a carga; esse ciclo se repete infinitamente. Ao longo da linha, aparecem pontos de soma (picos) e subtração (nós), formando pontos de máxima e mínima de POTÊNCIA. Como esse movimento de vai-e-vem é contínuo, a potência ao longo da linha é somada em função do tempo, aparecendo picos máximos de potência, muitas vezes superiores à potência do transmissor, capazes de romper a

isolação da linha ou danificar a saída do transmissor.

### PERDA DE RETORNO POR DESCASAMENTO

Quando a linha está perfeitamente casada, quando as três impedâncias são iguais ( $Z_i = Z_o = Z_c$ ), não há onda estacionária ao longo da linha. Em qualquer ponto da linha de transmissão, a tensão e a corrente têm fase e amplitudes constantes, não havendo diferença de amplitude e nem fase entre elas. Nestas condições a L.T. comporta-se como resistência pura, sem parte imaginária. Se medirmos a tensão e a corrente em qualquer ponto da linha e dividirmos uma pela outra, vamos encontrar sempre uma impedância constante, (como podemos ver na figura 11A).

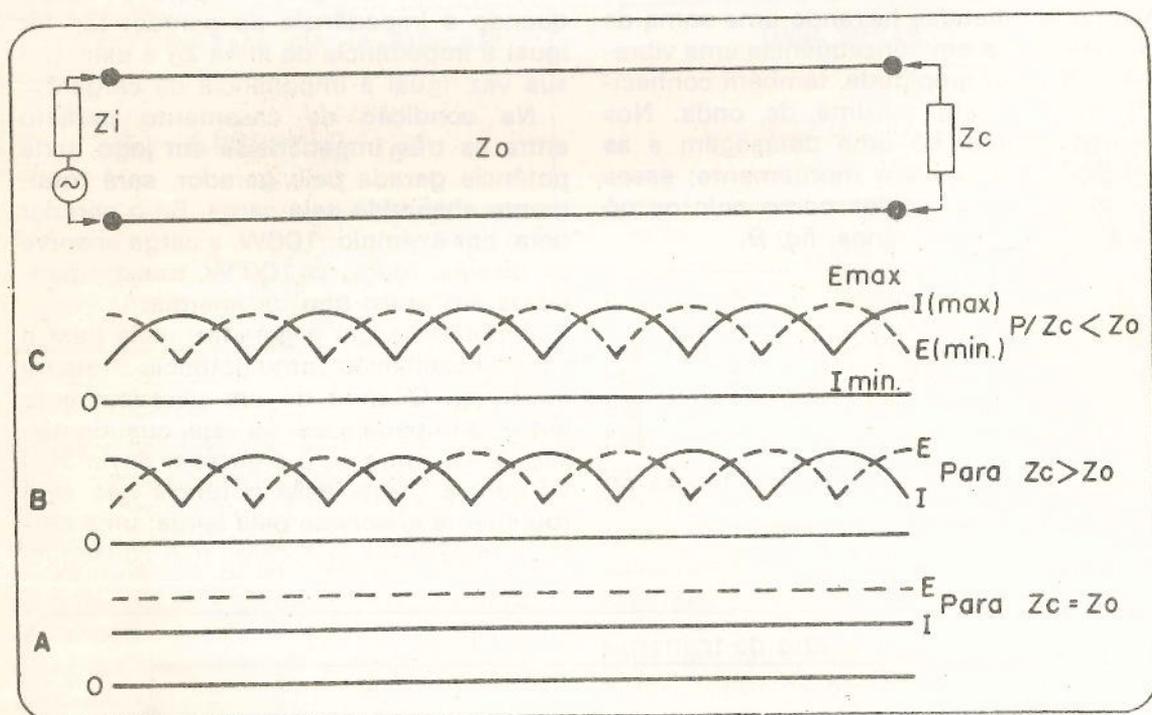


figura 11

No caso da impedância da carga  $Z_c$  ser maior que a impedância da linha, ou seja,  $Z_c > Z_o$ , haverá um descasamento entre a carga e a linha. A corrente na carga diminui e a tensão aumenta. Essa situação repete-se para cada meia onda no sentido da carga para o gerador, como podemos ver na figura 11B. Quando  $Z_c$  for menor que  $Z_o$ , a corrente na carga aumenta e a tensão diminui, caso inverso do que foi visto acima na figura 11C.

Nos dois casos, dizemos que houve um descasamento entre a carga e a linha, surgindo ao longo desta última uma potência refletida ou estacionária. A potência fornecida pelo gerador não será totalmente dissipada na carga, e há uma perda de potência devido à onda estacionária ou refletida, causada pela diferença de impedância.

Essa perda é conhecida como perda de retorno (RETURN LOSS) e será tanto maior quanto maior for a diferença numéri-

ca entre as impedâncias. É muito comum expressar-se esta perda de retorno em dB, que pode ser calculada em relação às impedâncias (equação I) ou em relação à potência incidente  $P_i$  e a potência refletida  $P_r$ ; daí temos perda de retorno em dB.

$$20 \log \frac{Z_o + Z_c}{Z_o - Z_c} \text{ (I) em relação à tensão}$$

$$10 \log \frac{P_i}{P_r} \text{ (II) em relação à potência}$$

Como a potência incidente é constante, a perda de retorno só depende da potência refletida: quanto menor for esta potência, melhor será o casamento de impedância e

maior será a relação em dB. No caso de casamento perfeito  $Z_o = Z_c$ , podemos ver através das equações I e II, que a potência refletida será mínima; a relação em dB tende para o infinito, que é a melhor condição de casamento. No caso da L.T. terminar em aberto ou em curto, casos extremos, o descasamento será total, a potência refletida será igual à potência incidente e a relação em dB será 0 dB. Em equipamento profissional, a relação de potência incidente/refletida deve ser de 800:1, que corresponde a uma perda de retorno de 29 dB em potência, ou 54 dB em tensão. Isto, por sua vez, corresponde a um erro entre as impedâncias, menor ou igual a 5%.



A UTILIZAÇÃO DE COMPONENTES ERRADOS PODE LEVAR OS MELHORES PROJETOS A CONSEQUÊNCIAS DESASTROSAS...

# PLL - NOVA APRESENTAÇÃO DE UMA VELHA IDÉIA

## I - INTRODUÇÃO

Em 1932, um grupo de físicos britânicos começou a desenvolver um trabalho que lhes permitisse encontrar um circuito para recepção de rádio-freqüências que substituisse, com vantagens, o sistema superheterodino. Era um primeiro passo para o "Phase Locked Loop" - PLL. Já em 1940, o PLL era utilizado em sofisticadas aplicações militares, mas sua expansão a outras áreas da eletrônica e sua popularização com a utilização em sintonizadores FM, só ocorreu após 1970 com o advento da versão em circuito integrado. Isto porque, o circuito integrado PLL conseguiu reduzir consideravelmente o custo e as dificuldades inerentes ao projeto e utilização, com relação a seu antecessor com elementos discretos.

Atualmente os PLLs são largamente

utilizados nas mais variadas áreas da eletrônica. Como exemplos de aplicações podemos citar, além do emprego em detectores FM: controle de motores, geradores de FM, decodificação estereofônica e quadrifônica, telefonia (sistema "Touch Tone") etc.

Portanto, o experimentador ou curioso em eletrônica pode, de agora em diante, contar com mais este bloco integrado de inúmeras aplicações.

## II - DESCRIÇÃO

O PLL é, basicamente, um sistema de realimentação que compreende quatro elementos: um detetor ou comparador de fase, um filtro passa-baixos externo, um amplificador de erros (no sentido entrada-saída) e um oscilador controlado por tensão (OCT). O diagrama de blocos pode ser visto na figura 1.

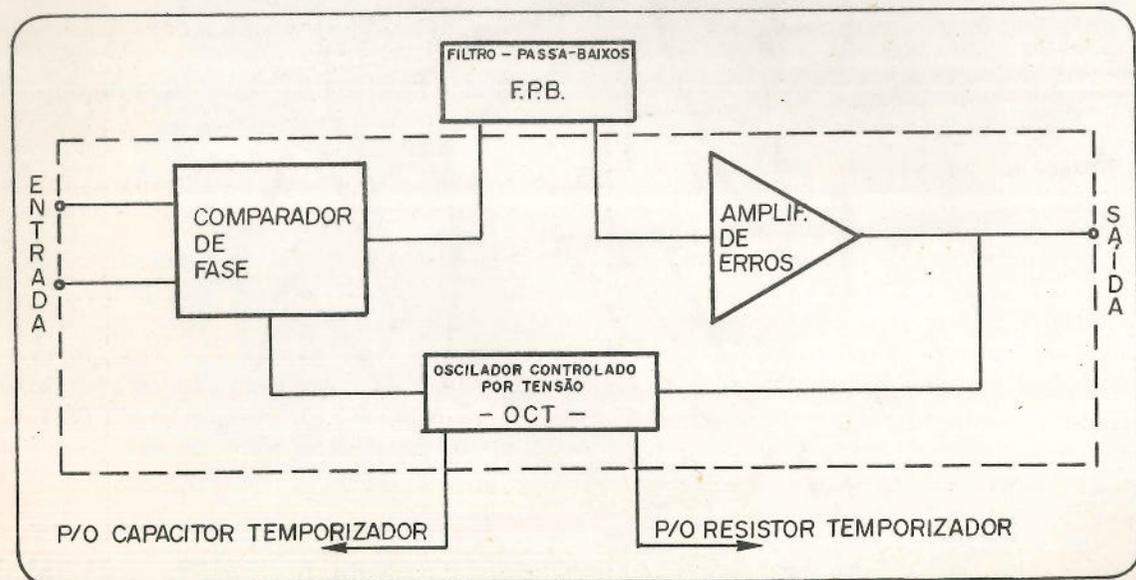


FIGURA 1 - Diagrama de blocos básicos de um "Phase Locked Loop".

Na ausência de sinal na entrada do circuito, a tensão de erro é nula e o OCT trabalha numa frequência fixa  $\omega_0$  chamada frequência de livre oscilação. Ao aplicarmos um sinal à entrada do PLL, o comparador de fase compara a fase e a frequência desse sinal com a frequência do OCT, gerando uma tensão de erro  $V_e(t)$ , proporcional às diferenças de fase e frequência dos dois sinais. Essa tensão é filtrada e amplificada para então ser levada até o terminal de controle do OCT, forçando uma variação na frequência do mesmo. Essa variação ocorre, no sentido de reduzir a diferença entre a frequência  $\omega_0$  e a do sinal de entrada.

Se a frequência do sinal de entrada ( $\omega_i$ ) estiver suficientemente próximo a  $\omega_0$ , a característica de realimentação do PLL provocará a sincronização do OCT com o sinal de entrada. Uma vez em sincronismo, o OCT passa a oscilar em uma frequência idêntica à de entrada, exceto por uma diferença de fase finita e necessária à operação auto-corretora do PLL. Essa capacidade auto-corretora do circuito permite-lhe desde que esteja sincronizado, acompanhar variações de frequência na entrada. A faixa de frequências no qual o PLL mantém-se sincronizado ao sinal de entrada, chamaremos "faixa de retenção" ("Lock Range"); outra faixa de frequências digna de destaque é aquela na qual o PLL estará habilitado a entrar em sincronismo com o sinal de entrada, chama-lá-emos "faixa de captura" ("Capture Range"). Uma importante relação entre estas faixas de frequência é que a "faixa de captura" nunca será maior que a "faixa de retenção".

Outra forma de descrever, e talvez esclarecer um pouco melhor, o funcionamento do "Phase Locked Loop" é observar que o comparador de fase é, na realidade, um circuito que mistura os sinais de entrada e do OCT. Neste processo, são obtidas as frequências soma e diferença,  $\omega_i + \omega_0$ .

Quando há sincronismo a frequência diferença é nula, e na saída do comparador de fase, existirá uma componente contínua e a frequência soma que será devidamente eliminada pelo filtro passa baixos.

Consideremos agora, o caso onde ainda não há sincronismo entre os dois sinais que chegam ao comparador de fase; deve-

mos levar em consideração duas possibilidades; uma delas é quando o sinal-diferença gerado pelo comparador de fase está fora da banda do filtro passa-baixos e outra, quando este sinal estiver contido nesta banda. No primeiro caso, nenhuma informação é transmitida através da malha de realimentação e o OCT continuará em seu estado de livre oscilação. Já na segunda possibilidade, o sinal-diferença diminui ( $\omega_i$  mais próximo a  $\omega_0$ ) e o filtro passa-baixos permite-lhe a passagem, realimentando o OCT e levando-o a oscilar numa frequência mais próxima ainda à de entrada. Por sua vez, o sinal-diferença diminui e maior quantidade de informação passa pelo filtro, alcançando o OCT. Este mecanismo de realimentação positiva acaba por levar o OCT ao sincronismo com o sinal de entrada.

Tendo-se em mente esse mecanismo, o termo "faixa de captura" pode ser definido como "a faixa de frequências, tendo como centro a frequência de oscilação livre do OCT, dentro da qual o PLL pode entrar em sincronismo com o sinal de entrada". A faixa de captura pode assumir qualquer valor, desde que contida na faixa de retenção, e depende principalmente da banda do filtro passa-baixos e do ganho em malha fechada do circuito. Este fenômeno de "captura" do sinal é que dá ao PLL suas propriedades seletivas de frequência.

Já, a "faixa de retenção", bem distinta da de captura, pode ser definida como "faixa de frequência, tendo geralmente como centro a frequência de livre oscilação do OCT, dentro da qual o circuito acompanha a frequência de entrada, desde que já esteja estabelecido o sincronismo".

Com o PLL sincronizado, a componente diferença na saída do comparador é contínua e sempre poderá passar pelo filtro passa-baixos, portanto, a faixa de retenção é limitada pela magnitude da tensão de erro e pelo desvio de frequência do OCT, não sendo função do filtro passa-baixos.

O filtro passa-baixos representa um compromisso; se, por um lado, ele restringe a faixa de captura e reduz a velocidade de operação (III-3), por outro, tornar-se-ia extremamente difícil ao PLL reter o sinal

sem sua ajuda. Sua importância torna-se ainda mais aparente se considerarmos que, é ele que provê o PLL de alta imunidade a ruídos e de grande estabilidade na faixa de retenção. Isto porque, caso o nível do sinal se confunda com o de ruído por um curto espaço de tempo (alguns ciclos), ação inercial do filtro passa-baixos permite ao circuito uma continuidade no processo de alteração da frequência do OCT, até que o nível retorne ao normal, havendo então nova captura.

### III - LIMITAÇÕES

#### III-1 FREQUÊNCIA CENTRAL

O ajuste da frequência central é conseguido por meio da conexão externa de um ou dois componentes com valores apropriados. A frequência central de oscilação do PLL, geralmente, é ajustada no centro da faixa de frequências prevista para o sinal de entrada. Já que a capacidade de captura é função da diferença entre as frequências do sinal de entrada e de livre oscilação, as extremidades da faixa de captura estão sempre à mesma distância (em Hertz) da frequência central de oscilação. Tipicamente, a faixa de retenção também é centrada em torno da frequência de livre oscilação. Porém, ocasionalmente, a frequência central de oscilação pode ser deslocada em relação à frequência de entrada, limitando assim a faixa de retenção ou detecção em um dos lados. Isto permite a rejeição de um sinal com frequência adjacente (superior ou inferior), sem o inconveniente de redução na faixa de operação.

#### III-2 FAIXA DE RETENÇÃO

Dois fatores limitam a faixa de retenção: O primeiro deles é que o OCT possui um limite para as variações de sua frequência de oscilação; caso a variação de frequência do sinal de entrada vá além deste limite, o sincronismo se perderá. O segundo fator prende-se ao fato de que a tensão fornecida pelo detetor de fase é proporcional ao produto da fase e da amplitude do sinal de entrada. Se a amplitude do sinal decresce, a diferença de fase entre o sinal e o OCT deve crescer de forma a manter a mesma tensão de saída e, consequente-

mente, o mesmo desvio de frequência. Quando a amplitude do sinal de entrada decresce a um nível que não permita a compensação, ocorrerá uma redução na faixa efetiva de retenção.

### III 3 FAIXA DE CAPTURA

Dois motivos nos levam a impor uma constante de tempo grande para o filtro passa-baixos. Um deles é que uma constante de tempo grande aumenta o efeito de "memória" do PLL, outro é a alta imunidade a ruídos que ela proporciona. Estes fatores foram citados anteriormente procurando ressaltar a importância do filtro passa-baixos.

Acontece que a constante de tempo elevada desse filtro, imposta pelos motivos acima, causa uma redução na faixa de captura e um aumento no transiente de captura. Torna-se necessário então, estabelecer um compromisso entre os vários fatores conflitantes envolvidos.

### IV - CARACTERÍSTICA DE TRANSFERÊNCIA TENSÃO X FREQUÊNCIA

A figura 2 mostra a característica de transferência típica de frequência para tensão em um PLL.

A entrada é considerada como sendo uma onda senoidal na qual variamos a frequência, em 2a no sentido crescente e em 2b no sentido decrescente.

A escala vertical é correspondente à tensão de erro.

Analisemos a figura 2a O PLL não responde até que o sinal de entrada alcance a frequência  $\omega_1$  correspondente ao limite inferior da faixa de captura. Então, o PLL repentinamente entra em sincronismo com o sinal de entrada, e isto causa um pico negativo na tensão de erro. Depois, a tensão de erro passa a variar com a frequência seguindo a reta que tem por inclinação  $1/K_0$ , onde  $K_0$  é o ganho do OCT, e passa por zero quando a frequência do sinal de entrada é igual a frequência de livre oscilação. O PLL retém o sinal até  $\omega_2$  (limite superior da faixa de retenção), quando se desfaz o sincronismo e a tensão de erro retorna ao nível zero, nele permanecendo

por mais que continuemos a aumentar a frequência do sinal de entrada.

Na figura 2b o sinal de entrada está decrescendo na escala de frequência e o ciclo se repetirá, com  $\omega_3$  sendo o limite superior da faixa de captura e  $\omega_4$  o limite inferior da faixa de retenção.

V - A família Signetics 560

A mais popular família de circuitos integrados PLL é a série 560 da Signetics. A tabela abaixo fornece algumas especificações para as várias unidades da série.

Os primeiros três componentes (560, 561, 562) são especificados para frequên-

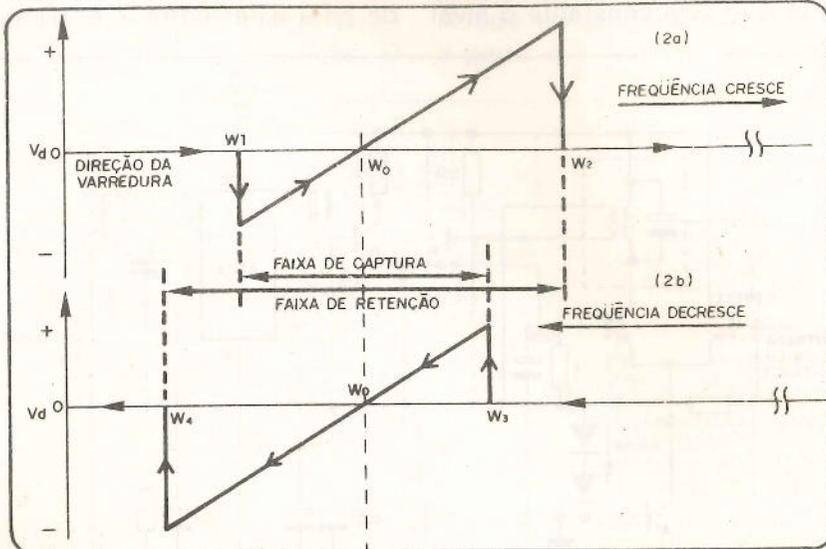


FIGURA 2 - Característica de transferência tensão x frequência de um PLL.

Especificações de PLLs					
Tipo	entrada mín. p/reter	frequência tip. de OCT ( $f_0$ )	faixa de retenção	VCC	
				mín.	máx.
560	120 $\mu$ V	15 MHz	15%	16 V	26 V
561	120 $\mu$ V	15 MHz	15%	16 V	26 V
562	200 $\mu$ V	15 MHz	15%	16 V	30 V
565	1 mV	500 kHz	60%	10 V	26 V
567	20 mV	100 kHz	12%	4 V	10 V

cias, de até 30 MHz; porém, acima de 15 MHz (frequência típica do oscilador controlado por tensão) a operação com estes componentes torna-se crítica, sendo necessário todo o cuidado para mantê-los dentro de suas características quando em funcionamento. A sensibilidade na entrada destes componentes é bastante boa, possibilitando-lhes reter sinais de 100 a 200  $\mu$ V. O 561 é uma réplica do 560, acrescido de um dispositivo que lhe permite realizar demodulação síncrona.

O 565 possui uma faixa de retenção excepcional, tipicamente  $\pm 60\%$ , entretanto sua sensibilidade de entrada não é tão boa quanto a dos três primeiros, necessitando que o sinal tenha 1 mV para retê-lo. Outra

vantagem é o OCT sintonizado por uma malha RC onde a frequência é diretamente proporcional a variação na resistência. Isto permite uma faixa de variação de frequências, da ordem de 10 para 1, por meio de um potenciômetro.

O 567 é fundamentalmente um filtro com faixa estreita. Sua baixa tensão de alimentação (4 V) torna-o ideal para ser usado com pilhas. Porém, sua sensibilidade na entrada é inferior à de todos os outros componentes da família PLL 560 da Signetics.

Estes fatores de compromisso permitem um campo de ação bastante amplo para as diversas aplicações possíveis dos "Phase Locked Loops" na eletrônica da atualidade.

VI APLICAÇÕES  
VI-1 Demodulador FM

A figura 3 ilustra esquematicamente um demodulador de frequência modulada típico, com amplificador de FI e limitador. A amplitude do sinal de entrada é um fator bastante importante na operação, para que a faixa de retenção seja constante o nível

do sinal de entrada deve ser superior a 2mV (valor eficaz). Além disso, a rejeição de AM diminui quanto maior for o nível do sinal de entrada e cai a menos de 20 dB para níveis superiores a 30mV. Se o fator rejeição de AM for crítico no projeto, devemos condicionar o nível do sinal de entrada para estar entre 2 e 10mV.

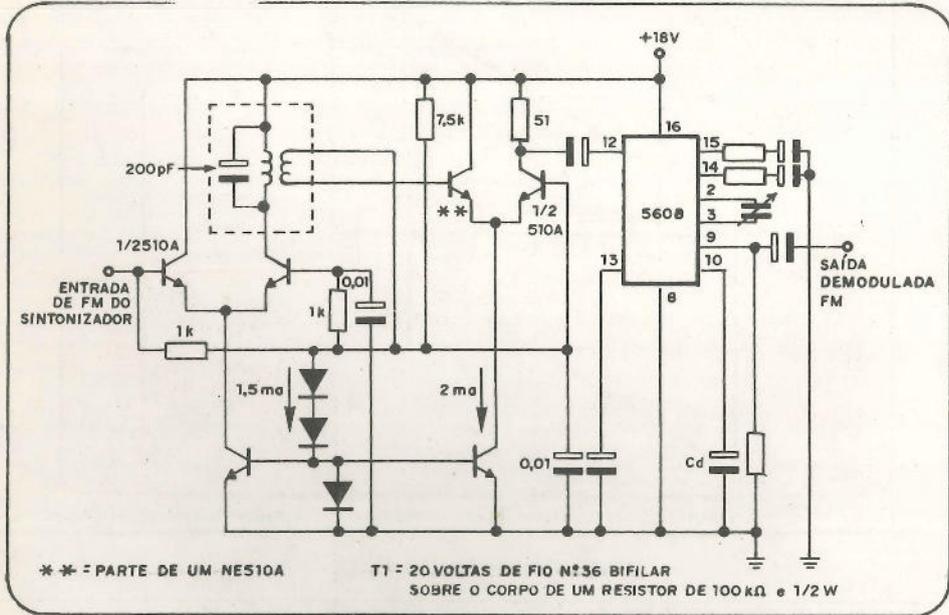


FIGURA 3 - Demodulador de FM típico com amplificador de FI e limitador.

O PLL é sintonizado, por meio do ajuste do OCT, para a frequência central do sinal de FM. Isto é feito acoplando-se um capacitor entre os pinos 2 e 3 do circuito integrado. O valor deste capacitor em pF é calculado a partir da equação  $C_0 \cong \frac{300}{f_0}$

onde  $f_0$  é a frequência de livre oscilação do OCT em MHz. O valor exato deste capacitor não é muito crítico, visto que será necessário um ajuste fino, devido as tolerâncias dos resistores internos. Esse ajuste fino poderá ser feito, por exemplo, colocando-se um "trimmer" em paralelo com  $C_0$ .

Os terminais 14 e 15 correspondem aos terminais do filtro passa baixos, que controla a faixa de captura (ou seletividade) do PLL. Em outras palavras, é o filtro passa baixos que determina a faixa de frequência a ser demodulada. Na maior parte das aplicações pode ser utilizado um capacitor, entre os pinos 14 e 15, para determinar este fator. O valor aproximado deste capa-

ditor pode ser calculado a partir de:

$$C = \frac{13,30}{f} \mu F, \text{ onde } f \text{ é a largura de faixa de}$$

sejada em Hertz. Para exemplificarmos, tomemos uma faixa com largura de 15 KHz, então o capacitor necessário será:

$$C \cong \frac{13,30}{15000} = 0,000885 \mu F \text{ ou seja } 885 \text{ pF.}$$

A malha de de-ênfase requer um capacitor externo entre o pino 10 e a terra. Este capacitor,  $C_d$ , e a resistência interna de  $8000 \Omega$  deverão produzir uma constante de tempo de aproximadamente  $75 \mu s$ , para demodulação de FM padrão. O valor do capacitor de de-ênfase pode ser calculado a partir de:  $C_d = \frac{75 \times 10}{8000} = 0,0094 \mu F$  ou seja  $9,4 \text{ nF}$ .

Para a maior parte das aplicações pode ser usado um capacitor de  $0,01 \mu F$ , pois a tolerância do resistor de  $8 K\Omega$  (interno) é de  $\pm 20\%$ .

VI-2 Receptor AM

A conexão do 561B como receptor de AM está indicada na figura 4. Os capacitores de passagem e de acoplamento devem ser selecionados a fim de oferecer baixa impedância à frequência de operação. O

capacitor  $C_O$  deve ser escolhido para fazer o OCT oscilar na frequência a ser recebida.  $C_X$  em conjunto com o resistor de saída (8  $K\Omega$ ) e a resistência de carga, determina a largura da faixa de frequência de áudio. A rede defasadora pode ser determinada a partir das equações seguintes:

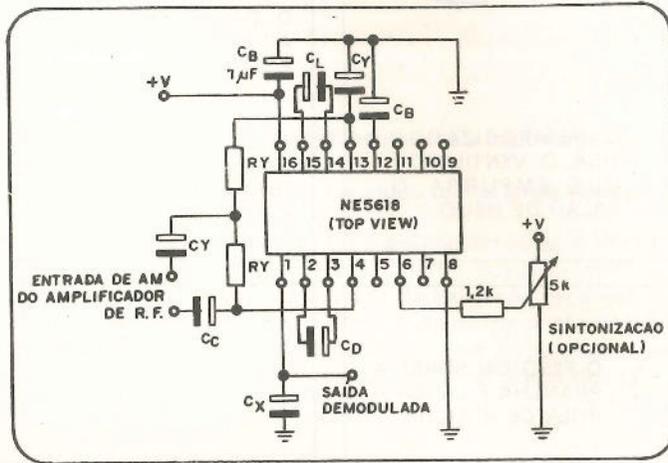


FIGURA 4 - Receptor de AM com o 561B.

$$C_Y = \frac{1,3 \times 10^{-4}}{f_c} \text{ para } R_Y = 3 K\Omega, \text{ e onde } f_c$$

é a frequência da portadora. O receptor AM da figura 4 possui uma faixa de operação que vai de 550 KHz a 1,6 MHz. Todos os capacitores de passagem e acoplamento são de 0,1  $\mu F$ . No cálculo de  $C_Y$ , usa-se para  $f_c$  o valor da média geométrica entre os limites inferior e superior da faixa a ser sintonizada.

$$\text{Ficamos então: } f_c = \sqrt{f_s \times f_i} = \sqrt{1,6 \times 0,55} = 0,94 \text{ MHz}$$

$$\text{e } C_Y = \frac{1,3 \times 10^{-4}}{0,94 \times 10^6} = 135 \text{ pF.}$$

O valor de  $C_I$  não é crítico, posto que só é usado para dar estabilidade da operação ao PLL, portanto, 0,01  $\mu F$  é um valor bastante adequado.

A forma mais simples de se fazer a sintonia é através da variação do valor de  $C_O$ .

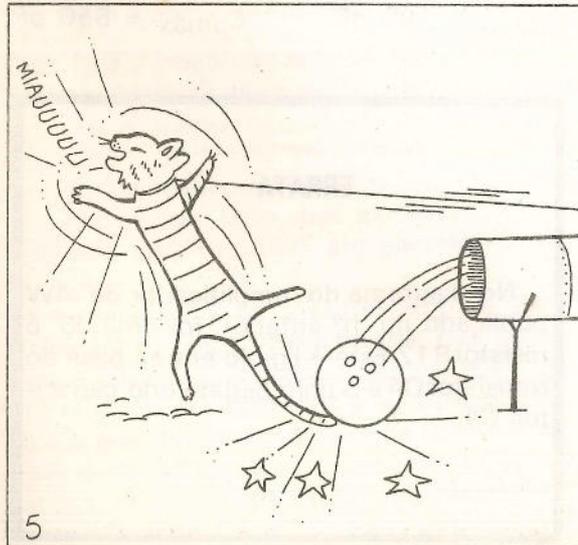
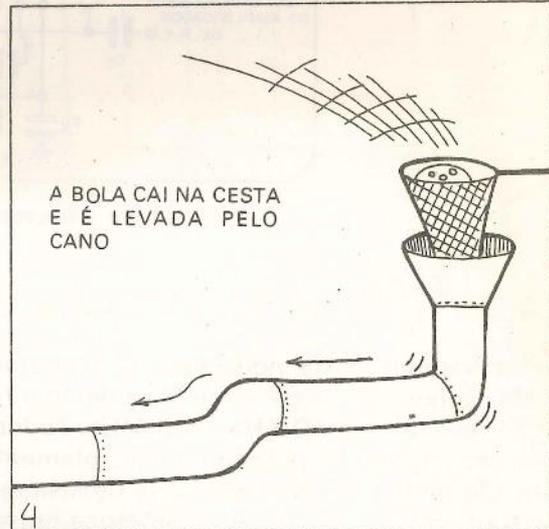
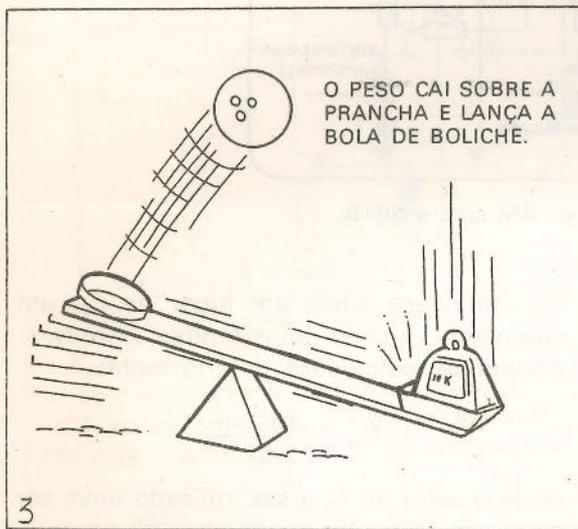
Usa-se nesse caso, em lugar de  $C_O$  um capacitor variável cujos limites extremos podem ser calculados pela fórmula:

$$C_O \approx \frac{300 \text{ pF}}{f_0}$$

onde o valor de  $f_0$  a ser utilizado deve ser dado em MHz. No nosso caso obteremos:  $C_{\text{omin}} = 180 \text{ pF}$   $C_{\text{omáx}} = 550 \text{ pF}$

ERRATA

No diagrama do amplificador de 4W publicado no nº anterior foi omitido, o resistor R12. Este é ligado entre a base do transistor Q4 e o polo negativo do capacitor C4.



# CURSO DE ELETRÔNICA<sup>©</sup>

## LIÇÃO 9

Na lição anterior, estudamos um dos componentes mais importantes pela sua constância e pelas suas propriedades elétricas, o resistor.

Nesta lição ainda falaremos do resistor, pois muito temos ainda por aprender a respeito de suas propriedades, aplicações e limitações.

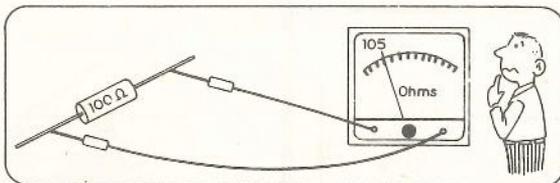
Recordamos que na lição passada aprendemos o significado de seus três primeiros anéis mas também vimos que pode aparecer um quarto anel cuja finalidade deixamos de explicar. Nesta lição, entre outras coisas, estudaremos o significado da indicação dada pelo quarto anel de um resistor e veremos sua importância. Estudaremos que esse quarto anel está ligado a uma grandeza denominada tolerância que rege justamente os valores com os quais os resistores são fabricados. Estudaremos também porque os resistores tendem a ser aquecidos quando em funcionamento, ou seja, como a energia elétrica se converte em calor num resistor.

### 24. A TOLERÂNCIA

Nas aplicações práticas necessitamos de resistores de uma enorme faixa de valores que se estende de menos de 1 ohm até 22 000 000 de ohms. Será que podemos entrar numa loja de componentes e adquirir resistores do valor que quisermos entre esses dois limites?

É evidente que, na prática, não podemos fabricar um resistor com uma resistência de valor exatamente igual ao que queremos. Tanto as máquinas que fazem os resistores como os instrumentos que conferem o seu valor são dotados de um certo grau de precisão.

Isso quer dizer que, por melhor que seja a marca dos resistores que adquirimos, não podemos garantir nunca que a resistência de um resistor de 100 ohms seja, na realidade, exatamente 100 ohms.



Sabendo disso, ao projetarmos um aparelho, devemos levar em conta que os resistores que usaremos tenham resistências próximas ao valor desejado e não exatamente a prevista. E, isso deve ser feito de tal modo que mesmo assim o aparelho funcione satisfatoriamente.

Somos obrigados a deixar uma margem de segurança, ou seja, dar uma tolerância para os valores calculados num projeto.

precisão na fabricação

tolerância

Essa margem de segurança pode ser fixada por uma porcentagem que indicará de "quantos por cento" pode variar a resistência real de um resistor em torno do valor assinalado em seu corpo, sem que isso signifique que o resistor esteja "defeituoso". As porcentagens dadas para as tolerâncias são padronizadas nos seguintes valores:

1% 2% 5% 10% 20%

Quando então um resistor é fabricado, o fabricante tem liberdade de poder anotar sua tolerância no invólucro, o que será feito por meio do quarto anel.

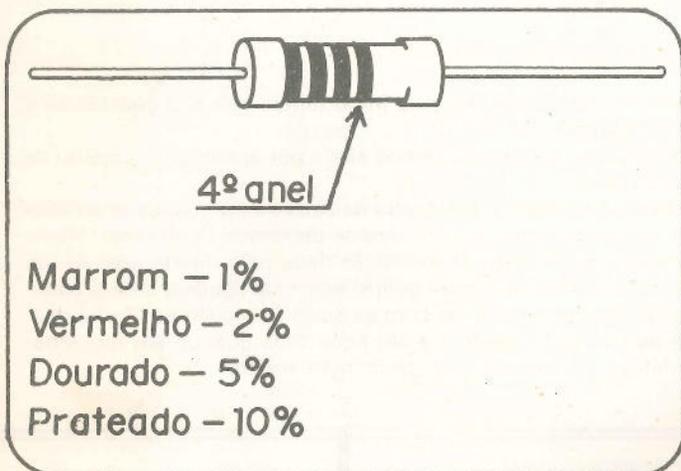


figura 77

Essa tolerância permitirá que resistores com valores entre dois extremos possam ser considerados "bons", mesmo que não apresentem exatamente a resistência marcada em seu invólucro.

Por exemplo, quando falamos que um resistor de 100 ohms tem uma tolerância de 10% (anel prateado) isso significa que admite-se uma diferença de até 10% entre o valor real de sua resistência e os 100 ohms marcados em seu invólucro, sem que ele seja considerado defeituoso.

Nos projetos, conforme o caso, essa diferença de 10% não terá influência no seu funcionamento.

O resistor cuja resistência marcada é 100 ohms poderá ter 10% a mais ou a menos de resistência, ou seja, poderá ter um valor real entre 90 e 110 ohms, sem que isso signifique que ele esteja ruim.

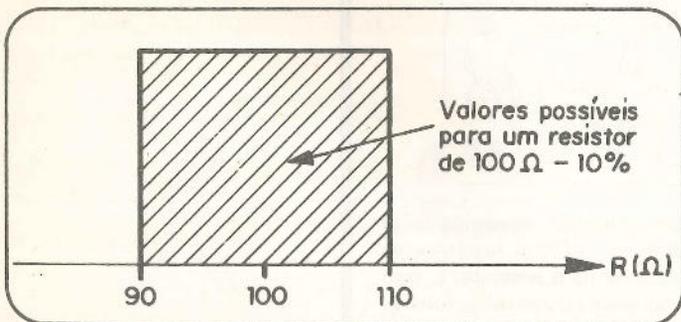


figura 78

E se o projetista precisar de duas resistências iguais? Neste caso são duas as opções:

tolerâncias padrão

quarto anel

% a mais ou a menos

Entre muitos resistores com o mesmo valor assinalado, por meio de uma ponte (instrumento especial) pode-se escolher dois resistores de mesma resistência. Se devem ser iguais por uma diferença menor que 1%, por exemplo, pode-se optar por uma série de 1% e nela escolher os resistores de valores desejados.

A conclusão a que chegamos é que os resistores de 100 ohms na realidade não precisam ter exatamente 100 ohms de resistência, mas tão somente cobrir uma faixa de valores em torno de 100 ohms.

De uma certa quantidade de resistores verificamos que a quantidade deles que se aproximam mais do valor marcado é maior do que a quantidade mais afastada o que nos dá uma distribuição conforme a figura 79.

distribuição de valores

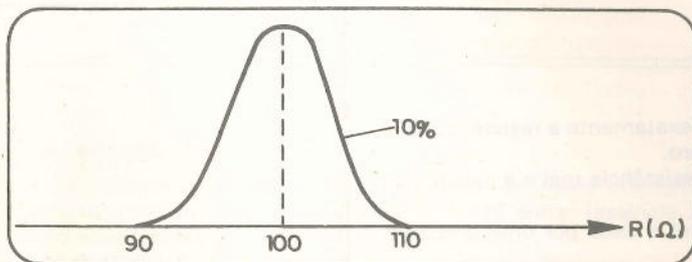


figura 79

Voltando ao resistor de 100 ohms e 10% de tolerância, vemos que se sua resistência pode ter valores entre 90 e 110 ohms, é claro que uma vez fabricado, não precisaremos também nos preocupar com a produção de resistores de 90 e 110 ohms, e de todos os valores intermediários de mesma tolerância, pois entre os resistores de 100 ohms, encontramos unidades de todos os valores entre os limites estabelecidos. Eliminamos portanto a necessidade de fazer resistores de 90, 91, 92, até 110 ohms.

Um único valor de resistência marcada, em função de tolerância dada nos permite obter resistências reais dentro de uma faixa determinada de valores.

É claro que, se a tolerância for menor, a faixa de valores possíveis será ainda mais estreita e os valores que eliminamos da necessidade de fabricação serão em menor quantidade.

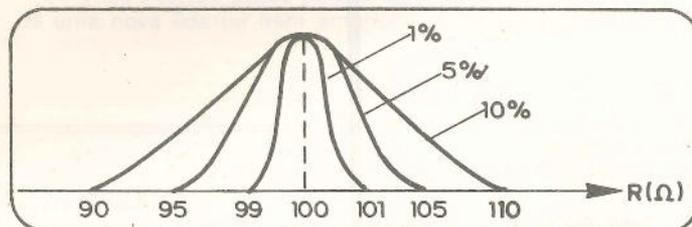


figura 80

Por exemplo, para a tolerância de 5%, no caso do resistor de 100 ohms sua resistência real poderá estar entre 95 e 105 ohms. Neste caso, numa certa quantidade de resistores de 100 ohms não poderemos encontrar nenhum de 90 ohms, como no caso anterior.

O fato que o aluno deve ter em mente é que o quarto anel do resistor indica a variação em porcentagem que pode haver entre o valor real da resistência e o valor assinalado em seu corpo.

Lembramos que esses anéis são: marrom=1%; vermelho=2%; prateado=10% e dourado=5%.

A ausência do quarto anel indica que o resistor tem uma tolerância de 20%.

A seguir temos o resumo deste item e os testes de avaliação que visam comprovar o aprendizado do assunto que exploramos.

quarto  
anel

## Resumo do quadro 24

- Os resistores não apresentam exatamente a resistência que vem marcada em seu invólucro.
- Existe uma diferença entre a resistência real e a resistência marcada em seu corpo.
- Essa diferença em porcentagem é dada por uma grandeza denominada tolerância.
- Os resistores são fabricados com tolerâncias de 1, 2, 5, 10 e 20%.
- A tolerância de um resistor é dada por seu quarto anel colorido.
- Um resistor com 10% de tolerância pode ter sua resistência 10% maior ou menor que o valor assinalado em seu corpo.
- O valor real de um resistor pode situar-se numa faixa de valores em torno do valor assinalado e os limites dessa faixa são função da sua tolerância.
- Os resistores não precisam ser fabricados com todos os valores possíveis em vista da cobertura dada pela sua tolerância.

## Avaliação 71

Se o leitor necessitar de um resistor de 333 ohms, o que fará para conseguí-lo? (assinale a alternativa correta).

- Entrará numa loja e pedirá o resistor de 333 ohms e será prontamente atendido.
- Não encontrará um resistor com esse valor, por se tratar de número primo.
- Deverá adquirir o valor comercial mais próximo cuja tolerância lhe permita eventualmente chegar a esse valor, e havendo necessidade de um valor preciso, podemos escolher um deles.
- Não encontrará esse resistor por se tratar de resistência muito elevada.

Resposta: c

## Explicação:

Esse valor não poderá ser encontrado exatamente por não fazer parte dos valores que compõem as linhas de fabricação. O número 333 não é primo e não se trata de resistência muito alta.

Entretanto, conforme a tolerância admitida pelo projeto o leitor pode optar por adquirir um resistor de valor comercial mais próximo (330 ohms por exemplo) ou ainda selecionar num lote de resistores de 330 ohms um que tenha o valor mais próximo possível de 333 ohms.

Se você acertou passe para o teste seguinte, caso contrário, estude novamente a lição.

## Avaliação 72

Um resistor de 1.000 ohms, cujo quarto anel seja dourado, pode ter uma resistência real compreendida entre: (assinale a alternativa correta).

- a) 999 e 1 001 ohms
- b) 990 e 1 010 ohms
- c) 950 e 1 050 ohms
- d) 900 e 1 100 ohms

Resposta : c

## Explicação:

No caso, o anel dourado significa uma tolerância de 5%. Ora, 5% de 1 000 ohms significa uma variação de resistência de 50 ohms o que quer dizer que o resistor em questão pode ter 50 ohms a mais ou a menos que o valor indicado o que resulta na faixa compreendida entre 950 a 1 050 ohms.

Se você acertou passe para o teste seguinte, caso contrário dê uma nova lida no item anterior.

## Avaliação 73

De que modo podemos melhor definir a tolerância de um resistor? (assinale a alternativa correta).

- a) É a diferença entre o valor real e o valor assinalado no corpo do componente, sendo expressa em ohms.
- b) É a diferença entre o valor máximo e o valor mínimo que um resistor de 100  $\Omega$  pode ter.
- c) É a diferença em porcentagem entre o valor real que o resistor pode ter em relação a um resistor de 100 ohms.
- d) É a diferença em porcentagem entre o valor marcado no resistor e seu valor real, expressa em porcentagem.

resposta: d

## Explicação:

Exatamente conforme deixamos bem claro na lição, a diferença entre o valor marcado e o valor que o resistor pode apresentar na realidade nos dá a tolerância do resistor e devemos expressá-la em termos da porcentagem máxima que pode haver na diferença entre os dois valores.

Se você acertou, passe para o item seguinte.

## 25. SÉRIES COMERCIAIS DE VALORES

Se não podemos garantir que os resistores tenham exatamente a mesma resistência que vem assinalada em seu corpo, mas tão somente que a sua resistência real está numa faixa de valores perfeitamente prevista, é óbvio que não precisaremos nos preocupar em fabricar resistores cujos valores assinalados estejam compreendidos na faixa de valores possíveis de um outro.

Explicamos melhor: se um resistor cujo valor assinalado é 100 ohms e que apresenta uma tolerância de 10% pode ter qualquer valor entre 90 e 110 ohms não precisamos fabricar resistores de 90, 95, 105 ou qualquer outro valor entre 90 e 110 ohms.



figura 81

Por esse motivo, os fabricantes fazem os resistores de tal modo que possam cobrir todos os valores possíveis que precisemos sem realmente terem marcados todos os valores possíveis.

Isso quer dizer que os resistores são fabricados de maneira que o maior valor possível, em função da tolerância, que ele possa ter para um valor assinalado seja também o menor valor possível que o resistor de valor seguinte da série possa ter.

Com isso, se considerarmos que cada resistor cobre uma faixa de valores possíveis, analisando todas as faixas vemos que elas juntas cobrem todas as resistências possíveis.

Cobertura de valores

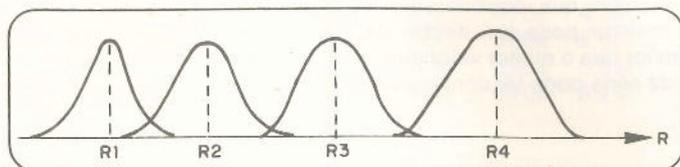


figura 82

Conforme vimos, um resistor de 100 ohms pode ter valores entre 90 e 110 ohms (10%). O valor imediatamente inferior desta série de 10% de tolerância é 82 ohms, o que significa que esse resistor pode ter na realidade, qualquer resistência entre 71,8 e 90,2 ohms. Com os dois valores obtemos portanto uma cobertura contínua de resistências de 71,8 a 110 ohms.

Quanto menor for a tolerância, mais estreita é a faixa coberta e portanto são necessários mais valores assinalados em torno dos quais a resistência varie para obtermos uma cobertura total da faixa de resistências.

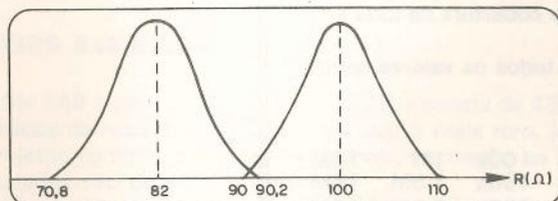


figura 83

As séries de menor tolerância têm mais valores padronizados que as séries de maior tolerância.

É bastante conveniente que o técnico saiba de memória os valores que compõem as diversas séries, de modo a saber como adquirir resistores quando deles necessitar.

Por exemplo, o técnico deve saber que não obterá êxito se entrar numa casa de material eletrônico e pedir um resistor de 90 ohms x 10%, pois, conforme vimos os valores padronizados para esta série são 82 e o seguinte é 100 ohms. O comprador deve optar por um dos dois valores e não se preocupar com isso a não ser que a tolerância do projeto assim exija.

Cobertura contínua

memorizar as séries

Em suma, as séries de valores comerciais padronizados para resistores são estabelecidas de tal maneira que, considerando a tolerância, o maior valor que um resistor pode ter, dentro da tolerância permitida seja igual ou maior que o menor valor que o resistor de marcação subseqüente da série pode ter considerando sua tolerância.

## SÉRIE E6

Esta é a série de 20% de tolerância correspondente aos resistores sem o quarto anel, e conta com 6 valores básicos. As resistências reais que esses resistores podem ter, admitem uma variação de 20% em torno do valor assinalado.

São os seguintes os valores básicos:

10 15 22 33 47 68

A partir desses valores, dividindo-os por 10 podemos ter as resistências padrão para os valores entre 1 e 10 ohms:

1 1,5 2,2 3,3 4,7 6,8

E, multiplicando-se esses valores por 10, 100, 1 000, 10 000, 100 000 e 1 000 000, temos a cobertura de toda a faixa de resistências.

Temos então a seguinte tabela para todos os valores comerciais da série E6. (unidade em ohms).

1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M
1,5	15	150	1,5k	15k	150k	1,5M	15M
2,2	22	220	2,2k	22k	220k	2,2M	22M
3,3	33	330	3,3k	33k	330k	3,3M	
4,7	47	470	4,7k	47k	470k	4,7M	
6,8	68	680	6,8k	68k	680k	6,8M	

## SÉRIE E12

Esta série corresponde a uma tolerância de 10% (anel prateado) e consta de 12 valores básicos do qual obtemos a seguinte tabela:

1	10	100	1k	10k	100k	1M	10M
1,2	12	120	1,2k	12k	120k	1,2M	12M
1,5	15	150	1,5k	15k	150k	1,5M	15M
1,8	18	180	1,8k	18k	180k	1,8M	18M
2,2	22	220	2,2k	22k	220k	2,2M	22M
2,7	27	270	2,7k	27k	270k	2,7M	
3,3	33	330	3,3k	33k	330k	3,3M	

E6

E12

3,9	39	390	3,9k	39k	390k	3,9M
4,7	47	470	4,7k	47k	470k	4,7M
5,6	56	560	5,6k	56k	560k	5,6M
6,8	68	680	6,8k	68k	680k	6,8M
8,2	82	820	8,2k	82k	820k	8,2M

## SÉRIE E24

Esta série corresponde aos valores com 5% de tolerância (anel dourado) e conta com 24 valores básicos a partir dos quais são obtidas todas as resistências que cobrem a faixa de 1 a 22M $\Omega$ .

Os valores padrões dessa faixa são os seguintes:

10	11	12	13	15	16
18	20	22	24	27	30
33	36	39	43	47	51
56	62	68	75	82	91

E24

## SÉRIES E48 E E96

A série E48 é para uma tolerância de 2% e consta de 48 valores básicos de resistências. Como seu uso é mais raro, já que nos projetos comuns, a não ser os de instrumentação, as séries mais usadas são de 10% e 20%.

A série de 1% de tolerância, que é a E96, é encontrada normalmente nas especificações de resistores usados em instrumentos de precisão mas normalmente, os resistores dessa série são mais raros nos projetos comuns. Por esse motivo omitimos a tabela dos 96 valores básicos desta série.

A seguir, damos um resumo deste quadro e os testes de avaliação.

E48, E 96

## RESUMO DO QUADRO 25

- Os resistores não são fabricados com todos os valores possíveis.
- Os valores de fabricação são escolhidos em função da tolerância de modo que toda a gama de valores reais seja abrangida.
- Os valores básicos são escolhidos de tal modo que o maior valor real correspondente seja maior que o menor valor real do valor básico seguinte.
- Em função disso, para cada tolerância temos uma série de valores padrões.

- A série E6 para a tolerância de 20% (sem o quarto anel) recebe esse nome por ter 6 valores básicos a partir dos quais dividindo e multiplicando-se por potências de 10 obtém-se toda a cobertura de 1 a 22 M $\Omega$ .
- A série E12 para a tolerância de 10% (anel prateado) recebe esse nome por apresentar 12 valores básicos.
- A série E24 para a tolerância de 5% (anel dourado) recebe esse nome por ter 24 valores básicos.
- As séries E48 e E96 correspondem, respectivamente as tolerâncias de 2 e 1%.

## Avaliação 74

Para um resistor de 100 ohms e 10% de tolerância, o valor imediatamente inferior da mesma série deve: (assinale a alternativa correta)

- ter um valor tal que, com a tolerância de 10% nunca chegue ao menor valor que o resistor de 100 ohms pode ter.
- Deve ter 10% a menos que o valor 100 ohms, ou seja, 90 ohms.
- Deve ter um valor tal que, com a sua tolerância possa ter um máximo superior ao menor valor do resistor de 100 ohms com a sua tolerância.
- Deve ter 50 ohms.

Resposta c

## Explicações

Conforme estudamos, o valor do resistor imediatamente inferior em qualquer série deve ser tal que, com sua tolerância, possa ter no máximo uma resistência que seja maior ou igual a menor resistência que o valor imediatamente superior possa ter. Esse valor não é 10% a menos, sendo padronizado pelas séries. A resposta correta é a C. Passe para o teste seguinte.

## Avaliação 75

De acordo com a série E6 (20% de tolerância) se desejarmos uma resistência de 500 ohms, o valor comercial mais próximo que podemos adquirir será: (assinale a alternativa correta)

- 500 ohms
- 470 ohms
- 560 ohms
- 510 ohms

Resposta: b

A primeira alternativa não se aplica porque o valor 500 ohms não corresponde a nenhuma das séries padronizadas (existem ainda casos de fabricantes que fornecem esse valor). A segunda alternativa é a correta porque 470 ohms é o valor comercial que mais se aproxima do valor desejado na série de 20% de tolerância. O valor 510 ohms poderia servir perfeitamente, mas não corresponde à série de 20%, conforme vimos na lição.

Se você acertou passe para o teste seguinte, caso contrário, estude novamente a lição.

### Avaliação 76

A série de valores de resistências 100, 120, 150, 180, 220 ohms correspondem a que série ? (assinale a alternativa correta)

- a) E6
- b) E12
- c) E24
- d) E48
- e) E96

Resposta b

### Explicações

É fácil o leitor perceber a que série pertencem esses valores. Entre 100 e 120 ohms existem 20 ohms de variação que correspondem a uma faixa a ser coberta pelos dois valores, ou seja, aproximadamente 10 ohms para cada um. Ora, em relação a 100 ohms, 10 ohms correspondem a 10% o que quer dizer que se trata da série de 10% de tolerância que, conforme vimos é a E12.

Se você acertou passe para o próximo item da lição.

### 26. A POTÊNCIA DISSIPADA NUM RESISTOR

Outro fator que tivemos oportunidade de discutir em lição anterior é o referente ao tamanho dos resistores. Vimos que os resistores são fabricados em diversos tamanhos em função do que denominamos "potência elétrica" capazes de dissipar.

Neste item estudaremos melhor essa potência dissipada num resistor e veremos qual é sua importância prática.

Quando uma corrente elétrica circula através de um resistor

ela encontra uma oposição e para vencer essa oposição ela precisa dispendir uma certa quantidade de energia. Como a energia não pode simplesmente se perder mas tão somente se transformar, no caso, obtemos calor como resultado da transformação de energia elétrica.

Em outras palavras, os resistores transformam energia elétrica em energia térmica (calor). A energia que os elétrons dispendem para vencer a oposição oferecida pelo resistor transforma-se em calor e a tendência do resistor é aquecer.

energia  
elétrica  
em calor

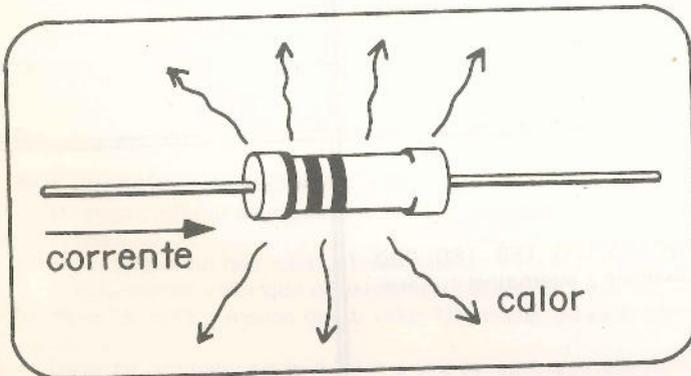


figura 84

Um resistor atua portanto como um dispositivo que converte energia elétrica em calor.

Se a quantidade de calor gerada não for muito grande, à medida que a temperatura do componente tender a se elevar pelo calor gerado, sendo maior a diferença entre a temperatura do resistor e a temperatura ambiente, maior será a quantidade de calor que pode ser transferida ao meio ambiente. Chegará então o momento em que a temperatura do resistor se estabiliza e esta para de se aquecer. (lembramos que temperatura e calor são coisas distintas - se tiver dúvidas consulte um livro de ciências).

No momento em que a diferença de temperatura entre o resistor e o meio ambiente é tal que todo o calor gerado pode ser transferido ao meio ambiente, a temperatura estaciona.

A temperatura em que há o equilíbrio entre o calor gerado e o calor que é transferido ao meio ambiente depende de diversos fatores sendo os principais a temperatura ambiente e a superfície de contacto do resistor com o meio ambiente (a presença de meios condutores de calor também é importante).

calor gerado,  
calor dissipado

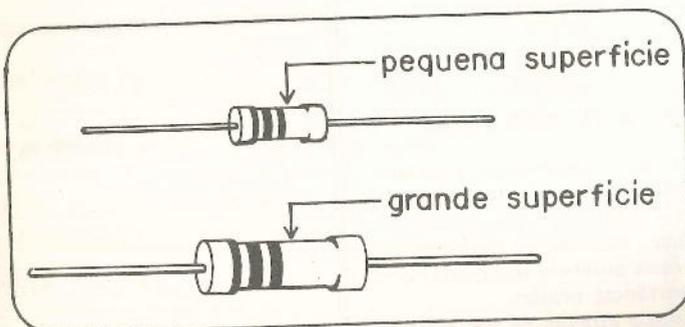


figura 85

# instrução programada

Se um resistor for pequeno, também pequena será sua superfície de contacto com o meio ambiente e também pequena será a quantidade de calor que ele poderá transferir ao meio ambiente. É importante observar que os terminais do resistor, por serem metálicos, ajudam bastante na condução de parte do calor gerado.

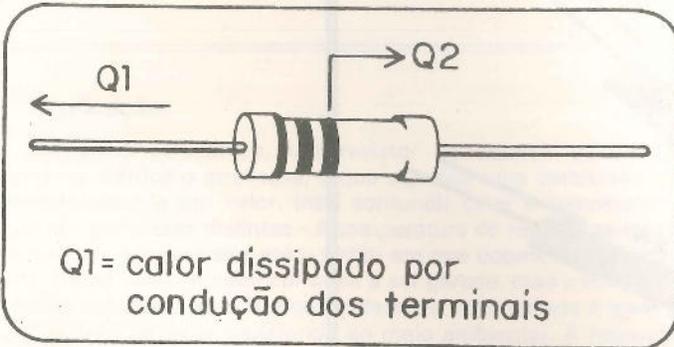


figura 86

O fato é que a temperatura poderá se estabilizar num valor seguro para a integridade do resistor se a quantidade de calor gerada for inferior à máxima quantidade de calor que o resistor pode transferir ao meio ambiente.

Se a quantidade de calor gerado for muito maior que a quantidade de calor que o resistor pode transferir ao meio ambiente, ou seja, dissipar, o resultado será um aquecimento cumulativo e a temperatura do resistor irá subindo cada vez mais até causar a queima do componente.

A quantidade de calor que o resistor pode transferir ao meio ambiente em cada segundo é dada por uma grandeza denominada "potência" cuja unidade é o watt. (W)

1 watt corresponde a uma quantidade de energia de 1 joule gerada ou dissipada em cada segundo. (Transformar em calorías, é simples, se lembrarmos que 1 caloría = 4,18 joules)

Isso quer dizer que, quando um resistor é capaz de dissipar uma potência de 4,18 watts, podemos dizer também que é capaz de transferir 1 caloría por segundo de energia térmica ao meio ambiente.

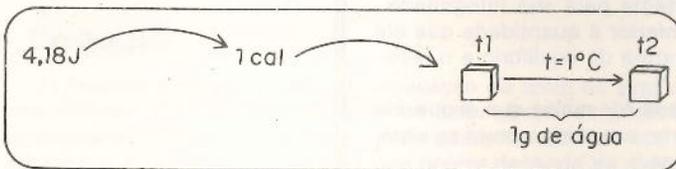


figura 87

Os resistores normalmente utilizados nas aplicações práticas podem ter pequena, média ou grande potência, segundo seu tamanho.

Os resistores de pequena potência, normalmente são de carvão ou película metálica, sendo fabricados na seguinte faixa de potências:

1/8 W 1/4 W 1/2 W 1/2 W 1W 2W

Evidentemente, o resistor de menor capacidade de dissipação de calor é o de menor tamanho.

os terminais

dissipação

potência  
O Watt

resistores de  
carvão  
e metal

Os resistores de maior potência e que podem operar em temperaturas relativamente elevadas são os de fio.

Podemos encontrá-los na faixa de potência que vai de 1 a 1000 watts.

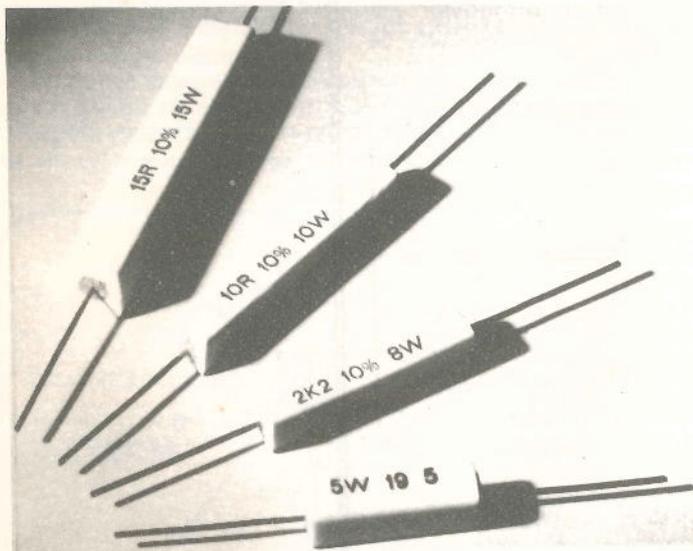


FIG. 88

O leitor deve ter sempre em conta que o resistor usado numa montagem deve ser capaz de dissipar uma potência maior do que a que efetivamente será gerada no circuito de modo a permitir que sua temperatura de operação seja inferior à máxima que ele pode suportar.

Como calcular a potência dissipada pelo resistor num circuito de modo a podermos escolher a potência que ele pode efetivamente dissipar será estudado na próxima lição.

resistores de fio

## Resumo do quadro 26

- Toda energia elétrica se converte em calor num resistor.
- Essa transformação ocorre em vista da dificuldade que a corrente encontra ao atravessar o resistor
- A quantidade de calor que um resistor pode transferir ao meio ambiente é muito importante para sua integridade.
- Se a quantidade de calor for inferior à quantidade que ele pode transferir, há uma temperatura de equilíbrio e o resistor funciona seguramente.
- Se a quantidade de calor gerada for maior que a que ele pode transferir ao meio ambiente, sua temperatura se eleva excessivamente e ele se queima.
- A quantidade de calor que o resistor pode transferir ao meio ambiente em cada segundo é medida em watts.
- 1 watt corresponde a 1 joule (unidade de energia) por segundo.
- 1 caloria corresponde a 4,18 joules.
- Os resistores de pequena potência são de carvão ou de película metálica (metal film) e os de grande potência, de fio (nicromo).
- Os terminais são importantes na ajuda da dissipação do calor gerado.

A seguir, daremos os testes de avaliação correspondentes a esta lição. Se você julgar que entendeu perfeitamente os ensinamentos dados passe aos testes.

## Avaliação 77

Um resistor converte energia elétrica em que forma de energia? (assinale a alternativa correta)

- a) Energia luminosa
- b) Energia química
- c) Energia mecânica
- d) Energia térmica

Resposta: d

## Explicação:

Conforme estudamos, um resistor se aquece quando a corrente elétrica o atravessa, o que significa uma conversão de energia elétrica em calor. (não confundir calor e temperatura que são grandezas distintas - A temperatura do resistor se eleva porque ele recebe calor até o ponto em que ocorre a estabilização. Nesse ponto o calor continua a ser gerado, mas a temperatura se estabiliza porque a quantidade de calor gerada é igual à quantidade de calor transferida ao meio ambiente). A resposta correta é a d.

Se você acertou passe para o teste seguinte. Caso contrário, estude novamente a lição.

## Avaliação 78

Quando a corrente elétrica atravessa um resistor, calor é gerado. Podemos afirmar com certeza que: (assinale alternativa correta)

- a) Enquanto a corrente circular e o calor for gerado, a temperatura do resistor aumenta.
- b) A temperatura aumenta até o ponto em que a quantidade de calor gerado se igualar à quantidade de calor dissipado.
- c) A temperatura se mantém constante qualquer que seja a intensidade da corrente que circule pelo resistor.
- d) A temperatura do resistor baixa se a corrente circular no sentido contrário ao normal.

Resposta b

## Explicação:

Já falamos deste problema na explicação do teste de avaliação anterior. Quando a quantidade de calor gerada se iguala à quantidade de calor transferida ao meio ambiente a temperatura estaciona. A temperatura em que isso ocorre depende de diversos fatores, sendo o principal a ser considerado no caso de resistores de potência fixa a diferença de temperatura entre o resistor e o meio ambiente. A alternativa correta é portanto a b.

Se você acertou passe para o teste seguinte, caso contrário, estude novamente a lição.

## Avaliação 79

A unidade de potência é: (assinale a alternativa correta)

- a) joule

<p>b) caloria c) watt d) segundo</p>	<p>Resposta c</p>
<p><b>Explicação:</b> Conforme definimos, potência é a quantidade de energia gerada ou dissipada em cada segundo (gerada ou recebida) e a sua unidade recebe o nome de watt, cuja abreviatura é W. A alternativa correta é portanto a c. Passe para o teste seguinte:</p>	
<p><b>Avaliação 80</b> 1 watt corresponde a: (assinale a alternativa correta) a) 1 caloria por segundo b) 1 grau celsius por segundo c) 1 joule por minuto d) 1 joule por segundo</p>	<p>Resposta d</p>
<p><b>Explicação:</b> Conforme explicamos no teste anterior, 1 watt corresponde à quantidade de energia por unidade de tempo. Como no SI (Sistema Internacional) a unidade de energia é o joule e a unidade de tempo é o segundo, 1 watt corresponde a 1 joule por segundo. A alternativa correta é portanto d.</p>	
<p><b>Avaliação 81</b> Consulte a figura 69 - pg 110 da lição anterior (revista 54) Observando os resistores e as indicações de potência ao lado você conclui que: (assinale a alternativa correta) a) A figura está correta b) A figura está errada pois todos os resistores têm a mesma potência c) A figura está errada pois o maior resistor é o de maior potência.</p>	<p>Resposta: C</p>
<p><b>Explicação:</b> Conforme explicamos, a potência que um resistor é capaz de dissipar depende da sua superfície em contacto com o meio ambiente. Quanto maior for essa superfície, maior será a potência que o resistor será capaz de dissipar. A figura está errada porque nela, o maior resistor está assinalado como sendo o de menor potência. Estude novamente a lição se tiver qualquer dúvida e aguarde a próxima no próximo número da Revista.</p>	



# ELETRÔNICA

**MICRO – TRANSMISSOR DE FM  
RÁDIO – CONTROLE II (TRANSMISSORES)  
SISTEMAS DE ALARME COM SCRs  
INSTALAÇÃO DE AUTO-RÁDIOS  
FONTE DE ALTA TENSÃO COM PILHAS  
CIRCUITOS DE TEMPORIZAÇÃO – TTL**

