

Revista



62

C# 20,00

ELETRÔNICA

AUDIO- DISTRORÇÃO DE FASE

**CIRCUITOS INTEGRADOS
FABRICAÇÃO E FUNCIONAMENTO**

**LUZ ESTROBOSCÓPICA
C/ FLUORESCENTE**

**OPERADORES LÓGICOS
CARACTERÍSTICAS**

LOCALIZADOR DE METAIS



Revista Eletrônica - Edição Especial - Maio 1978 - Nº 62 - Preço: R\$ 20,00

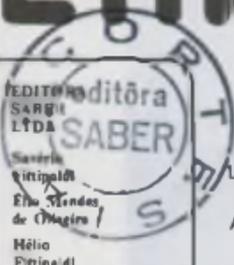
Revista

ELETRÔNICA

Nº 62
SETEMBRO
1977



diretor
superintendente:
diretor
administrativo:
diretor
de produção:



REVISTA
SABER
ELETRÔNICA

diretor
técnico:
gerente de
publicidade:

Newton
C. Braga

serviços
gráficos:

J. Luis
Cazem

distribuição
nacional:

ABRIL S.A. -
Cultural e
Industrial

diretor
responsável:

Elio Mendes
de Oliveira

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

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

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

sumário

Localizador de Metais	2
Audio - Distorção de Fase	11
Circuitos Integrados - Fabricação e Funcionamento - I	16
Reparação de TV - Curso SENAI	22
Luz Estroboscópica c/ Fluorescente	24
Como Funciona a Saída Horizontal	32
Rádio Controle-X	36
Orientação para Montador	45
Operadores Lógicos - Características	46
Unidades de Capacitância	56
Eliminadoras de Pilhas	58
Curso de Eletrônica - (Lição 17)	65

SÓ' LER
Como Verdes Tróce
Lemos Revistas Gibi
Rua Frei Faria, 176
Centro Curitiba - PR

TIRAGEM: 66.000 exemplares

CAPA: Protótipo do Localizador de Metais, sendo usado numa praia do litoral paulista.

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.
É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, sob pena das sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.

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

LOCALIZADOR DE METAIS



Quem pode imaginar que espécies de riquezas existem sob nossos pés? Minerais raros, uma jazida de ouro, prata ou até mesmo algum tesouro enterrado por um velho bandeirante ou garimpeiro?

Se você gosta de explorar o desconhecido, cavando tesouros ou se você simplesmente gostaria de explorar as praias em busca de objetos perdidos por banhistas distraídos, ou ainda, se você tem dificuldades em encontrar encanamentos de água ou fios sob a parede, este aparelho vem justamente satisfazer suas aspirações.

NEWTON C. BRAGA

Os detectores de metais são dos aparelhos eletrônicos os mais atraentes. Se bem que os tipos profissionais sejam sofisticados o bastante para até mesmo possibilitar uma avaliação do tamanho e profundidade dos objetos enterrados, para a maioria das aplicações, e principalmente para os montadores que não dispõem de muito capital para um conjunto complicado, uma versão simplificada, porém eficiente é a indicada.

O nosso detector de metais possui características bem definidas: dependendo das dimensões da bobina exploradora, objetos metálicos podem ser detectados a uma profundidade de até 40 cm, em qualquer tipo de solo, através da parede ou mesmo cimento (figura 1).

Moedas, caixas metálicas, pregos, parafusos, relógios, canos, poderão ser encontrados com facilidade com este detector.



figura 1

A escolha da bobina para a sua versão dependerá do tipo de objeto que se deseja localizar, conforme instruções que daremos na parte prática do artigo.

O importante a se observar é em relação ao seu grau de dificuldade, já que, mesmo se tratando de aparelho de certo modo

"sofisticado" em um dos componentes, do princípio de funcionamento e da complexidade, como as explicações são claras e precisas, até mesmo os principiantes poderão empreender sua realização sem perigo de encontrarem problemas. Existem apenas alguns pontos críticos, principalmente referentes a construção da bobina e o ajuste do circuito que exigirão um pouco de cuidado do montador.

Assim, seguindo as instruções para a montagem, o leitor não terá dificuldades em obter o rendimento previsto para seu detector e, depois de uma busca bem sucedida nos terrenos das vizinhanças ou em alguma praia deserta o eventual encontro de um "tesouro enterrado" certamente pagará os poucos cruzeiros gastos na montagem do aparelho. (figura 2).



figura 2

COMO FUNCIONA

O princípio de funcionamento deste detector de metais é o tradicionalmente utilizado na maioria dos localizadores tanto comerciais como nos descritos em obras especializadas para a montagem. Trata-se do princípio do batimento realizado a partir do sinal de dois osciladores da maneira como passamos a explicar:

Dois osciladores, ou seja, circuitos que geram sinais de altas frequências, normalmente entre 100 000 e 2 000 000 Hertz (oscilações por segundo) são ligados a um mesmo circuito detector e amplificador o qual tem na saída um fone ou um instrumento indicador. (figura 3).

Se os dois circuitos osciladores forem ajustados para operar com o mesmo número de oscilações, ou seja, na mesma frequência, no momento em que seus sinais forem combinados o resultado será nulo, isto é, não será obtido nenhum sinal para ser amplificado na etapa seguinte e o fone

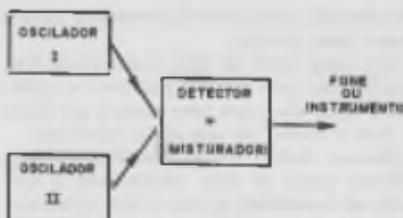


figura 3

será mantido em silêncio. Não pode ser ouvido nenhum som neste fone. Dizemos, nestas condições que a "frequência de batimento é nula" (figura 4).

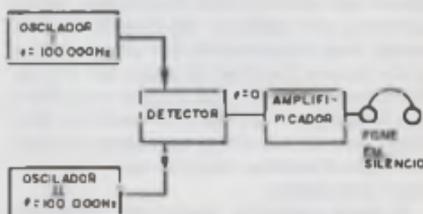


figura 4

Se, porém, um dos osciladores tiver sua frequência ligeiramente alterada, devido a uma causa externa, por exemplo, o resultado no momento da combinação dos sinais será diferente. Assim, se a frequência de um dos osciladores for deslocada de 100 000 Hz para 100 500 (0,5%), e a do outro se mantiver em 100 000 Hz, no momento em que os sinais forem combinados, o resultado não mais será um batimento nulo, mas sim, aparecerá um sinal cuja frequência será exatamente igual à diferença de valor das duas frequências, ou seja, 500 Hertz. (figura 5) (5).

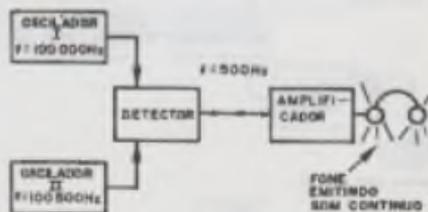


figura 5

(5) Na realidade, também aparecerá na saída do circuito um sinal igual à soma das

frequências, mas este não interessa para o nosso caso prático.

Ora, esse sinal de 500 Hertz pode ser amplificado pelo circuito seguinte e quando for aplicado a um fone poderá ser ouvido sob a forma de um apito contínuo.

Quanto maior for a diferença de frequência entre os dois osciladores o que pode ser associado a uma maior influência sobre um dos osciladores, maior será a frequência do sinal obtido e portanto, mais agudo será o som ouvido no fone.

No circuito prático de nosso detector de metais aproveitamos esse fenômeno do seguinte modo:

Um dos osciladores é ajustado para operar em determinada frequência, sendo portanto, um oscilador de frequência fixa, sendo esta determinada por um capacitor e um indutor (bobina) os quais são mantidos dentro da caixa que aloja o conjunto e que ficará presa ao cabo do detector, portanto livre da influência de objetos metálicos mais afastados como os que se encontram enterrados.

O outro oscilador, entretanto, tem uma bobina externa, que é a "bobina exploradora" e um capacitor ajustável de modo que podemos fazê-lo operar na mesma frequência do outro oscilador em condições de ausência de influência externa sobre as duas bobinas, ou seja, usamos como ajuste de batimento nulo (figura 6). Isso significa que, longe de qualquer metal, ajustamos o capacitor de um dos osciladores de modo que sua frequência se iguale a do outro (que é fixa), obtendo-se um batimento nulo o que significa ausência de som no fone.

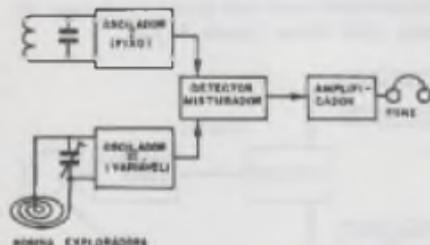


figura 6

Usando o aparelho, quando aproximamos a bobina exploradora de algum objeto metálico, este tem por influência modificar a forma do campo magnético existente

em torno da bobina, ou seja, modifica a concentração das linhas de força e consequentemente sua indutância. O resultado líquido de tudo isso é uma sensível mudança na frequência do oscilador ao qual está ligada esta bobina. Em suma, a presença de um objeto metálico nas proximidades da bobina altera seu comportamento afetando o sinal gerado pelo oscilador que tende a mudar sua frequência.

Podemos dizer que os comportamentos dos objetos metálicos em relação à bobina são dois: os objetos paramagnéticos concentram as linhas de força aumentando sua indutância de modo que a frequência do oscilador da bobina exploradora tende a diminuir, e os objetos diamagnéticos que dispersam as linhas de força, diminuindo a indutância da bobina e consequentemente aumentando a frequência de seu oscilador. Os dois tipos de objetos podem ser detectados por nosso aparelho. No primeiro grupo situamos os objetos de ferro, latão, níquel, etc. No segundo grupo, situamos o alumínio, o bismuto, etc.

O importante em tudo isso é que, quando a mudança de frequência de um dos osciladores ocorre, o sinal de batimento deixa de ser nulo, sendo então amplificado e aparecendo no fone sob a forma de um apito, conforme sugere a figura 7.



figura 7

Pela presença desse sinal, sabemos que estamos diante de algum objeto metálico exercendo influência sobre a bobina exploradora. Observe o leitor que estando a bobina do oscilador fixo mais longe, esta praticamente não sofre a influência do objeto.

Quanto maior for a ação do objeto sobre a bobina exploradora, maior será a diferença na frequência do oscilador e portanto, mais agudo será o som ouvido no fone. Pela "agudeza" do som, podemos portanto, ter uma idéia da espécie de objeto oculto.

Os objetos que mais facilmente podem ser localizados por este aparelho são os feitos de metais ferrosos, ou seja, ferro, aço, níquel que provocam uma alteração maior nas linhas de força do campo magnético, se bem que outros metais, com menor sensibilidade, também possam ser localizados.

O circuito prático que realizaremos é o mais simples possível: cada um dos dois osciladores conta com um transistor, o sinal de batimento é obtido a partir de um diodo detector comum, e a amplificação do sinal é feita por um único transistor.

Todo o conjunto é alimentado por 4 pilhas comuns que apresenta durabilidade suficiente para permitir um funcionamento contínuo por muitas horas.

MONTAGEM:

Podemos analisar a montagem dividindo-a em duas partes: a parte eletrônica que trata do circuito propriamente dito, sua montagem na ponte de terminais ou placa de circuito impresso e as ligações; e a parte mecânica que trata do enrolamento das bobinas, fixação do cabo, instalação do aparelho na caixa e sua fixação final no conjunto.

a) Parte eletrônica

Para a parte eletrônica, as ferramentas recomendadas são as de sempre: um soldador de pequena potência (máximo de 30 watts), solda de boa qualidade, um alicate de corte, um alicate de ponta e duas ou mais chaves de fenda. O leitor pode optar pela montagem em ponte de terminais ou em placa de circuito impresso.

A primeira versão, em ponte de terminais é recomendada principalmente aos principiantes ou aos que não possuem

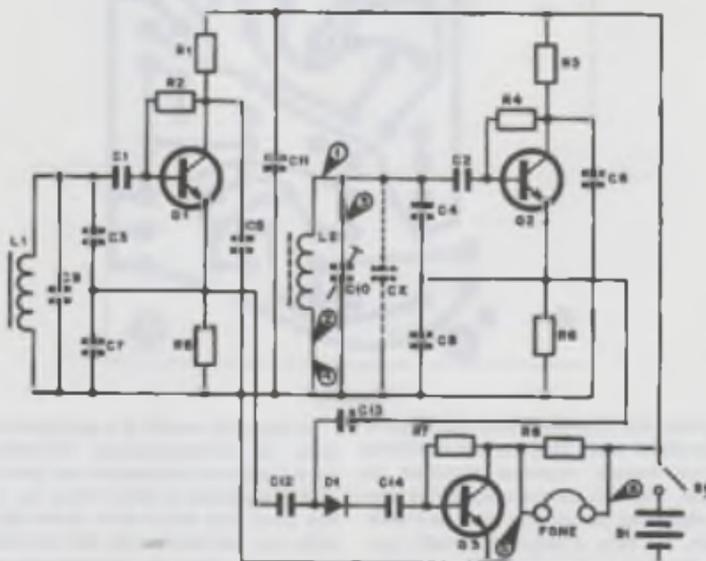


figure 8

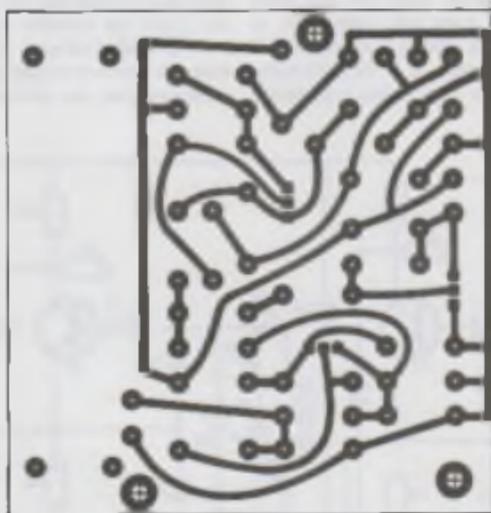
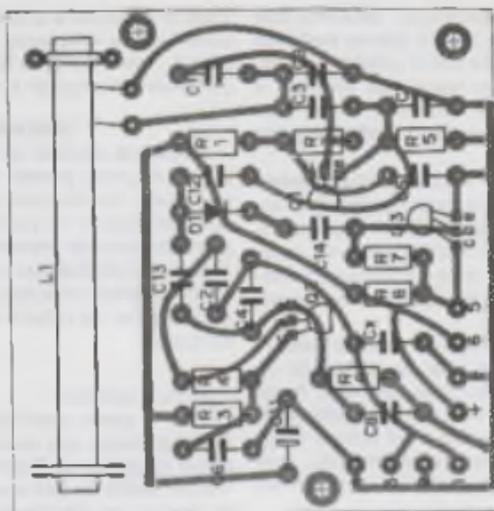


Figura 9

muitos recursos técnicos para montagens. Essa versão é mais fácil de ser realizada por exigir menos recursos técnicos do montador, mas em compensação não permite a obtenção de um alto grau de miniaturização. De fato, a segunda versão permite o alojamento do aparelho numa caixa de dimensões bem menores.

A segunda versão é a que permite maior grau de miniaturização. Evidentemente, para realizar a montagem em placa de circuito impresso o leitor deve ter os recursos para sua elaboração tanto no que se refere ao conhecimento das técnicas como também à posse de ferramentas apropriadas.

Para facilitar os que possuem um conhecimento dessas técnicas, damos o desenho da placa em tamanho natural com a disposição dos componentes.

Assim, na figura 8 temos o diagrama completo do Localizador de Metais, na figura 9, a placa de circuito impresso, tanto vista do lado cobreado como do lado

dos componentes, e na figura 10, a disposição dos componentes em ponte de terminais.

Para esta segunda versão, em ponte de terminais sugerimos uma sequência de operações, para a montagem, e os principais cuidados a serem observados.

Inicie a montagem enrolando a bobina

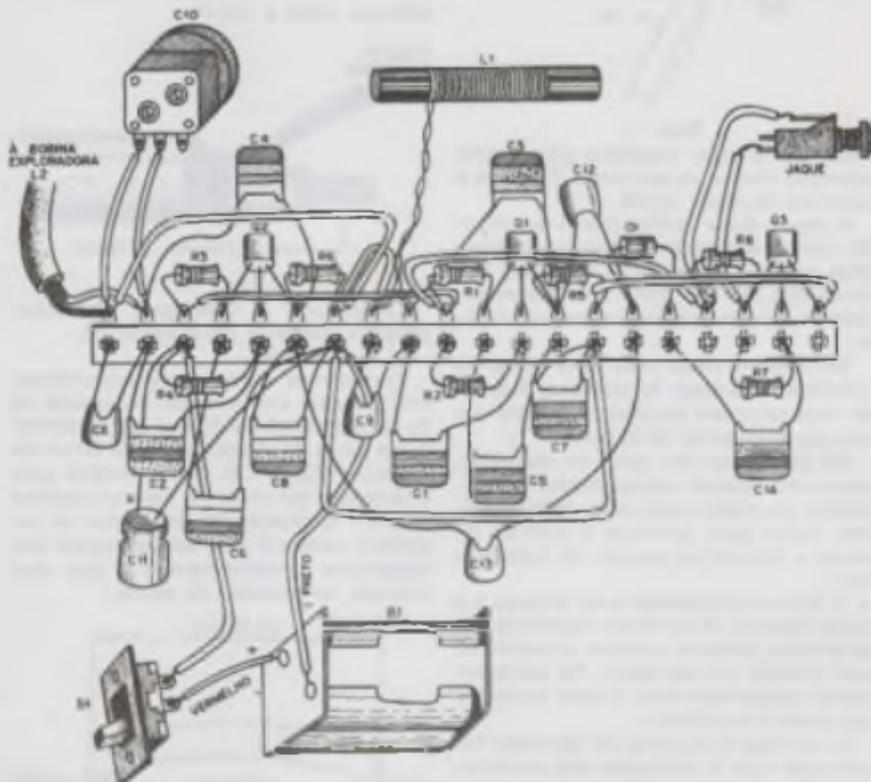


figura 10

do oscilador interno, ou seja, o oscilador fixo que ficará no interior da caixa que alojará o conjunto. Essa bobina consiste em cerca de 50 espiras (voltaa) de fio esmaltado, 28 ou 30 AWG enroladas num bastão cilíndrico de ferrite de 8 cm de comprimento e 0,7 cm de diâmetro. O leitor deve deixar cerca de 5 a 6 cm de fio solto em cada extremo do enrolamento para servir para sua ligação, conforme mostra a figura 11. Para a soldagem dos terminais dessa bobina, deve ser raspada a camada

de esmalte que recobre o fio, utilizando-se para esta finalidade, uma lâmina afilada.

De posse da bobina e demais componentes que serão montados na ponte de terminais, prepare-se para a realização das soldagens dos componentes. Para isso, aqueça bem o soldador e estanhe suas pontas.

Comece a soldagem pelos transistores, atentando para sua posição. Todos eles devem ficar com a sua parte achatada voltada para cima, e na sua soldagem deve-se



figura 11

evitar que o calor excessivo gerado pela operação chegue ao seu corpo. Para isso a operação deve ser rápida.

A seguir, solde os capacitores de políester, atentando para suas cores que indicam seus valores. Dobre seus terminais nas dimensões que permitam a soldagem em posição, e corte os excessos com um alicate.

Na próxima etapa você deve soldar os capacitores de disco de cerâmica, dobrando seus terminais de modo a ficarem em posição e cortando os excessos.

Na etapa seguinte, solde os resistores, observando que os valores desses componentes são dados pelos seus anéis coloridos. Dobre seus terminais e corte-os de modo a ficarem na posição de soldagem ideal.

O último componente a ser soldado é o diodo detector, devendo ser observada sua polaridade. Observe portanto a posição do anel pintado em seu corpo. Na soldagem desse componente evite o calor excessivo que poderá danificá-lo.

A montagem na ponte de terminais fica completa com a realização das conexões entre alguns terminais as quais são feitas com fio rígido.

Para a ligação do capacitor variável corte dois fios flexíveis de aproximadamente 10 cm soldando-os nos locais próprios da ponte. A soldagem do capacitor será feita posteriormente, quando este componente estiver fixo na caixa. Solde também dois pedaços de fio de igual comprimento para a ligação do jaque em que será conectado o fone, e também mais dois fios, para a ligação da fonte de alimentação. Um dos fios irá ao suporte das pilhas e o outro ao interruptor.

A ligação do cabo que irá à bobina exploradora deverá ser feita em último lugar. O fio é do tipo blindado, devendo a malha externa ser ligada ao polo negativo do circuito e a parte interna ao polo vivo do circuito propriamente dito (figura 12). É importante o uso de fio blindado pois ele atua como blindagem para influências externas sobre o circuito.

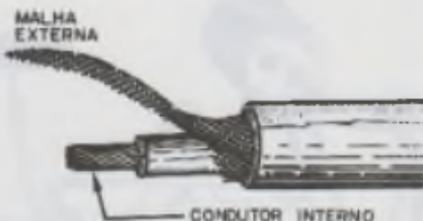


figura 12

Completada a montagem eletrônica, podemos passar à parte mecânica:

b) Parte mecânica:

Começamos pela bobina exploradora. Esta consiste em cerca de 20 espiras de fio esmaltado 28 ou 30 que são enroladas numa forma de plástico chata de 30 cm de diâmetro. (figura 13). Outras versões para esta bobina são possíveis. Para uma bobina menor, a compensação dos efeitos na frequência pode ser feita pela alteração dos capacitores correspondentes o que será indicado no processo de ajuste.

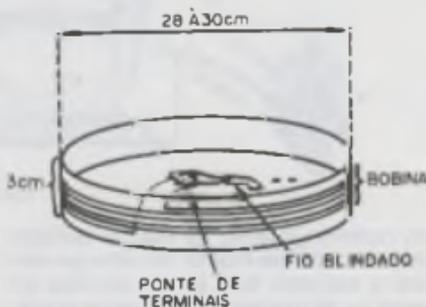


figura 13

Para a localização de encanamentos sob a parede ou objetos pequenos à pequena profundidade, a bobina pode consistir em outras 50 espiras de fio esmaltado 28 ou 30 enroladas num bastão de ferrite igual ao usado para o oscilador fixo. Temos nes-

te caso a possibilidade de obter uma montagem mais compacta conforme sugere a figura 14.

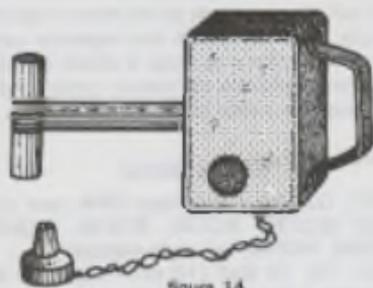


figura 14

Evidentemente, a escolha da versão a ser realizada depende totalmente do leitor.

Os extremos da bobina são soldados numa ponte de terminais fixada em seu fundo, onde então será ligado o cabo blindado de conexão ao restante do circuito. O comprimento desse cabo é importante, não devendo ultrapassar os 2 m para não haver introdução de capacitâncias no circuito que possam dificultar seu ajuste.

A bobina é dotada de um cabo de PVC por onde será sustentada, e nesse cabo é fixada a pequena caixa que aloja o circuito eletrônico conforme sugere a figura 15.

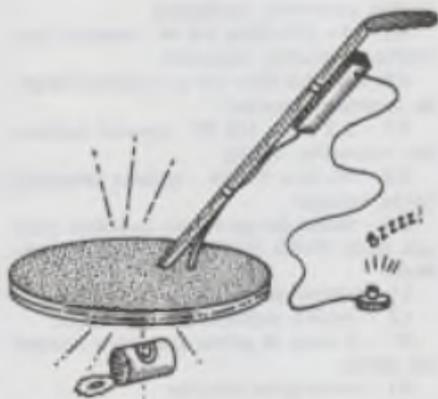


figura 15

Observe que a caixa que aloja o conjunto deve ter dimensões compatíveis com a montagem realizada. Esta caixa pode ser

de plástico ou qualquer outro material isolante, e deve ter espaço suficiente para também acomodar as pilhas que o alimentam.

Nessa caixa encontramos um ajuste de frequência (capacitor variável) a chave que liga e desliga o circuito, e um jaque onde será ligado o fone de cristal. A fixação dessa caixa no braço de sustentação pode ser feita diretamente por parafusos ou ainda por meio de braçadeiras.

Fixado o conjunto, proceda às ligações que faltam, da fonte de alimentação, do fio da bobina exploradora e dos controles segundo sugere o diagrama dado.

Completada a montagem podemos fazer um ajuste para verificar o funcionamento.

Ajuste e uso

Completada a montagem, confira todas as ligações e, se tudo estiver em ordem, coloque as pilhas no suporte e ligue a chave de conexão do circuito. Coloque o fone no ouvido. Você deve ouvir um apito contínuo mais grave ou agudo, conforme o caso.

Em seguida, vá girando o variável para um lado ou outro até que o som tornando-se mais grave desapareça em determinado instante. Nesse ponto temos o ajuste de batimento nulo que corresponde ao ponto de funcionamento do aparelho. Aproxime a bobina exploradora de uma lata comum de conserva (figura 16). O aparelho imediatamente deve acusar sua presença por meio de um apito contínuo no fone.

Se, com a movimentação do variável observar-se que o som produzido no fone varia de frequência mas não se obtém um ponto de nulo, em que cessam as oscilações, isso significa que pequenas variações das características dos componentes (bobinas e capacitores) precisam ser compensadas. Isso pode ser feito da seguinte maneira:

a) Se o som vai se tornando cada vez mais grave quando viramos o capacitor variável para a direita (sentido horário)



figura 16

mas não chega a desaparecer pois o capacitor "não alcança" essa posição, a solução consiste em se diminuir o valor do capacitor C9. Reduzo-o primeiramente de 330 pF para 20 pF, e se ainda assim não for obtido um resultado positivo, diminua para 100 pF.

b) Se o som vai se tornando cada vez mais grave quando viramos o capacitor para a esquerda (sentido anti-horário) mas não alcança o ponto em que o som desaparece, aumente o valor de C9 passando de 330 pF para 470 pF e depois, se necessário para 560 pF.

Conseguido o ajuste, para usá-lo basta sair por aí, explorando as riquezas ocultas no solo. (figura 17).



figura 17

Observação sobre Cx

A utilização do capacitor Cx depende de

diversos fatores. Para a utilização de um capacitor variável de 410 pF deve ser usado para Cx um capacitor de cerâmica de 470 pF. Se o variável for de menor capacitância, deve ser usado um capacitor para Cx de tal modo a se obter o ajuste desejado. Para variáveis de menor capacitância Cx deve ser maior que 470 pF.

Lista de Material

Q1, Q2, Q3, - transistor NPN para uso geral (BC237, BC238, BC239, BC547, BC548, BC549, ou equivalentes)

C1, C2, 10 KpF (10 nF) - capacitor de poliéster (marrom, preto, laranja)

C3, C4, 22 KpF (22 nF) - capacitor de poliéster (vermelho, vermelho, laranja)

C5, C6, - 5,6 KpF (5,6 nF) - capacitor de poliéster (verde, azul, vermelho)

C7, C8, - 22 KpF (22 nF) - capacitor de poliéster (vermelho, vermelho, laranja)

C9 - 330 pF - capacitor de mica ou disco de cerâmica (ver texto)

C10 - capacitor variável miniatura de 410 pF ou 365 pF (ver texto)

C11 - 50 uF x 6 V - capacitor eletrolítico (47 uF também serve)

C12, C13, - 1 200 pF (1,2 KpF) - capacitor de disco de cerâmica ou mica

C14 - 100 KpF - capacitor de poliéster - (marrom, preto, amarelo)

R1, R3 - 2,2 KΩ x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)

R2, R4 - 220 KΩ x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, amarelo)

R5, R6 - 3,3 KΩ x 1/4 W - resistor (laranja, laranja, vermelho)

R7 - 2,2 MΩ x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, verde)

R8 - 15 KΩ x 1/4 W - resistor (marrom, verde, laranja)

D1 - diodo de germânio ou silício para uso geral (1N60, 1N914, 1N34 ou equivalente)

L1 - bobina do oscilador fixo (ver texto)

L2 - bobina exploradora (ver texto)

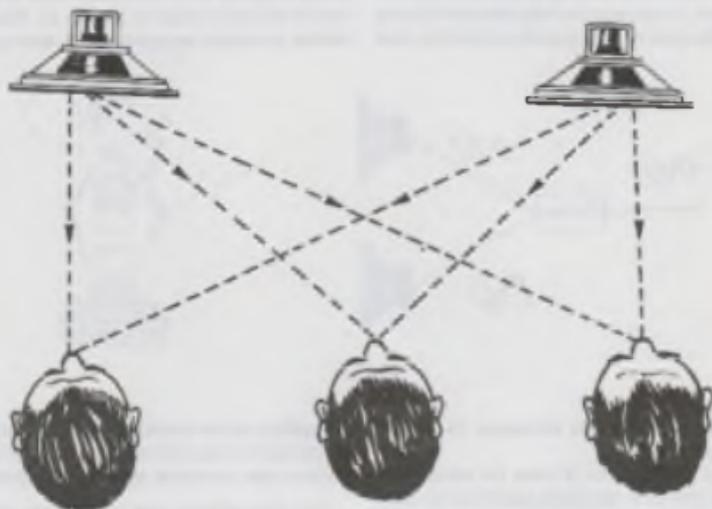
B1 - 6 volts (4 pilhas pequenas ligadas em série)

S1 - interruptor simples

Diversos: ponte de terminais, suporte para pilhas, jaque para o fone, fone de cristal, fio esmaltado 28 ou 30 AWG, fio comum, solda, fio blindado, parafusos, forma para as bobinas, etc.

ÁUDIO

DISTORÇÃO DE FASE



Quando se fala na qualidade de um sistema de som todos pensam logo na qualidade do amplificador, do sintonizador, dos alto-falantes, mas na maioria dos casos esquecem-se de fazer considerações sobre as caixas acústicas no que se refere a sua distorção de fase. Na realidade são poucos que sabem o que é realmente distorção de fase e quais são os seus efeitos. Neste artigo fazemos algumas considerações sobre este tipo de distorção.

Conforme sabemos, o som tem uma velocidade de propagação da ordem de 340 m/s, valor este que pode ser considerado bastante elevado em termos da distância que separa uma caixa acústica do ouvido do leitor, mas que pode ter efeitos importantes se considerarmos a duração dos sons emitidos, ou seja, sua frequência.

Em suma, analisando uma fonte extensa

de som, como por exemplo uma caixa acústica que utilize dois alto-falantes, vemos pela figura 1 que os sons emitidos por um e por outro alto-falante, podem chegar ao seu ouvido em instantes diferentes, mesmo sendo emitidos simultaneamente, porque têm de percorrer distâncias diferentes. A consequência disso pode ser bastante desagradável, ocorrendo o que denominamos distorção de fase

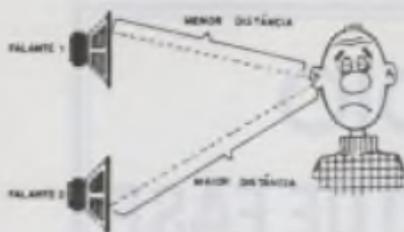


figura 1

O que ocorre é o seguinte. Supondo que tenhamos numa caixa acústica um alto-falante de médios e graves e um alto-falante de agudos, no divisor de frequências há uma separação dos sinais graves e agudos que

devem ser reproduzidos para os dois alto-falantes. Ora, a combinação dos dois sons graves e agudos, em intensidades relativas determinadas e instantes determinados nos dá o timbre do som. Isso quer dizer que o que caracteriza um som é a proporção com que ele é composto de sinais de diversas frequências e os instantes em que esses sinais aparecem, ou seja, suas fases.

Ocorrendo a reprodução dos sons por alto-falantes diferentes, ao atingirem o ouvido, em instantes um pouco diferentes não teremos a percepção da forma de onda original, e o resultado será uma distorção do som original (figura 2). Não ouviremos portanto exatamente o som que ori-

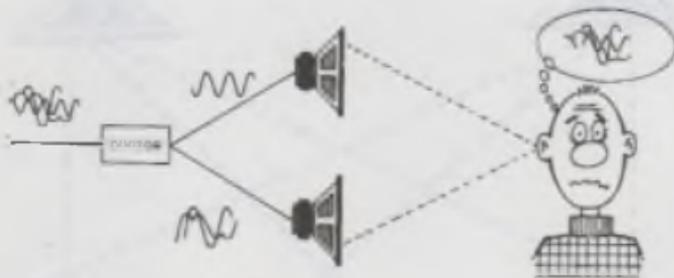


figura 2

ginalmente está sendo entregue às caixas pelo amplificador.

É claro que o leitor já deve ter percebido que este efeito é causado justamente pela necessidade de termos alto-falantes diferentes na reprodução dos graves e dos agudos e eventualmente dos médios, e que não se recomenda simplesmente a retirada desse dispositivo para se obter uma melhora da qualidade do som. Existem soluções muito melhores para este problema.

As modernas caixas acústicas em geral são estudadas de modo que a disposição dos alto-falantes e outros fatores influentes possam resultar num mínimo de distorção de fase, mas eventualmente esse defeito pode aparecer.

COMO SE MANIFESTA A DISTORÇÃO DE FASE

Se bem que só recentemente se comprovou que a distorção de fase pode ser

percebida pelos ouvidos, os fabricantes de caixas acústicas tem levado em conta seus efeitos nos projetos que executam.

Um dos efeitos que podem ser notados por este tipo de distorção é a falta de transparência na reprodução do som, ou seja, tem-se a impressão que o som é abafado na caixa, ou seja, fica "preso" em seu interior.

Outro efeito é uma dificuldade de reprodução dos transitórios, ou seja das variações bruscas de intensidade do som, como por exemplo as ocorridas nas batidas secas de instrumentos de percussão.

AS TÉCNICAS PARA A ELIMINAÇÃO DA DISTORÇÃO DE FASE

Poderíamos citar como primeira solução para eliminar a distorção de fase a eliminação dos filtros divisores de frequência nas caixas acústicas, mas sem dúvida, com isso também perderíamos em qualidade de

reprodução nos extremos da faixa audível, pois conforme sabemos os alto-falantes sozinhos só dão conta da reprodução de uma faixa relativamente estreita da faixa audível.

Uma solução mais completa seria a

utilização de amplificadores independentes para cada alto-falante (graves, médios e agudos) com a inclusão de linhas de retardo que poderiam ser ajustadas de modo a eliminar os efeitos da distorção de fase (figura 3).

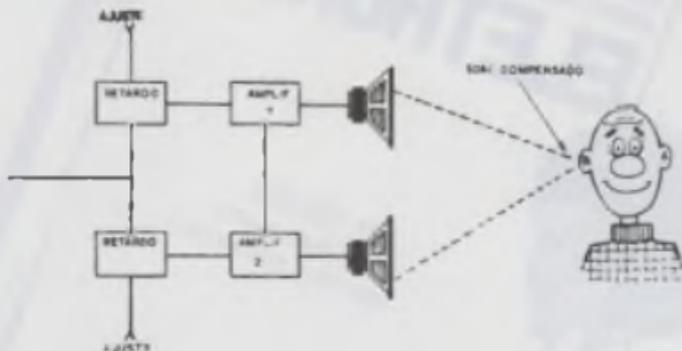


figura 3

Uma das soluções recomendadas pela Bang & Olufsen é a adoção de uma disposição geométrica para os alto-falantes na caixa acústica de modo a manter a mesma

distância entre os alto-falantes e o ouvido da pessoa, de modo que o som de qualquer dos alto-falantes tenha de percorrer a mesma distância (figura 4).

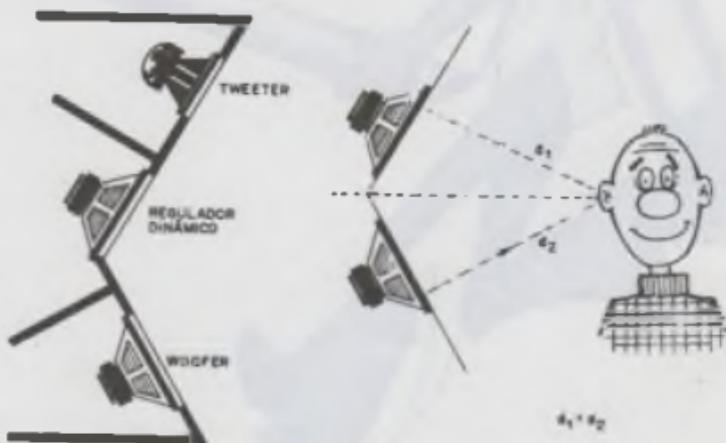
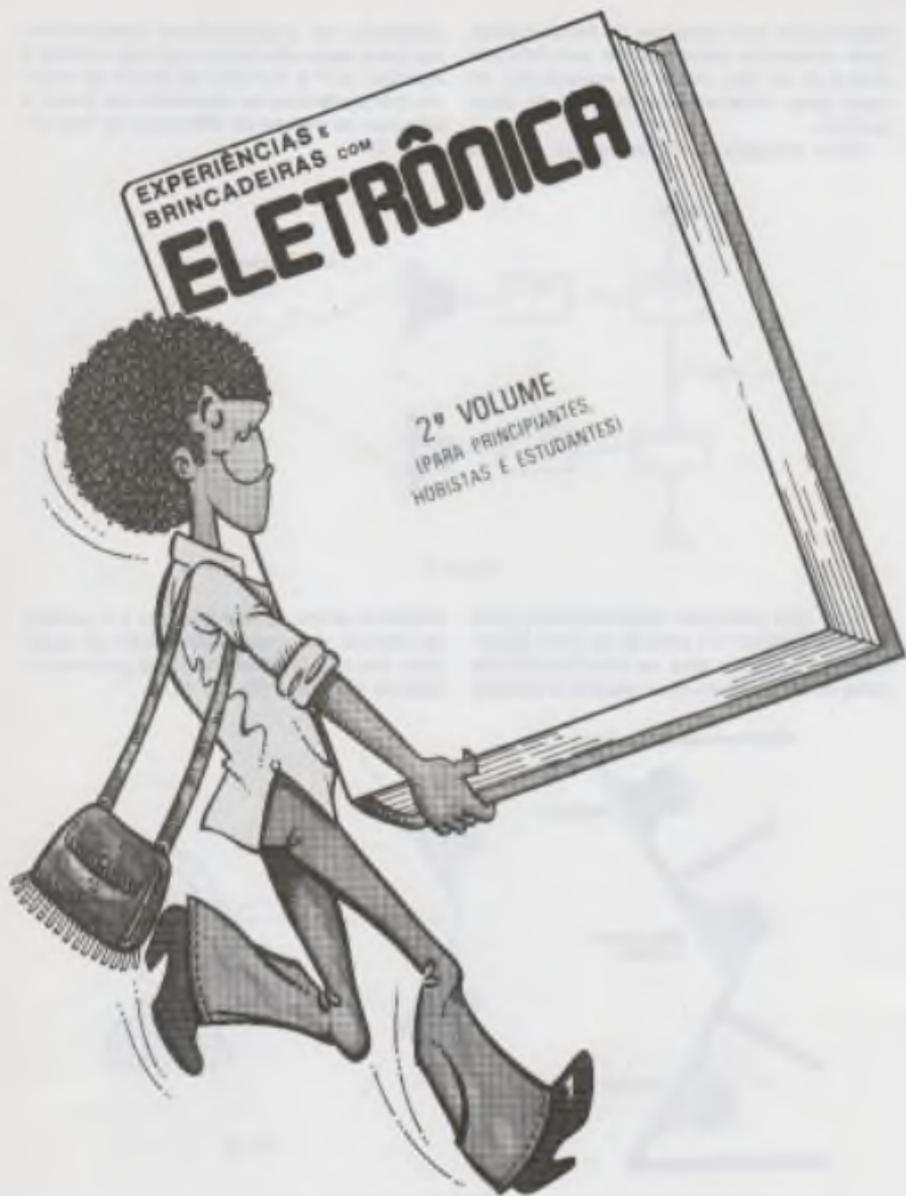


figura 4

Além disso são utilizados filtros especiais na divisão de frequência e um alto-falante adicional que atua como um regulador dinâmico complementar produzindo

um sinal de compensação que torna constante a característica de transferência e dá uma resposta linear tanto em frequência como em fase.



RESERVE JÁ EM SEU JORNALEIRO

FAIXA DO CIDADÃO AGORA AO ALCANCE DE TODOS



TRANSCEPTOR AM – "GRANADA" – TIPO CB-4
COM 23 CANAIS

UTILIZAÇÃO: Carros, veículos de carga, barcos, ônibus, indústria, comércio, residências, fazendas, etc.

CARACTERÍSTICAS: Faixa de operação: 26,96 a 27,26 MHZ.
Potência de saída: 3,5 WATTS

APROVADO PELO DENTEL

Prêço de Lançamento: Cr\$ 4.800,00
Antena móvel: Cr\$ 1.200,00
Antena fixa - direcional: Cr\$ 1.700,00

OFERECEMOS AINDA

Gravadores – Rádio Gravadores AM/FM – Alto falantes – Caixas acústicas –
Eletrolas – Toca discos de 9 volts – Toca discos automáticos e profissionais –
Motores de 9 volts e 6 volts – Amplificadores, etc. etc

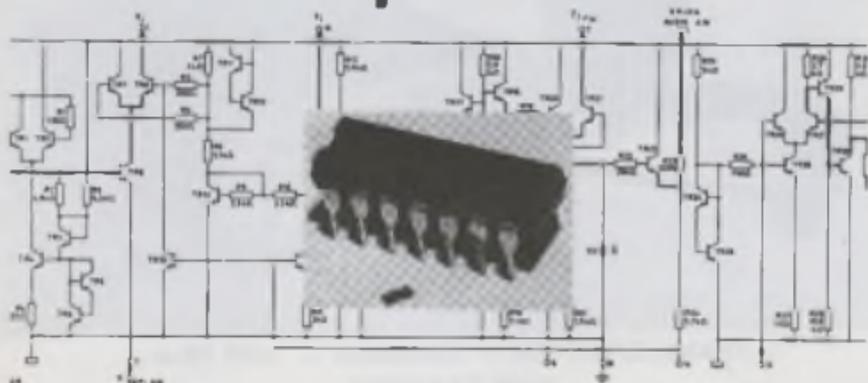
Solicitem nossa lista de preços
Atendemos Também pelo Reembolso Postal.

SIMPSON LTDA.

SÃO PAULO: Rua Santa Ifigênia, 585 - Caixa Postal 6.999 - fone: 220-3340
CAMPINAS: Rua Costa Aguiar, 342 - fone: 31-6397

CIRCUITOS INTEGRADOS

FABRICAÇÃO E FUNCIONAMENTO



Carlos A. Nicolini

Em poucos anos, os circuitos integrados tiveram um grande desenvolvimento, passando de uma simples curiosidade de laboratório, para o lugar destacado que hoje possui: indústrias em escala mundial, investindo grandes recursos econômicos, técnicos e humanos para o desenvolvimento e ampliação do campo de aplicações, já bastante grande.

O CI teve bom êxito e aceitação bastante rápida em algumas áreas específicas, tal como a digital, cuja aplicação mais destacada recaiu sobre os computadores eletrônicos que só tiveram seu desenvolvimento garantido graças às imensas vantagens destes minúsculos componentes eletrônicos (o primeiro computador eletrônico, com válvulas, ocupava um andar inteiro de um imenso edifício e pesava a "insignificância" de 30 toneladas).

No que se refere às aplicações lineares, entre as quais, se encontram aparelhos eletrônicos de entretenimento, não foram poucos os problemas tecnológicos ligados

à construção e desenho de componentes economicamente viáveis para emprego em rádios, televisores e amplificadores.

Daremos a seguir uma pequena explanação sobre o advento, classificação, construção e funcionamento dos CIs, que hoje revolucionam o mundo eletrônico da mesma forma que os transistores o fizeram ao substituírem as válvulas de emissão termo-iônica, no início da década de 50.

Historicamente o CI surgiu nos laboratórios da Texas Instruments em 1958, quando Jack S. Kilby conseguiu uma estrutura de transistores e resistores mediante difusão em uma fina placa de silício. Constitui-se assim um RTL (resistor-transistor-lógico) biestável em duas placas interligadas em uma só capsula.

Em 1960 descobriu-se a técnica planar (veremos adiante) e em 1962 entram na área comercial os CIs planares de estrutura RTL em uma só placa de silício de 1 mm².

No início o grande impulso foi ocasionado pela abertura da era espacial que exigia tamanho e peso cada vez menores. Assim, os CIs ficaram durante algum tempo restritos às esferas espacial e militar, mas já as perspectivas de enorme emprego comercial.

Microeletrônica:

Esta designação se refere à parte da ele-

trônica que estuda e desenvolve componentes, circuitos e sistemas eletrônicos extremamente pequenos. Enquanto não se tem uma terminologia universal, pela cada organização faz sua própria classificação, iremos mostrar na fig. 1 uma forma de caracterizar a microeletrônica e de estabelecer que este termo não se refere exclusivamente a CIs monolíticos, como se poderia supor.

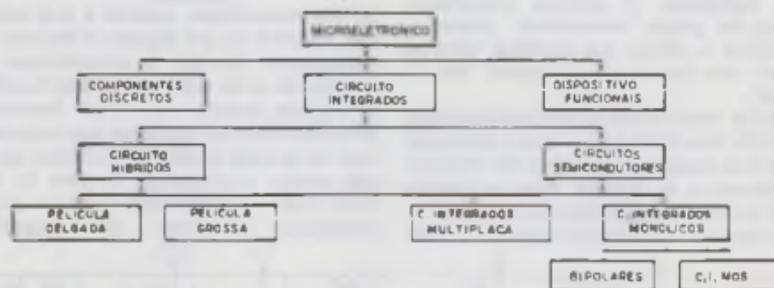


Fig. 1 - Caracterização de Microeletrônica

Os componentes discretos classificados na microeletrônica são os dispositivos miniatura construídos convencionalmente e montados em um pequeno suporte para formar um circuito de alta densidade, como por exemplo, um micromódulo.

Os dispositivos funcionais são elementos de estado sólido que realizam uma função particular mas nos quais os componentes individuais identificados com a função, não podem identificar-se com uma porção específica do material, por exemplo, um filtro de cristal de quartzo.

A 3ª categoria e a de maior destaque e desenvolvimento na atualidade, é a de circuitos integrados (CIs), que segundo sua construção, são divididos em híbridos e semicondutores. Para o primeiro tem-se duas tecnologias: película delgada (espessura da ordem de 1 micron) e película grossa (da ordem de 20 microns). Atualmente esta divisão é mais referente ao processo que à espessura propriamente dita.

Nos circuitos híbridos se misturam as tecnologias pelicular e de semicondutor, uma vez que os componentes passivos, como resistores e capacitores, se formam sobre um substrato de cerâmica ou vidro mediante os procedimentos da película

delgada ou grossa. E os ativos, transistores e diodos, são adicionados depois, para se formar um único encapsulamento.

A tecnologia de película delgada consiste no depósito sobre um substrato isolante, de finíssimas camadas de materiais como tântalo ou níquel-cromo, através de evaporação ou outro método adequado, constituindo assim os componentes passivos de dimensões muito pequenas e de valores diversos, controlados por área, espessura ou resistividade específica do material depositado.

O método película grossa segue os passos da confecção de chapas de circuito impresso, ou seja, depositam-se tintas ou pastas especiais, previamente selecionando dimensões e posições, sobre um substrato isolante. Sob altas temperaturas, ambos reagem quimicamente mudando suas propriedades elétricas e transformando-se em resistores ou capacitores diferentes.

Uma alternativa para a construção dos híbridos é a construção dos elementos ativos pela técnica planar e dos passivos e as ligações, através da técnica da película delgada sobre o óxido isolante que cobre o cristal de silício.

Os circuitos do tipo semicondutor

podem ser construídos como CIs monolíticos ou múltiplas. Estes últimos são simplesmente formados de duas ou mais placas semicondutoras, já contendo elementos de circuito, interligadas e montadas em base e encapsulamento únicos.

A designação de CI monolítico se deve ao fato de tanto elementos passivos como ativos, serem formados sobre o mesmo cristal de silício e constituírem uma estrutura indivisível. A própria designação advém do grego "monolithos" (mono = um; lithos = pedra), que significa "uma só pedra", que no nosso caso seria "um só cristal".

Os CIs monolíticos podem ser bipolares ou MOS. Nos bipolares temos a condução pelos dois tipos de portadores de corrente: os elétrons e as lacunas. Mas na técnica MOS (metal óxido semicondutor) temos a condução nos transistores apenas por elé-

trons para os tipos de Canal N, e por lacunas para os de canal P. Tal como os FETs discretos, os transistores de CI são ditos de efeito de campo.

Neste artigo vamos nos prender aos CIs monolíticos da técnica bipolar, que têm tido grande popularidade, pois, por enquanto, a técnica MOS se prende mais ao ramo industrial e profissional.

Aplicações:

Os CIs monolíticos, quanto à sua aplicação, dividem-se em digitais e lineares (ou analógicos). Devido à simplicidade de construção e do número de suas funções, os digitais tiveram aplicações imediatas, principalmente em circuitos que necessitam de grande número de funções iguais, tais como: comutação, funções E, OU, NEM, NÃO-OU, flip-flops e outras, como contadores, memórias e decodificadores.

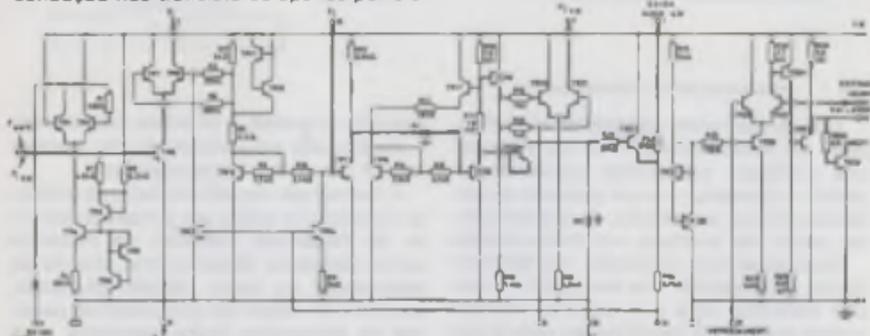


Fig. 2 - Esquema Eletrônico do TBA 570

Todos de largo emprego, principalmente em sistemas computadores.

Os lineares, tanto para aplicações industriais como profissionais, se prestam para circuitos onde a saída é, de alguma forma, proporcional à entrada. Devido a fatores econômicos e tecnológicos e à falta de maior experiência acumulada, o aproveitamento integral das possibilidades dos lineares, teve que esperar um pouco mais, pois era necessário, dentro de um mesmo cristal, combinar várias funções diferentes. Um exemplo típico é o TBA 570 utilizado como receptor de AM/FM, que inclui as funções de oscilador e misturador de AM, amplificador de f.i. de AM/FM, detector, limitador, CAG, pré amplificador e excitador para a saída de áudio. São mais de 80 elementos ativos e passivos (fig. 2 diag

elétrica) em um diminuto cristal de silício, de aproximadamente 2 mm² (fig. 3), que



Fig. 3 - Placa de um circuito integrado, de 2 mm² de área

depois de encapsulado terá a aparência de um componente único de 16 terminais (fig. 24), designada por DIL (Double In Line). Assim tem-se um módulo eletrônico ultra miniaturizado (para se obter um receptor AM/FM, necessita-se basicamente, só do amplificador de saída de áudio, da etapa de sintonia e do TBA 570), que se maneja como se fosse um componente discreto, inclusive quanto à montagem e remoção, desde que se observe algumas precauções que veremos no final do artigo.

Técnica básica de fabricação:

Os CIs monolíticos são produzidos seguindo basicamente a mesma técnica de difusão empregada na fabricação de transistores: a técnica planar. A designação tem sua razão, porque todos os processos são feitos no lado superior do cristal, de forma que todas as junções PN estão no mesmo plano geométrico.

Na tecnologia planar, atualmente se conhecem três processos básicos para a construção dos CIs: difusão epitaxial, coletor difundido e tripla difusão. O mais empregado é o processo de difusão epitaxial, que oferece vantagens indiscutíveis e por isso vamos nos orientar para ele.

Inicialmente, devemos conhecer etapas e termos básicos, afim de decorreremos mais facilmente sobre o processo de fabricação.

— Material monocristalino: Diz-se daquela porção de material sólido na qual a rede cristalina é geometricamente definida e segue um padrão conveniente. O material a ser empregado em semicondutores, deve ser o mais puro e perfeito (quanto à distribuição dos cristais) que se possa conseguir.

— Substrato: é a base mecânica dos elementos do CI, mas na estrutura monolítica, o substrato é silício dopado de impurezas P (boro) ou N (fósforo), servindo como um grande canal de escoamento de corrente da maioria dos componentes do CI.

— Crescimento epitaxial: Também derivada do Grego, a palavra "epitaxial" tem o significado de "agregado por cima", ou seja: providencia-se a formação de uma agregado monocristalino de átomos, "em cima" do substrato monocristalino, de modo que a estrutura cristalina da nova camada seja um prolongamento (crescimento) exato do

substrato. A vantagem do processo é que a camada, que chega a 10 microns de espessura, pode assumir condutividade (quanto ao sentido de corrente) igual ou oposta à do substrato. Por meio de aquecimento deste, à temperatura de 100 °C e sob atmosfera de impurezas P ou N, combinado com hidrogênio e vapor de tetracloreto de silício que reagem com o substrato, força-se a separação do silício que então forma a camada epitaxial com condutividade previamente escolhida. (fig. 4).

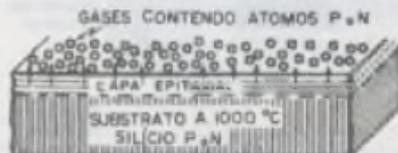
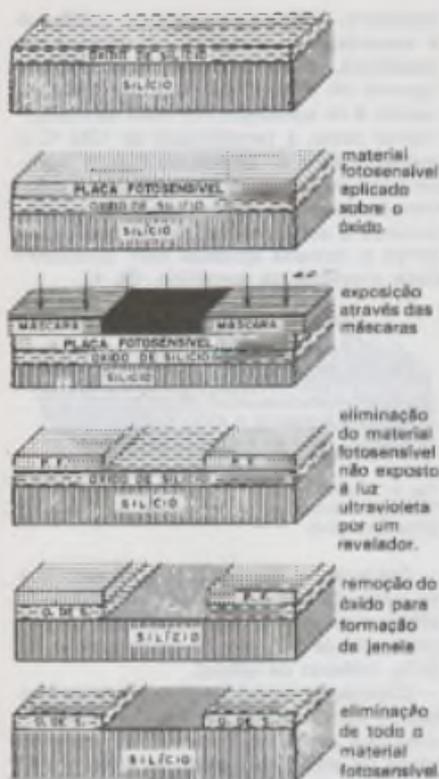


Fig. 4 - Crescimento da camada epitaxial com distribuição controlada de impurezas por meio de atmosfera ativa.

— Oxidação: o processo visa impedir que os materiais de fusão penetrem no bloco de silício, nos locais previamente cobertos por uma película de 1 micron de espessura, de SiO₂ (dióxido de silício).

— Eliminação do óxido: Este é o processo básico para a fabricação dos CIs, pois permite que se façam "janelas" e canais no bloco de silício, que serão as áreas destinadas a todos os elementos do CI. O processo se inicia, cobrindo-se o óxido de silício com material fotoenvelvel sobre o qual se coloca uma máscara que contém o desenho em negativo, das futuras janelas. Assim, onde se deseja retirar material, a máscara será opaca, pois o conjunto será submetido à luz ultravioleta que fixará o material exposto. O não exposto é facilmente retirado mediante um revelador, e nesta mesma região retira-se, por ataque químico, a porção de SiO₂ relativa à janela que se quer formar. Por último elimina-se todo o restante do material foto sensível ficando então o bloco de silício com áreas protegidas pelo óxido, e outras disponíveis para a difusão de material P ou N. (fig. 5).

— Difusão: É o processo de dopagem do bloco de silício com material P ou N, para possibilitar a formação de regiões de diferentes propriedades elétricas, que se constituirão nos elementos eletrônicos do CI. Aquece-se o silício em atmosfera de vapor



Processo fotolitográfico para abrir janelas na superfície do cristal.

Fig. 5 - Placa de silício com camada de óxido

da impureza com a qual se deseja dopar o bloco, providenciando-se elevada concentração do material na superfície do silício. Ao se aumentar o grau de aquecimento, os átomos em suspensão sobre a superfície, penetram, ou se difundem, formando um único material. Através deste processo, consegue-se inclusive junções PN, pois se o bloco estiver previamente dopado com, por exemplo, material N, e a atmosfera por P com densidade maior que a da dopagem N, a difusão, mudará a superfície de N para P, havendo uma região onde as dopagens serão iguais, formando a junção PN. Através das técnicas de oxidação e eliminação do óxido, pode-se repetir o processo de difusão várias vezes, obtendo-se junções e regiões de diferentes propriedades.

- Distinção entre o crescimento epitaxial e

a difusão: Os dois métodos visam mudar o bloco de silício, alterando em regiões determinadas as suas características elétricas. Mas agem por princípios diferentes: a difusão se inicia de fora para dentro através da superfície, por efeito da alta temperatura e concentração de átomos de impurezas, na superfície do bloco já formado enquanto o crescimento epitaxial é a incorporação dos átomos à rede cristalina do substrato de silício, que está se formando (crescendo) naquele instante.

Processamento do CI

Devido à lentidão do processo de fabricação, as etapas são feitas sobre um disco (fatia de um cilindro de silício) de 3,8 cm de diâmetro, de onde só se retiram as placas (ou pastilha, é o substrato para um único CI) depois dos testes de desempenho, já prontas para o encapsulamento. Ressalva-se que ao dizermos "lentidão", nos referimos a semanas de espera, pois o crescimento da camada epitaxial, em média, demora uma semana, e a difusão, mais 3 semanas. Assim, o processamento total do disco só é conseguido após 21 semanas, ou seja, pouco menos de 5 meses!

Esta demora tem levado os fabricantes a tentar maiores rendimentos, inclusive aumentando o diâmetro dos discos, muito embora traga problemas quanto à precisão mecânica (todas as máscaras, precisam ser colocadas com a máxima exatidão) e pureza que deve reunir o material, sem contar, ainda a espessura do disco, da ordem de 200 a 400 microns, que sendo extremamente frágil, pode se quebrar facilmente durante o manuseio.

Definido o desenho do circuito eletrônico, constrói-se um modelo com componentes discretos que possibilitará a análise das funções e valores dos componentes que deverão ser utilizados nos CIs. O passo seguinte é a elaboração de uma série de máscaras de alta precisão em escala com o tamanho da futura pastilha individual, sendo em geral da ordem de 200:1. Tais máscaras serão depois reduzidas fotograficamente ao tamanho das pastilhas onde serão utilizadas para a abertura das janelas.

A preparação do disco de silício, é feita como no caso dos transistores discretos, a partir de um polimento com acabamento

de espelho. O disco (que inicialmente tinha uma diâmetro de 3,8 cm, atualmente possui diâmetro de até 7,5 cm, permite a produção simultânea de 500 a 200 CIs, dependendo dos valores e funções dos elementos dos circuitos, uma vez que estes determinam a área que cada componente deve ocupar, bem como a própria placa. Como cada placa contém ao redor de 50 elementos entre passivos e ativos, pode-se ter 100.000 componentes numa área aproximada de 43 cm² (inferior à de um disco como um de telefone)*.

Os diferentes componentes distribuídos sobre a superfície do substrato, terão um comportamento análogo aos equivalentes do modelo discreto. Análogo porque todos estão sobre o mesmo substrato, que é um condutor elétrico e assim sendo, é necessário haver isolamento entre os componentes do CI. Isto é providenciado por diodos (junção PN) aproveitando-se um dos elementos do substrato (P ou N). Estes diodos permanecem polarizados reversamente quando do não funcionamento do componente; isto introduz uma capacitância parasítica que é necessário levar em conta no circuito. As únicas ligações permitidas entre os componentes serão feitas pela rede metalizada, colocada na superfície ao final do processo. A introdução do diodo de isolamento emprega o processo planar: oxidação, eliminação do óxido e difusão, produzindo regiões (verdadeiras ilhas) onde se formarão os componentes integrados (fig. 6). O isolamento destas ilhas é obtido difundindo-se entre elas, impurezas do tipo P+ (material de alta concentração), de modo que atravessa a camada epitaxial N já formada, indo unirse ao substrato P. Deste modo entre o substrato e cada uma dessas ilhas, forma-se um diodo de isolamento (fig. 7).

Pelo esquema eletrônico da fig. 7, pode-se notar que é boa a isolação entre o substrato e os coletores dos transistores, pois os diodos estarão inversalmente polarizados, muito embora apareçam efeitos capacitivos parasíticos, que poderão ser usados como capacitores integrados, como veremos adiante.

Os componentes que formam um circuito integrado são os mesmos que formam

os circuitos "comuns" ou seja, diodos, resistores, capacitores, transistores, etc.

Na conclusão desse artigo, no próximo nº, veremos como são "integrados" esses componentes resultando nos circuitos completos capazes de exercer funções bem definidas.

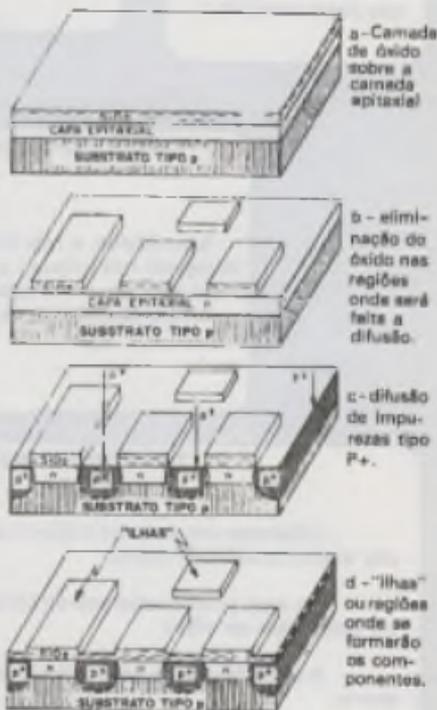


Fig. 6 - Processo de isolamento por difusão de impurezas P+.

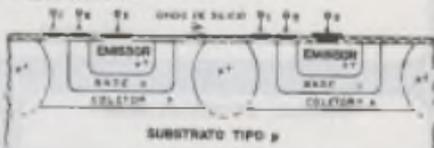
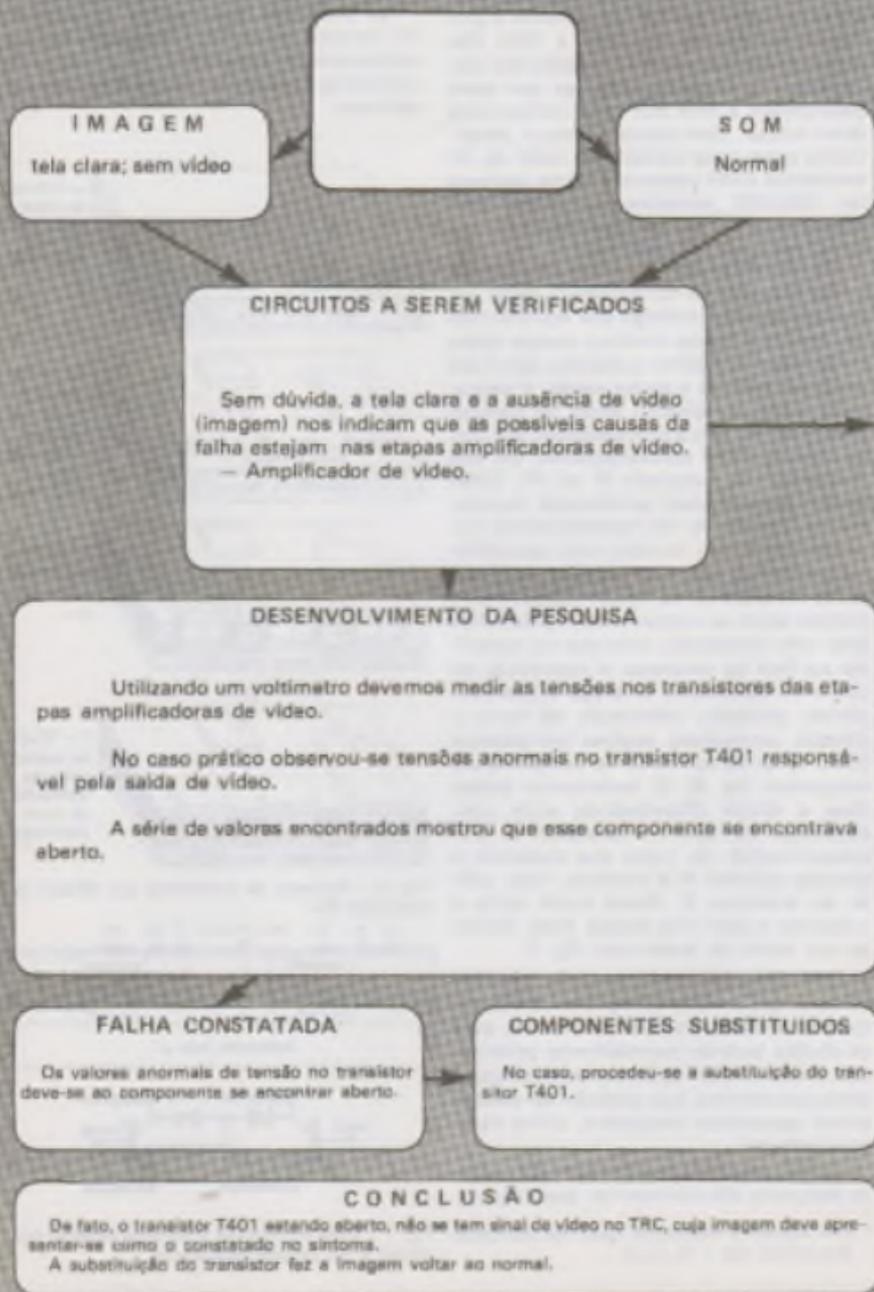


Fig. 7 - Dois transistores integrados isolados por diodos e seu circuito equivalente.

* Este número é muitíssimo maior nos chamados dispositivos LSI - N. da R.



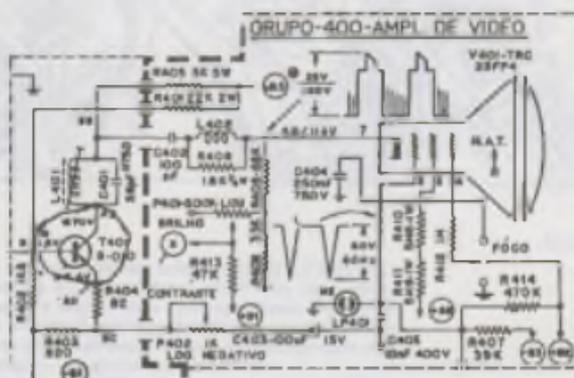
VERIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS

INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S): VOLTÍMETRO ELETRÔNICO

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

Medidas de tensão em T401
(tomadas em relação à -B1)

	Correta	Constatada
Coletor	75 V	120,0 V
Emissor	8,0 V	5,0 V
Base	9,0 V	10,0 V



VOCE ESTÁ APRENDENDO A TECNOLOGIA
DE MANEIRA DE DESENVOLVER SEUS
CIRCUITOS ADAPTANDO SIMONDA - SÃO PAULO

LUZ ESTROBOSCÓPICA COM LAMPADA FLUORESCENTE



NEWTON C. BRAGA

Com esta luz estroboscópica piscando durante as músicas executadas em suas festas, você conseguirá efeitos muito interessantes que impressionarão seus amigos e tornarão muito mais animadas suas reuniões dançantes. O projeto é bastante simples empregando poucos componentes de baixo custo, de modo que além de se facilitar a sua montagem mesmo por parte dos dotados de pouca experiência, gastá-se pouco com a compra do material.

Em artigo anterior de nossa revista, havíamos descrito uma luz estroboscópica que fugindo aos padrões normais, utilizava uma lâmpada incandescente comum e, naquela ocasião havíamos prometido para números futuro uma versão mais avançada, capaz de operar com lâmpada fluorescente. Pois bem, como é do nosso feitio sempre escolher circuitos simples e que as vezes usam recursos comuns com a finalidade de tornar sua construção acessível a todos, depois de algum tempo de projeto e

experimentação, voltamos a falar em luz estroboscópica, porém desta vez com lâmpada fluorescente, numa versão bastante simples de fácil execução.

Observamos também que, alguns componentes utilizados na versão com lâmpada incandescente como o SCR, diodos, podem ser aproveitados nesta montagem, o que sem dúvida significará uma economia para os leitores que tiverem oportunidade de montar aquele circuito (figura 1)

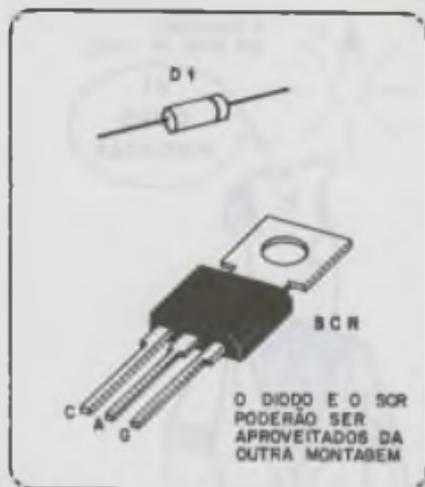


figura 1

Com relação aos efeitos obtidos por este circuito, informamos que esta luz estroboscópica apresenta características bem mais flexíveis que a versão anterior com lâmpada incandescente. De fato, conforme havíamos dito naquela ocasião, uma das desvantagens da utilização de uma lâmpada incandescente reside na inércia apresentada pelo filamento em relação à emissão de luz. Como demora algum tempo até o filamento se aquecer a ponto de funcionamento, e esfriar em cada pulso de corrente, a frequência de uma luz estroboscópica com lâmpada incandescente está limitada a um máximo de 2 a 3 piscadas por segundo. Ainda que essa frequência seja suficientemente alta para produzir os efeitos interessantes da iluminação estroboscópica, ela não corresponde ao ideal, frequência um pouco mais elevada.

A lâmpada fluorescente, por sua vez, apresenta uma inércia muito menor que a lâmpada incandescente, pois a emissão de luz neste não ocorre por aquecimento mas sim por ionização. Assim, com esta configuração com facilidade podemos conseguir frequências de 6 a 10 piscadas por segundo, perto do limite de persistência retiniana, que nos levam aos efeitos desejados (figura 2).

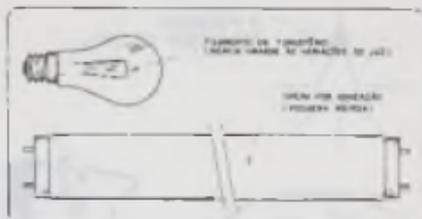


figura 2

O circuito também tem a característica de fornecer uma potência luminosa considerável, podendo excitar com facilidade lâmpadas fluorescente de 15 a 40 watts, com a emissão de pulsos luminosos que iluminam com relativa facilidade um ambiente de dimensões razoáveis.

É claro que a maneira de utilizar o aparelho dependerá de cada montador. Com relação à montagem, descrevemos de modo mais pormenorizado possível de modo a facilitar inclusive os que nenhuma prática tenham com esse tipo de trabalho. Basta seguir as instruções e até mesmo os que nunca nada montaram de eletrônico poderão ter êxito.

O que é uma luz estroboscópica

Se bem que já tenhamos explicado o princípio de funcionamento de uma luz estroboscópica, ao darmos a versão anterior, voltamos de modo resumido a falar desse assunto, em vista da possibilidade de muitos de nossos leitores não possuírem os números anteriores da revista.

A iluminação estroboscópica está baseada no fenômeno conhecido como persistência retiniana. Esse fenômeno consiste no fato de que não podemos distinguir duas piscadas sucessivas de uma lâmpada ou dos fenômenos ópticos que estejam separados por um intervalo de tempo menor que 1 décimo de segundo. Assim, se uma lâmpada piscar duas vezes, sucessivamente no espaço menor que 1 décimo de segundo, só conseguiremos ver uma única piscada um pouco mais prolongada, enquanto que, se ela piscar deixando intervalo maior que 1 décimo de segundo entre as duas pulsações conseguiremos distinguir as duas piscadas separadamente (figura 3)



Figura 3

Esse fenômeno é aproveitado tanto na televisão como no cinema em que os quadros se sucedem numa frequência maior que 10 por segundo de modo a termos a impressão da continuidade de movimento.

Se iluminarmos um objeto ou corpo que se move, com uma luz que pisque numa

frequência menor que 10 por segundo, a nossa vista perceberá a descontinuidade de iluminação e o movimento será visto descontinuamente, ou seja, com uma sucessão de pulinhos (figura 4)

A luz estroboscópica, piscando nesse frequência inferior a 10 piscadas por segundo tem justamente por finalidade iluminar as pessoas num baile de modo que, ao dançar tenha-se a sensação de descontinuidade de movimento o que, para os observadores consiste num efeito bastante interessante.

Como funciona

No nosso circuito, para fazer a lâmpada fluorescente piscar na frequência que desejamos, devemos aplicar-lhe em intervalos regulares pulsos de alta tensão que disparem. Normalmente, a tensão direta da rede é insuficiente para provocar o seu disparo, o que nos leva à necessidade de usar um transformador.

Para produzir os pulsos que disparam a lâmpada através do transformador, utilizamos um circuito oscilador de relaxão com SCR.



Figura 4

Temos a observar aos nossos leitores as duas soluções incomuns dadas a esta configuração de modo a obter sua máxima simplificação e o mínimo de custo.

A primeira solução consiste no emprego de um transformador de tipo absolutamente comum em lugar dos "transformadores de pulsos" com núcleos especiais de difícil obtenção em nosso mercado que são usados normalmente neste tipo de circuito. É claro que o rendimento do circuito será menor mas mesmo assim os efeitos obtidos nada deixarão a desejar em relação aos circuitos comerciais (figura 5).

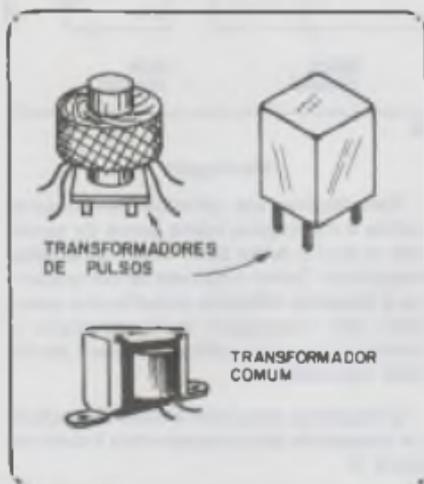


figura 5

A segunda solução consiste no uso de um SCR num circuito oscilador de relaxação pouco comum.

O SCR pode ser tanto disparado pela sua comporta (gate), conforme método conhecido de nossos leitores como também por uma tensão entre seu anodo e catodo quando a comporta se encontra polarizada. De fato, o SCR pode ser comparado a uma chave regenerativa de dois transistores a qual dispara uma tensão tanto menor quanto maior for a polarização de comporta (figura 6).

Assim, polarizando a comporta do SCR convenientemente, podemos fazê-lo disparar quando a tensão entre seu anodo e

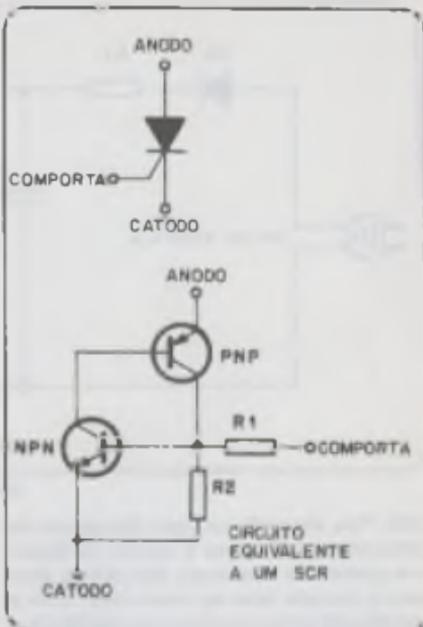


figura 6

catodo atingir determinado valor. No nosso circuito, essa propriedade permite a obtenção de pulsos do seguinte modo:

A corrente retificada pelo diodo D1 carrega o capacitor C1 através do resistor R1 (figura 7) de modo que a tensão entre as armaduras do capacitor se eleva gradativamente. Estando o SCR ligado em paralelo com o capacitor chegará um instante em que a tensão de disparo é atingida quando então o SCR conduz intensamente. Ocorre então a descarga do capacitor através do SCR e do enrolamento de baixa tensão do transformador. O pulso de descarga induz então no secundário do transformador uma alta tensão que dispara a lâmpada fluorescente.

Após a descarga o SCR volta a sua situação de não condução e um novo ciclo se inicia.

A frequência das pulsações depende de três fatores que podem servir de base para o leitor introduzir modificações no circuito original:

a) Podemos controlar a frequência modificando a polarização de comporta do

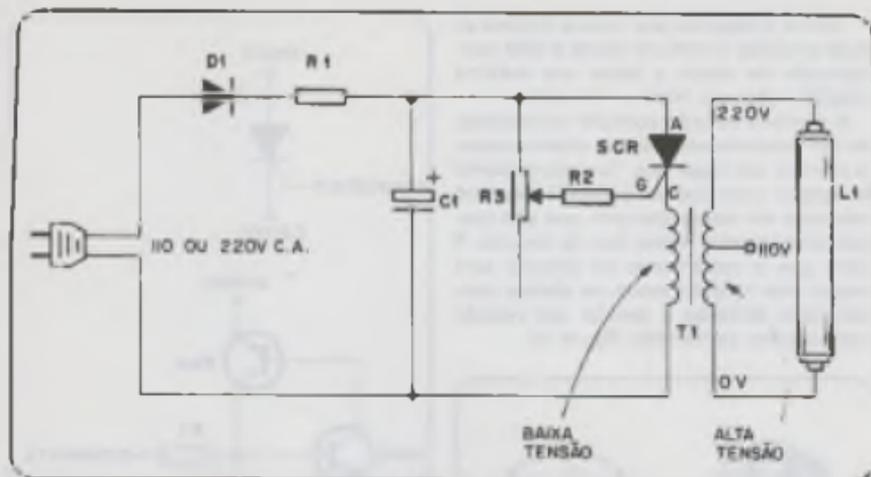


figura 8

Montagem

SCR. Pela alteração do valor do resistor de comporta modificamos a tensão de disparo e portanto a frequência dos pulsos. Este será o controle feito no nosso caso, com a escolha de componentes que permitem a obtenção de frequência entre 1 a 10 pulsos por segundo.

Observamos que o resistor de comporta não deve ser reduzido para valor inferior a 500 $k\Omega$.

b) O outro método consiste na alteração da constante de tempo do circuito de carga do capacitor, o que pode ser feito modificando-se o valor de R1. Esse método permite em controle de frequência numa gama muito mais ampla, mas com o resistor de alta potência, a colocação de um potenciômetro exige que este seja de grande dissipação (pelo menos 10 watts). Pode-se usar um resistor de 2,7 $k\Omega \times 10 W$ em série com um potenciômetro de 10 $k\Omega \times 10 W$.

c) Podemos alterar a frequência também pela modificação do valor do capacitor eletrolítico. Se este for diminuído a frequência aumenta, mas devemos observar que a intensidade do pulso também está condicionada a este componente. Seu valor não deve ser inferior a 4 μF nem superior a 12 μF .

Para facilitar aos principiantes, descrevemos a montagem numa ponte de terminais à qual o leitor pode alojar uma caixa apropriada. Como o número de componentes é bastante reduzido, acreditamos que o leitor não conseguirá melhorar muito a montagem, mesmo utilizando placa de circuito impresso.

O diagrama completo é dado na figura 8 e a disposição dos componentes é dado na figura 9.

Na montagem, observe cuidadosamente a posição do SCR, do diodo semicondutor D1, e do capacitor eletrolítico. A inversão de qualquer desses componentes terá sérias consequências para o projeto. Use um soldador de pequena potência para esta montagem (máximo de 30 watts).

O transformador usado é do tipo empregado em fontes de alimentação, com um primário para 110 e 220 volts e um secundário de baixa tensão (4,5, 6, 9 ou 12 volts) cuja corrente pode estar entre 250 e 600 mA. Como esse componente não é crítico o leitor poderá fazer experiências com os transformadores de que dispuser.

Observe a posição de ligação do transformador que é feita de modo que o enro-

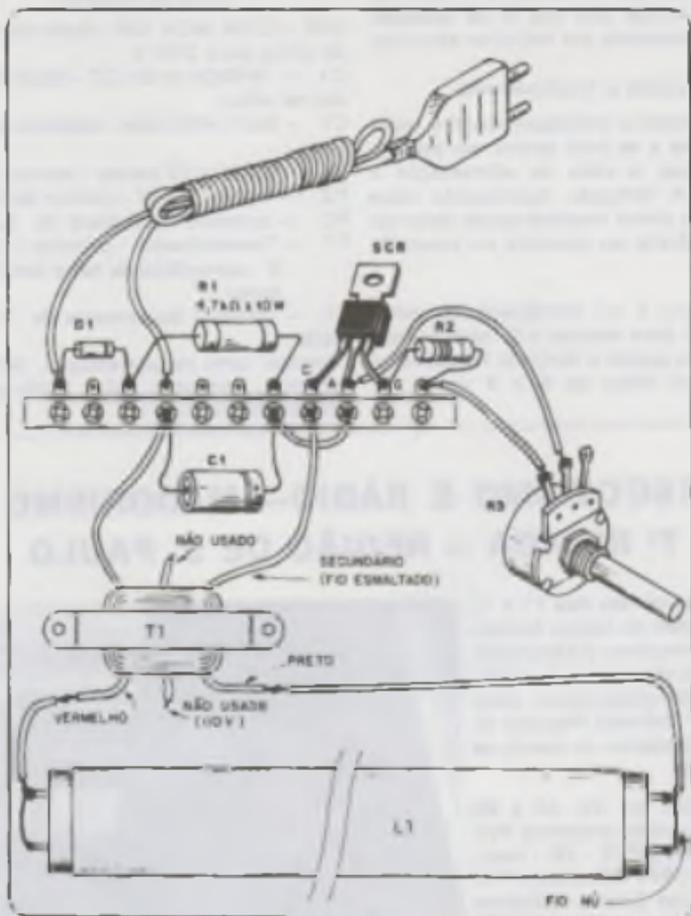


figura 9

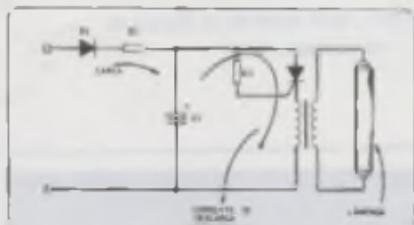


figura 7

limento de alta tensão seja conectado à lâmpada fluorescente e o de baixa ao SCR.

Outra observação importante refere-se ao comprimento do cabo de ligação à lâmpada fluorescente que não deve ter mais de quatro metros e deve ser bem isolado, pois sendo os pulsos de tensão elevada, podem causar choques desagradáveis em quem os tocar.

Também informamos que a lâmpada fluorescente para esta montagem de preferência deve ser de tipo não muito comprido, e inclusive podem ser usadas lâmpadas que normalmente são consideradas "gestas".

O resistor de 10 watts (R1) deve ser montado longe dos fios e de qualquer outro componente por trabalhar aquecido.

Ajustes e funcionamento

Completada a montagem, confira todas as ligações e se tudo estiver em perfeita ordem ligue o cabo de alimentação à tomada. A lâmpada fluorescente deve começar a piscar imediatamente, devendo sua frequência ser ajustada no potenciômetro.

Utilizando a luz estroboscópica numa festa você deve desligar a il/ minação normal e deve ajustar a lâmpada fluorescente para piscar cerca de 6 a 8 vezes por segundo.

Lista de Material:

- SCR — C106, MCR 106 - diodo controlado de silício para 200 V
 - D1 — 1N4004 ou BY127 - diodo retificador de silício
 - C1 — $8\mu F \times 450$ volts - capacitor eletrolítico
 - R1 — $4,7 k\Omega \times 10$ watts - resistor de fio
 - R2 — $1 M\Omega \times 1/4 W$ - resistor de carvão
 - R3 — potenciômetro linear de 2,2 M Ω
 - T1 — Transformador - primário 110/ 220 V - secundário de baixa tensão (ver texto)
 - L1 — lâmpada fluorescente de 15 a 40 watts
- Diversos: cabo de alimentação, ponte de terminais, parafusos, caixa, botão para o potenciômetro, fios, etc.

ESCOTISMO E RÁDIO-AMADORISMO 7º INDABA — REGIÃO DE S. PAULO

Realizou-se nos dias 11 e 12 de setembro no Centro Municipal de Campismo (CEMUCAN), mais uma demonstração pública de rádio-amadorismo, desta vez no 7º INDABA (Reunião de Chefes Escoteiros) do estado de São Paulo.

Operando em 20, 40 e 80 metros, os rádio-amadores PY2 - FCH - Maia, PY2 - VO - Getúlio, PY2 - DMN - Natalício e PY2 WTB - José Carlos, realizaram cerca de 200 contatos, com distribuição de certificado alusivo.

A demonstração foi apreciada pelas 55 delegações presentes, num total de 265 pessoas.



PY2 FCH — Maia, operando na "barraca de comunicações".

ERRATA

Rádio Controle (Revista 60 - pág. 60)
Na lista de Material foi omitido o Valor de R1: R1 = $22 k\Omega \times 1/4 W$ (vermelho, vermelho, laranja)

Não Grite! Use um Megafone — (Revista 61 - pág. 8) — Foi omitido o valor de R6 na lista de material. R6 = $22 k\Omega \times 1/4 W$ (vermelho, vermelho, preto)

GER-SOM

ÚNICA CASA ESPECIALIZADA EM ALTO-FALANTES

Agora com mais uma loja dentro do Mercado Eletrônico de São Paulo.
— Rua Santa Ifigênia, 186 —



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

Atendemos pelo
Reembolso Postal e
Reembolso Varig.

GER-SOM I — Rua Santa Ifigênia, 822 - fone 220-2562 - 220-8490.
GER-SOM II — Rua Santa Ifigênia, 186 - CEP 01207.

Faça você mesmo os seus CIRCUITOS IMPRESSOS

MALIKIT

Um completo laboratório
(Da furadeira elétrica de 1/2" a 3/8"
a placa virgem)

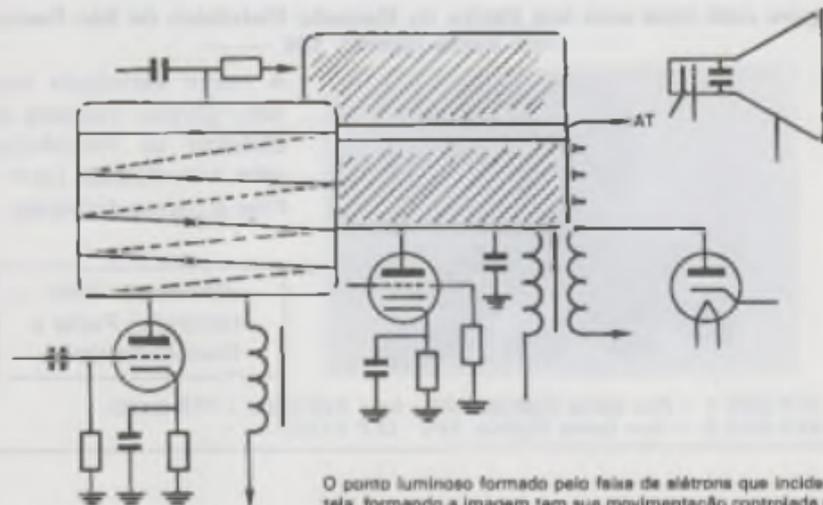
Cr\$ 430,00

(sem mais despesas)



Pedidos pelo Reembolso Postal à
SABER PUBLICIDADE E PRO-
MOÇÕES LTDA - Caixa Postal
50450 - S. Paulo - SP

COMO FUNCIONA A SAÍDA HORIZONTAL



O ponto luminoso formado pelo feixe de elétrons que incide na tela, formando a imagem tem sua movimentação controlada por uma das etapas mais importantes do aparelho de TV: a saída horizontal. Como funciona este circuito, deve ser portanto de conhecimento de todo o técnico que deseja estar em condições de reparar qualquer aparelho de TV.

Nos aparelhos de TV necessita-se de uma etapa amplificadora de saída no canal de varredura horizontal porque a amplitude do sinal dente de serra produzido pelo oscilador horizontal não é suficiente para produzir uma corrente que consiga, ao circular pelas bobinas defletoras, desviar da maneira desejada o feixe de elétrons que incide na tela. (figura 1)

Assim, na saída do oscilador horizontal temos uma etapa amplificadora de potência, cuja finalidade é produzir a necessária

deflexão do feixe de elétrons no sentido horizontal de modo que estes possam varrer a tela, dando origem à imagem. Neste artigo focalizaremos o funcionamento típico de uma etapa deste tipo.

Para facilitar os leitores podemos fazer uma analogia entre esta etapa de saída horizontal e a etapa amplificadora de potência de um amplificador de áudio ou mesmo rádio. Do mesmo modo que a etapa amplificadora de áudio deve fornecer uma tensão suficiente para que a corrente consequente pela bobina móvel de um alto-falante possa produzir som em volume suficiente, neste caso, a etapa amplificadora horizontal deve produzir uma tensão suficiente para que a corrente circulante pelas bobinas defletoras desloque o feixe de elétrons de modo a se ter a varredura completa da tela. (figura 2)

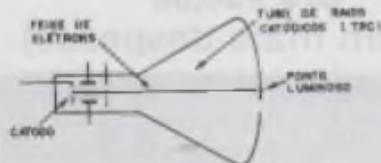


figura 1

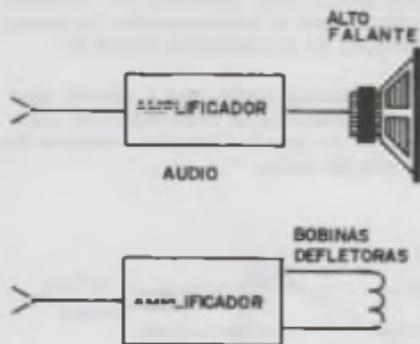


figura 2

É claro que, ao lado das semelhanças existem as diferenças. Assim, no caso do transformador de saída horizontal, devemos diferenciá-lo de modo bastante acentuado do transformador de saída de áudio comum.

O transformador de saída horizontal além de casar a impedância de saída da válvula (ou transistor) com a impedância das bobinas defletoras de modo a haver o máximo de transferência de energia, exerce outras funções importantes.

A válvula ou transistor, para cumprir suas funções deve fornecer uma forma de onda absolutamente correta para as bobinas que, conforme sabemos deve ser do tipo dente de serra. Somente com esta forma de onda se obtém uma varredura perfeitamente linear.

É claro que aqui temos alguns problemas a analisar:

Se aplicarmos uma tensão cuja forma de onda seja dente de serra a um circuito resistivo, ou seja, que se comporte como uma resistência pura, a forma de onda de corrente circulante também será dente de serra. Isso não acontece entretanto quando aplicamos uma tensão dente de serra a um circuito indutivo como por exemplo o formado pelas bobinas defletoras. Neste caso, temos um efeito retardador da autoindução que terá como consequência um atraso da corrente em relação à tensão, de modo que sua forma de onda não

será mais dente de serra mas sim algo modificada (achatada, arredondada nas cristas) o que terá efeitos danosos a linearidade da imagem. (figura 3)

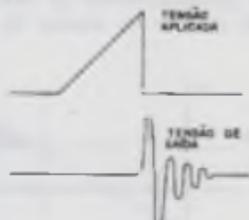


figura 3

Podemos demonstrar que para neutralizar este efeito da indutância a forma de onda da tensão deve ser trapezoidal, ou seja, a resultante da ação conjunta de uma onda retangular com uma onda dente de serra.

Nessas condições, a parte inicial vertical significará um aumento da amplitude da tensão no início com o que se neutralizará o efeito indutivo.

É evidente que, se desejarmos manter a forma de onda da tensão aplicada ao circuito de entrada da válvula ou transistor amplificador, é necessário que ela opere estritamente em classe A, ou seja, opere sobre a parte reta de sua característica de transferência.

Entretanto, a maior parte dos circuitos comerciais, com a finalidade de obter maior rendimento, modificam o ponto de operação das válvulas ou transistores, fazendo-os operar em classe B ou C, o que resulta numa verdadeira ação retificadora, caso em que, no circuito de placa (ou coletor) somente aparecerá a parte positiva dos pulsos de excitação em dente de serra. Nestas condições, desaparecerá a forma de onda trapezoidal.

Esse fato poderia à primeira vista parecer inconveniente mas nem tanto já que, mesmo com a aplicação de pulsos em dente de serra sem modificar, o mesmo efeito retificador do funcionamento em classe B ou C dará origem a uma onda trapezoidal no circuito de placa ou coletor.

A polarização necessária para que a válvula ou transistor opere em classe B ou C é fornecida pelo mesmo sinal excitador proveniente do oscilador horizontal que durante os pulsos positivos produzirá a carga do capacitor de acoplamento. Esse capacitor, posteriormente se descarrega através do resistor de escape da grade,

produzindo uma diferença de potencial própria para o funcionamento no ponto desejado da característica (figura 4).

Concluímos então que a válvula deve ser polarizada de tal modo que torne a grade com um potencial um pouco adiante da tensão de corte.

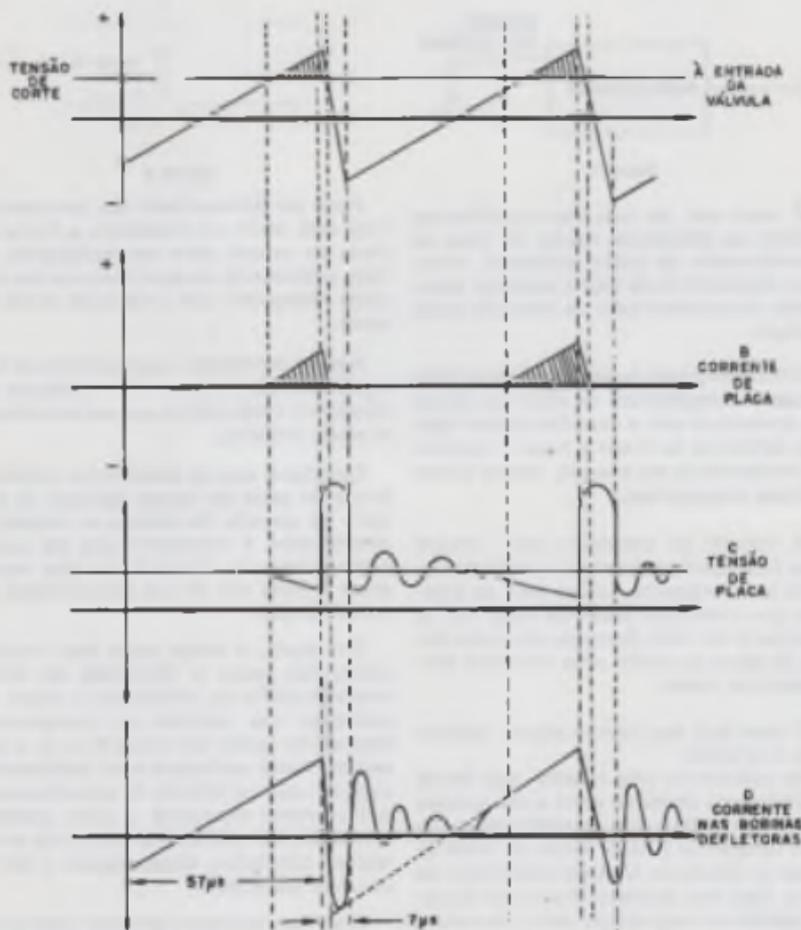


figura 4

Somente os picos positivos do sinal excitador poderão fazer circular corrente pelo circuito de placa. Em consequência a válvula ficará bloqueada durante uns 70%

do ciclo de oscilação. Quando a tensão do sinal excitador na grade superar o valor da tensão de polarização no corte, começará a circular corrente no circuito de placa de

válvula, permanecendo até que a tensão aplicada à grade alcance o valor de pico. (ponto B da figura 4). Este processo é responsável pelo deslocamento do feixe de elétrons desde o centro da tela até a direita.

Chegado ao valor de pico da excitação, a tensão cairá bruscamente produzindo-se o corte da corrente de placa ao chegar no ponto C (figura 4). O desaparecimento súbito do campo magnético no enrolamento de placa dará origem ao aparecimento de uma f.e.m. que fará todo o sistema entrar em oscilação pela ação combinada das capacitâncias distribuídas.

É aproveitada essa oscilação para gerar nas bobinas de deflexão horizontal uma corrente em sentido tal que fará o retorno do feixe eletrônico ao centro da tela.

Enquanto isso, a tensão de excitação terá abaixado o valor de pico ao ponto D (figura 4), o que coincidirá com a chegada

do feixe eletrônico a margem esquerda da tela. Nesse preciso instante terminará o primeiro semiciclo da oscilação, a qual será amortecida por método especial, ou seja, fornecendo às bobinas de deflexão uma corrente de sentido tal que levará o feixe de elétrons de volta ao centro da tela.

Havíamos dito anteriormente que o próprio funcionamento em classe B ou C dá origem a formação de uma forma de onda trapezoidal no enrolamento de placa ou coletor, e consequentemente nas bobinas defletoras. Como ocorre esse processo pode ser visto na parte C da figura em que se demonstra o efeito trapezoidal que se obtém pela ação de um grande pulso de tensão, produto da força contra eletromotriz que aparece neste instante no colapso do campo. Esta tensão é proporcional à variação da corrente e evidentemente da indutância do enrolamento. Visto que esta variação é extremamente rápida, a f.e.m. induzida alcança varlos milhares de volts. (fig. 5)

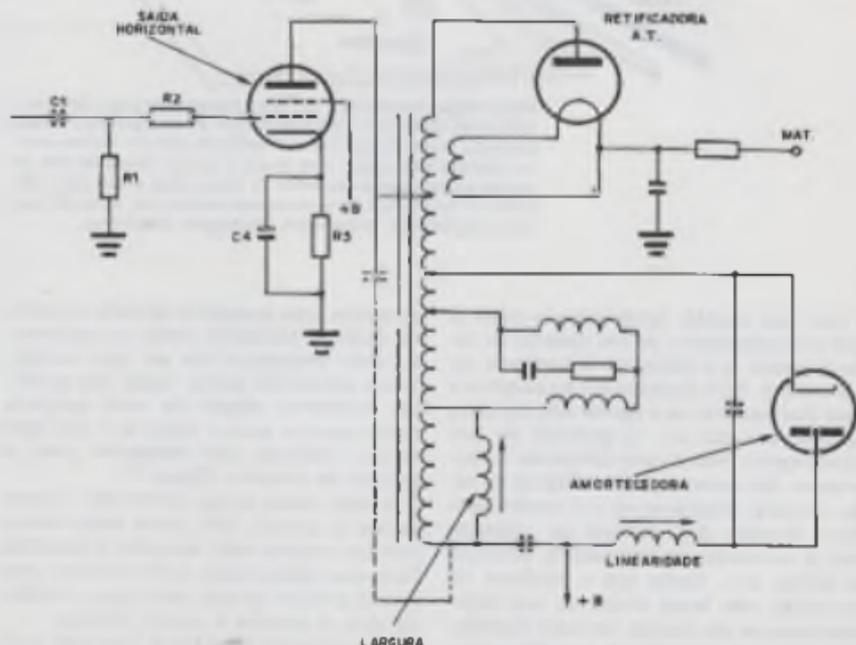
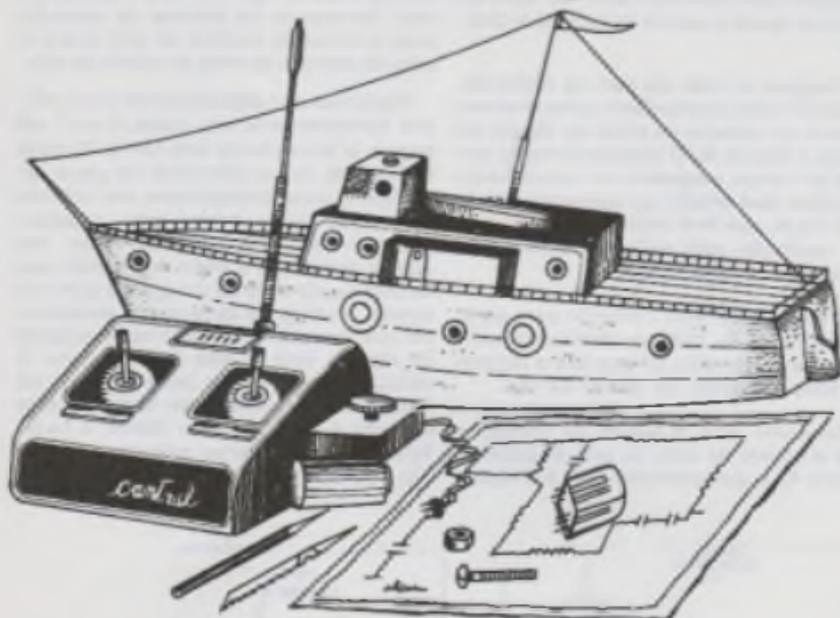


figura 5

RÁDIO CONTROLE X



Neste artigo, focalizamos um novo transmissor para rádio-controle, mais eficiente e mais potente que o nosso primeira versão, podendo, mediante poucas alterações no circuito fundamental, ser alterado para operar com diversos canais. Como sempre, os componentes usados são todos de baixo custo e fácil obtenção, podendo ser obtidos bons resultados mesmo por parte dos que pouca experiência tenham em montagens eletrônicas.

Um dos pontos fundamentais para o bom funcionamento de um sistema de rádio-controle, é o referente à potência do transmissor. Se o transmissor for potente é mais fácil realizar-se o ajuste dos circuitos receptores e tem-se a garantia de seu acionamento mesmo em distâncias consideráveis. No nosso primeiro sistema de rádio-controle, descrevemos um transmissor muito simples que poderia ser utilizado para o comando de brinquedos, abertura de portas, etc., desde que a distância de separação não fosse maior do que algumas dezenas de metros. Naquela ocasião, tínhamos um circuito em que um multivibrador gerava um sinal de áudio, o qual

modulava uma portadora de rádio frequência. Como o transistor usado no oscilador de rádio frequência era do tipo normalmente conhecido como "para uso geral", não podíamos dispor de uma potência muito elevada para o sistema o que sem dúvida, implicou em limitações para o alcance do sistema. (figura 1).

A partir deste artigo, entretanto, começamos a evoluir. Um novo transmissor, para um projeto mais completo é descrito. Com esse transmissor, pode-se obter uma potência maior, e com isso, maior eficiência para o sistema e maior alcance.

A montagem também é bastante simples, já que nem sempre maior desempe-

TRANSISTOR
NPN PARA
USO GERAL



SINAL
IRRADIADO
(MAX. 50mW)

figura 1

nho significa necessariamente maior complexidade, e para facilitar, como a frequência de operação desse sistema é a mesma do sistema de um canal que descrevemos nos artigos anteriores desta série, pode ser usado o mesmo receptor, os mesmos atuadores e o mesmo servo.

MATERIAL PARA A MONTAGEM

As ferramentas necessárias para a construção de um transmissor de rádio controle como o que descrevemos, são as mesmas que normalmente são encontradas em qualquer oficina de rádio.

Tudo que o leitor basicamente necessitará para a montagem do circuito eletrônico, será de um ferro de soldar de pequena potência (30 watts, no máximo), um jogo de chaves de fenda, um alicate de ponta fina e um alicate de corte.

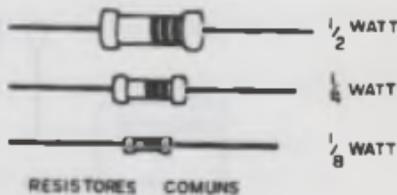
Os componentes usados são os mesmos que normalmente aparecem nos circuitos eletrônicos de rádios, televisores e amplificadores, podendo por esse motivo, serem encontrados em qualquer casa de componentes.

Como esta montagem destina-se especificamente ao leitor não habituado com esse tipo de trabalho, aproveitamos essa oportunidade para fazer algumas observações sobre as especificações dos componentes que eventualmente podem causar confusões na hora da aquisição.

Os resistores por exemplo, são componentes em que se admite uma tolerância de até 20% na sua resistência. Assim, na sua compra, eventualmente em lugar de

um resistor de 43 ohms pode ser usado um de 39 porque a diferença de 4 ohms representa menos do que os 20% permitidos!

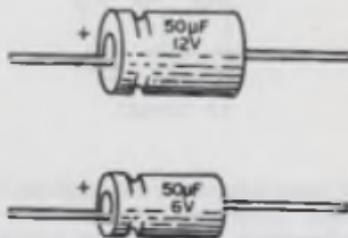
Do mesmo modo, os resistores, são fabricados de diversos tamanhos que correspondem a sua capacidade de dissipar calor. Nestes casos, a não ser que seja exigida uma determinada "wattagem", o leitor, na falta da "wattagem" pedida, pode usar um resistor de mesmo valor, porém de maior "wattagem", pois os resultados serão os mesmos. Em suma, o que importa, é a resistência. Em lugar de um resistor de 22 ohms X 1/4 W, o leitor pode perfeitamente usar um de 22 ohms X 1/2 W ou 22 ohms X 1 watt. A diferença entre esses resistores estará apenas no seu tamanho. (figura 2).



RESISTORES COMUNS
figura 2

Com relação aos capacitores, aplica-se raciocínio semelhante na hora da compra. O importante é a capacitância dada em microFarads (μF), picoFarads (pF) ou nanoFarads (nF), admitindo-se também uma variação de 20% e em alguns casos de até mais.

No caso específico dos capacitores eletrolíticos, deve-se observar a tensão (volts) pedidos numa lista de material. Pode-se



CAPACITORES ELETROLITICOS
COMUNS

figura 3

usar um capacitor de mesmo valor desde que sua tensão seja igual ou maior do que a pedida na lista. Por exemplo, podemos usar um capacitor de 50 μF x 12 V em lugar de um capacitor de 50 μF x 6 V, mas não podemos fazer o contrário, pois uma tensão de 12 V não será suportada pelos de 6 V. (figura 3). Neste caso, também, a diferença obtida se refere apenas ao tamanho do componente porque, para uma dada capacitância, tanto maior será o componente, quanto maior for sua tensão.

¶ Nesse circuito.

Existem dois tipos de transmissores fundamentais para rádio-controle: um que gera um sinal de alta-frequência pura o qual atua diretamente sobre o circuito receptor, sendo usado normalmente nos controles de um único canal. (figura 4).



figura 4

O outro, gera um sinal de frequência elevada o qual é modulado de diversas maneiras de modo que o circuito receptor percebendo (decodificando) o tipo de modulação pode atuar de diversas maneiras sobre os servos, sendo usado nos sistemas de controle remoto de diversos canais. Esse sistema, evidentemente, também pode ser usado nos sistemas de um canal, como o demonstramos em nosso primeiro projeto. (figura 5).

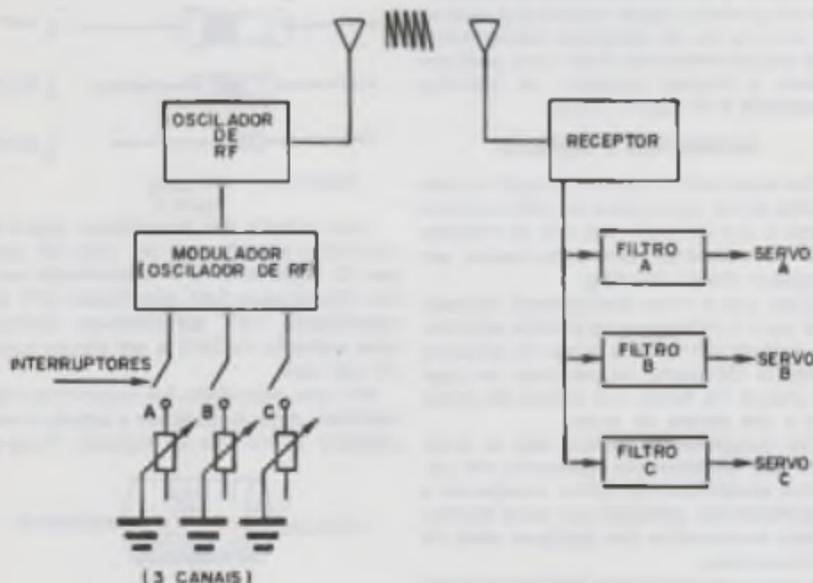


figura 5

O nosso transmissor é do segundo tipo, ou seja, possui uma etapa osciladora de alta-frequência, a qual produz o sinal de rádio, e uma etapa de baixa frequência a qual produz a denominada modulação.

A etapa osciladora de alta frequência de nosso transmissor consta de um único transistor, capaz de fornecer uma potência

de 100 mW a partir de uma tensão de alimentação de 12 volts, e pouco menos a partir de uma tensão de 9 volts. O leitor poderá optar por qualquer uma das duas tensões de alimentação que o circuito funcionará satisfatoriamente. (figura 6).

O circuito oscilador empregado neste caso é do tipo normalmente encontrado

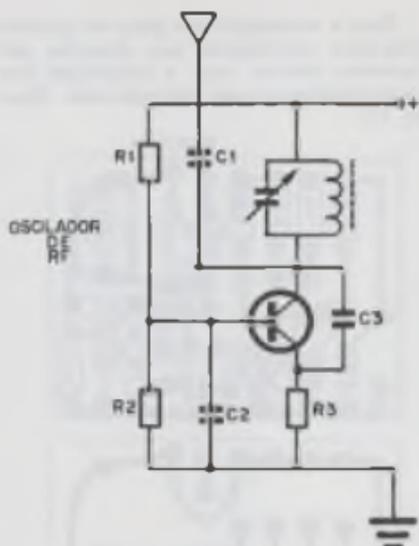


figura 6

em receptores de FM podendo operar em frequências de até mais 100 MHz, conforme o transistor usado. No nosso caso, como a frequência de transição do transistor está em torno de 200 MHz, o circuito poderá com facilidade atingir até mesmo faixa de FM e VHF.

O ponto fundamental deste circuito é a sua bobina osciladora que deve ser calculada para fazer o circuito operar na frequência desejada, em torno de 27 MHz. Essa bobina consta de 9 à 12 espiras de fio comum rígido de capa plástica ou fio esmaltado 22 ou 24 enroladas de modo a ter-se um comprimento da ordem de 2 cm e um diâmetro de 1 cm. (figura 7).

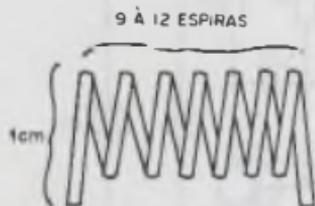


figura 7

Admite-se uma certa variação no número de espiras e até mesmo no diâmetro e comprimento dessa bobina, pois a frequência de operação do circuito será defi-

nitivamente ajustada no capacitor ajustável especialmente colocado em paralelo com ela para essa finalidade. Com esse capacitor pode-se compensar as diferenças de características obtidas em função de cada construtor.

A etapa moduladora consiste num multivibrador estável, que, com dois transistor produz um sinal de baixa frequência cuja forma de onda aproximadamente retangular é aplicada à etapa osciladora de alta frequência (figura 8).

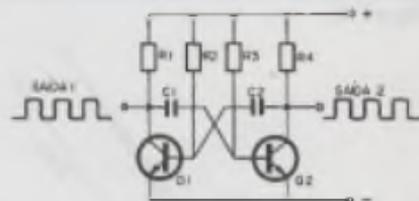


figura 8

A frequência do sinal modulador depende dos valores dos capacitores e dos resistores que são ligados às bases dos transistores. Aumentando-se os valores dos capacitores o sinal modulador tem sua frequência reduzida. Do mesmo modo, aumentando-se a resistência de polarização de base dos transistores, a frequência da modulação se reduz. Nos sistemas de diversos canais podem ser utilizados chaves que permitem a ligação de capacitores de diferentes valores ou de resistências de diferentes valores para produzir um sinal de cada frequência, conforme o canal que seja acionado. Quando descrevermos nosso sistema de mais de um canal explicaremos como isso pode ser feito.

Os transistores usados na etapa moduladora são do mesmo tipo do que o usado na etapa osciladora de alta frequência. Estes transistores são de baixo custo, podendo ser encontrados com facilidade.

O sinal de alta frequência deste transmissor é irradiado por uma antena telescópica de aproximadamente 80 cm de comprimento, a qual deve ser bem isolada, e durante o funcionamento não se deve aproximar a mão dela, para que não sejam provocadas variações de frequência no circuito oscilador.

O consumo de corrente deste transmissor com uma tensão de alimentação de 12 volts é da ordem de 45 mA.

MONTAGEM

Temos duas possibilidades para a montagem deste transmissor: em ponte de terminais numa versão mais econômica e mais simples, indicada para os principiantes que não tenham experiência em miniaturização, e uma versão em placa de circuito impresso que além de oferecer maior segurança para o funcionamento ocupe um espaço muito menor, permitindo que o transmissor seja alojado numa caixa menor, do que no caso da primeira versão (figura 9).

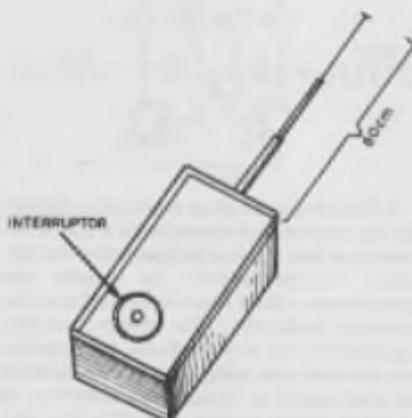


figura 9

Para a montagem em placa de circuito impresso forneçamos seu desenho em tamanho natural, com a disposição dos componentes e o seu lado cobreado. (figura 10).

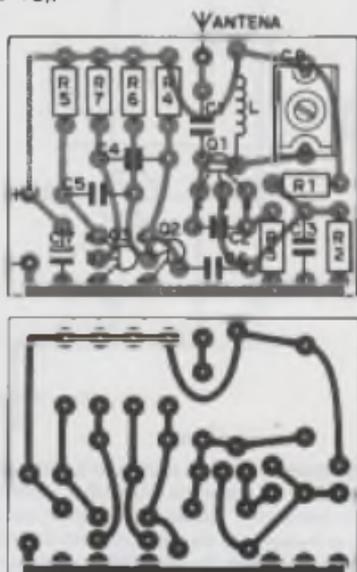


figura 10

O diagrama completo do transmissor é dado na figura 11.

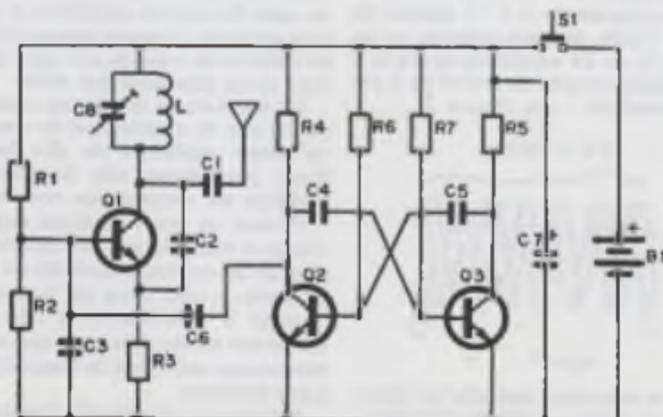


figura 11

Para a montagem em ponte de terminais, a disposição dos componentes é mostrada na figura 12.

Para a segunda versão, em ponte de terminais, proceda do seguinte modo: Comece pela bobina osciladora, enro-

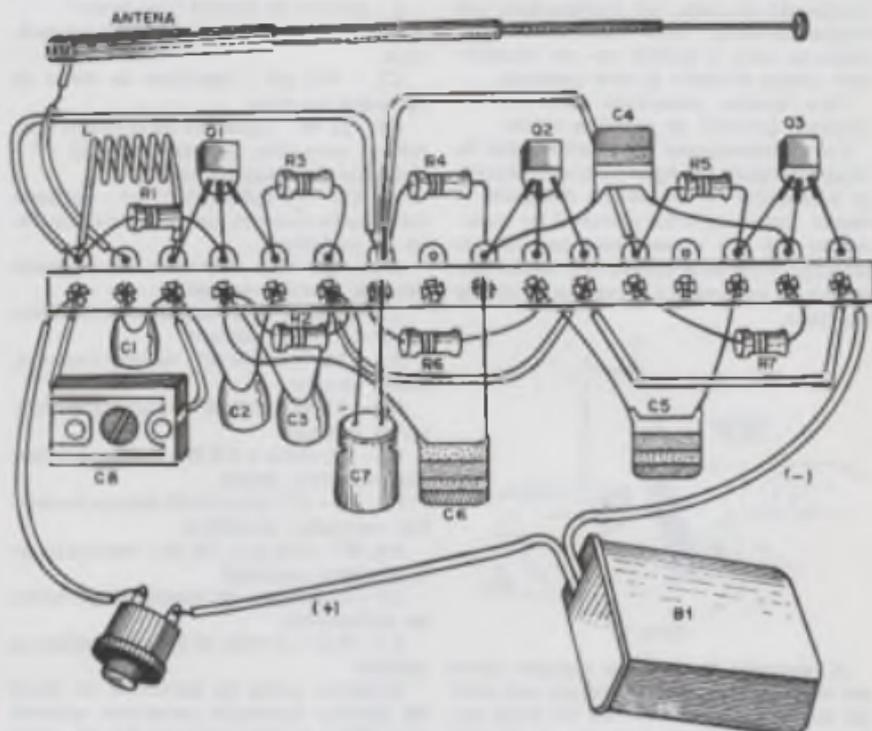


Figura 12

lando-a num lápis por exemplo e depois de raspar os seus terminais, solde-os nos terminais correspondentes da ponte. A seguir, solde o capacitor ajustável (trimmer) em paralelo com essa bobina.

A próxima etapa consistirá na soldagem dos transistores, observando-se no caso desses componentes sua posição. O lado achatado deve ficar voltado para cima.

A seguir, solde os resistores observando cuidadosamente seus valores dados pelos anéis coloridos pintados em seu corpo. Confira com a lista de material.

O mesmo procedimento se aplica em relação aos capacitores de políester metalizado que podem ser soldados a seguir. Para o caso do capacitor eletrolítico sua posição também deve ser observada.

Complete a montagem do circuito na ponte com as interligações entre os componentes feitas com pedaços de fio rígido cortado e dobrados em tamanho apropriados.

Terminada a montagem do circuito da ponte, proceda a sua instalação na caixa que alojará o transmissor. Nesta caixa o leitor já deverá ter instalado previamente o suporte das pilhas, o interruptor de encionamento do controle e a antena.

Com a instalação da ponte podem ser realizadas as conexões que completam o circuito. Tome cuidado para que não haja nenhum curto-circuito, ou seja terminal de componente encostando onde não deve, ou ainda ligações frouxas.

AJUSTES E PROVA

Os ajustes do transmissor serão facilitados se o leitor possuir um instrumental apropriado, ou seja, um osciloscópio, um frequencímetro, etc. Evidentemente, somente com o auxílio de um receptor esse ajuste também já será possível.

Para ajustar possuindo somente um receptor, proceda do seguinte modo:

Com o transmissor nas proximidades do receptor (figura 13) ligue ambos, e sintonize o receptor na frequência desejada. A seguir, gire o capacitor ajustável do transmissor até que o sinal seja captado no receptor. Para esta operação o botão que aciona o transmissor deve ser mantido apertado.

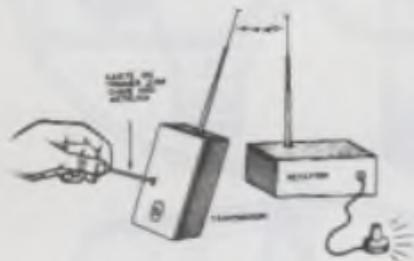


figura 13

A captação do sinal no receptor pode ser verificada de duas maneiras: por meio do acionamento de seu relê ou ainda por meio da audição do som do modulador (um apito contínuo) se este tiver tomada para a ligação do fone.

LISTA DE MATERIAL

- Q1, Q2, Q3 - BC238, BC548, ou equivalentes (transistores NPN para uso geral).
 - L - bobina de antena (ver texto)
 - C1 - 10pF - capacitor de disco de cerâmica
 - C2 - 100 pF - capacitor de disco de cerâmica ou mica
 - C3 - 22 nF - capacitor de políester (vermelho, vermelho, laranja) ou 0,02 μ F - capacitor de disco de cerâmica.
 - C4, C5 - 10 kF ou 0,01 μ F - políester metalizado (marrom, preto, laranja) ou disco de cerâmica.
 - C6 - 33 nF - capacitor de políester (laranja, laranja, laranja)
 - C7 - 50 μ F x 12 V - capacitor eletrolítico
 - C8 - trimmer comum
 - R1 - 10 k Ω - 1/4 W - resistor (marrom, preto, laranja)
 - R2 - 15 k Ω - 1/4 W - resistor (marrom, verde, laranja)
 - R3 - 22 ohms x 1/4 W - resistor (vermelho, vermelho, preto)
 - R4, R5 - 2,2 k Ω x 1/4 W resistor (vermelho, vermelho, vermelho)
 - R6, R7 - 100 k Ω - 1/4 W - resistor (marrom, preto, amarelo)
 - S1 - interruptor de pressão (tipo botão de campainha)
 - B1 - 9 ou 12 Volts (8 pilhas, 8 pilhas ou bateria)
- Diversos: ponte de terminais, ou placa de circuito impresso; parafusos, suporte para pilhas ou conector para bateria, antena telescópica, fios, solda, caixa para alojar o conjunto, etc.

NÚMEROS ATRASADOS

no Rio de Janeiro

(a partir do nº 46)

Fittipaldi Jornais e Revistas Ltda

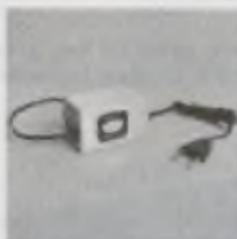
Rua São José, 35 - Lojas 126, 127 e 128

Centro

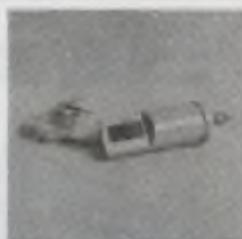
VOCÊ QUE JÁ COMPROU O SEU MALIKIT FAÇA AGORA A REPOSIÇÃO



- 1 Caneta p/circuito Impresso
1 Carga para a Caneta
2 Brocas p/Furadeira
1 Frasco de Pratex
1 Frasco de Pencloro
3 Placas Circuito Impresso
10 x 10 cm.
Por Cr\$ 250,00



Fonte para a Furadeira
Entrada 110 V Saída 12 V)
Malipower
por Cr\$ 190,00



Furadeira Elétrica 12 V DC
Malidril
por Cr\$ 270,00

MALITRON INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.

Pedidos pelo Reembolso Postal
à SABER PUBLICIDADE
E PROMOÇÕES LTDA
Caixa Postal 50458 - SP - SP

ESPECIALIZAÇÃO EM ELETRÔNICA-TV A CORES

Aperfeiçoe seus conhecimentos de Eletrônica! O INSTITUTO DE PESQUISA E DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS (IPDEL), oferece rara oportunidade aos aficionados, técnicos e estudantes de Eletrônica de conhecerem a moderna tecnologia aplicada ao mais atual Produto Eletrônico do momento:

TELEVISORES A CORES

Curso Rápido e Eficaz que possibilita aos alunos além do domínio técnico do aparelho, o conhecimento das Técnicas de Serviço das principais Marcas do Mercado.

Receba ao final do Curso, valioso diploma e passe a exercer a rentosa profissão de técnico reparador de televisores a cores.

INSTITUTO DE PESQUISA E DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS (IPDEL)

Credenciado pelo Conselho Federal de Mão de Obra, sob nº 192.

SOLICITE FOLHETO INFORMATIVO

INSTITUTO DE PESQUISA E DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS

Nome: _____

Endereço _____ Nº _____

Cidade _____ Estado: _____ CEP: _____

Peço enviar-me informações sobre COMO POSSO TORNAR-ME UM ESPECIALISTA EM TV A CORES.

Virez não preencher e colar no correio.

NÃO PREENCHER
E COLAR
NO CORREIO

SUJEIRA ? NÃO !

RECORD KIT

Melhora a reprodução, aumenta a duração dos discos e agulhas e remove toda a sujidade do prato.

K7 TAPE KIT

Essencial para lubrificação geral de seu gravador

Limpa rápido e facilmente a cabeça reprodutora de seu gravador



um produto

MALITRON INDÚSTRIA
E COMÉRCIO LTDA.

Pedidos pelo Reembolso
Postal à SABER
PUBLICIDADE E PRO-
MOÇÕES LTDA.
Caixa Postal 50450
- S. Paulo - SP.



CARTA RESPOSTA
AUT. Nº 1.782
ISR Nº 40-2275/77
DATA: 19-09-77
SÃO PAULO

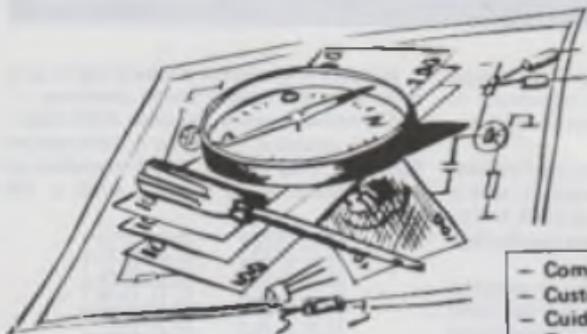
CARTA RESPOSTA COMERCIAL
NAO É NECESSÁRIO SELAR ESTA SOBRE CARTA

O selo será pago por

IPDTEL - INSTITUTO DE PESQUISAS E DIVULGAÇÃO
DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS LTDA.

01098 - São Paulo

orientação para o montador



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

LOCALIZADOR DE METAIS

O artigo por si só dá todos os elementos que o leitor necessita para sua montagem. Com relação à obtenção dos componentes eletrônicos, não existem problemas pois são todos comuns em nosso mercado. Para os transistores cujo preço está em torno de Cr\$ 6,00 existem muitos equivalentes. Na realidade qualquer transistor NPN de silício para uso geral pode ser experimentado com grande probabilidade de êxito. Provavelmente o único ponto que pode trazer alguma dificuldade ao montador refere-se a parte mecânica. Para as bobinas é necessário o uso de fio esmaltado. O leitor pode obtê-lo em casas de enrolamentos de motores. Com relação ao restante, ou seja, cabo, forma da bobina, tudo dependerá do grau de criatividade de cada um.

Podemos dizer que para a aquisição do material eletrônico para esta montagem o leitor deve gastar em torno de Cr\$ 150,00.

LUZ ESTROBOSCÓPICA COM LÂMPADA FLUORESCENTE

Esta montagem é bastante simples usando apenas um semicondutor o SCR do tipo C 106, MCR 106 ou TIC 106. Algumas observações devem ser feitas quanto ao funcionamento. Em alguns casos a oscilação do circuito pode se tornar difícil, caso em que eventualmente o leitor tenha de experimentar um SCR de menor ponto de disparo ou uma lâmpada de menor comprimento. Considerando-se a lâmpada aproveitada de sucata, podemos dizer que o leitor gastará em torno de Cr\$ 80,00 para realizar esta montagem, e gastará em torno de 1 hora com isso. Não incluímos evidentemente o tempo gasto para a confecção das caixas.

CARACTERÍSTICAS DOS OPERADORES LÓGICOS

Aquilino R. Leal

Os primeiros circuitos lógicos empregavam o diodo como elemento comutador de níveis lógicos. Atualmente esta técnica ainda é usada.

A figura 1 mostra as configurações básicas das portas AND e OR e diodos, ambas com três entradas designadas por a, b e c e uma saída s; esta saída é uma função lógica das entradas.

Para a porta AND, se todas as entradas estiverem em nível lógico alto (H) farão com que os diodos estejam inversamente polarizados, não conduzindo, assim, o potencial da saída, será em nível alto (H). Porém, se apenas uma delas for aterrada (nível lógico baixo - L), o diodo referente a essa entrada passará a conduzir fortemente, curto-circuitando as demais levando o potencial de saída a nível baixo (L); quase que a zero volt — em realidade esse potencial é da ordem de alguns décimos de volt, devido à tensão da barreira de potencial da junção do diodo.

Para a porta OR (figura 1) bastará aplicar um potencial alto em, apenas, uma de suas entradas para que o diodo referente passe a conduzir, provocando uma d.d.p. entre os terminais do resistor R; se, no entanto, todas as entradas estiverem em nível lógico baixo, todos os diodos estarão cortados e, portanto, a tensão de saída será interpretada como nível L.

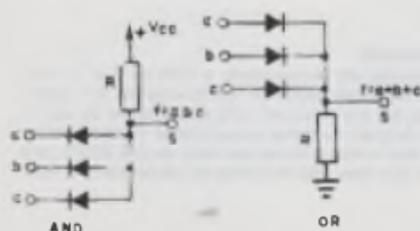


Figura 1 - Gates a diodo

A figura 2 apresenta a tabela lógica para cada uma das portas acima descritas.

É possível termos circuitos AND seguidos por circuitos OR como o indicado na figura 3, mas não é viável encadear-se indefinidamente os "gates" AND e OR

a	b	c	s
L	L	L	L
L	L	H	L
L	H	L	L
L	H	H	L
H	L	L	L
H	L	H	L
H	H	L	L
H	H	H	L

AND

a	b	c	s
L	L	L	L
L	L	H	H
L	H	L	H
L	H	H	H
H	L	L	H
H	L	H	H
H	H	L	H
H	H	H	H

OR

H — "HIGH" (alto)
L — "LOW" (baixo)

Figura 2 - Tabela verdade dos Gates and e or

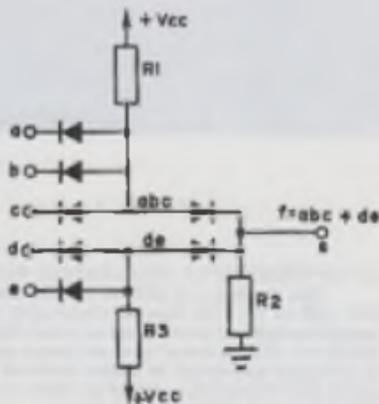


Figura 3 - Associação de duas portas AND com uma porta OR, ambas a diodo

sem amplificação: os diodos juntamente com os resistores apresentam perdas, sendo necessária a interligação a circuitos amplificadores. Nos primórdios, a amplificação era obtida a partir de uma válvula a vácuo funcionando na configuração inversa. Atualmente a função de amplificação e inversão é feita com transistores; vejamos, então, o funcionamento dos transistores.

Todo transistor tem seu funcionamento caracterizado por três regiões. Quando a corrente de base (i_b) é nula, o transistor fica na região de corte, isto é, fica aberto — não conduz. À medida que aumentamos a corrente de base i_b , a corrente de coletor i_c vai aumentando proporcionalmente ($i_c = \beta i_b$), caracterizando a região de amplificação ou região ativa; se aumentarmos a corrente de base até chegarmos à igualdade $i_c = R = V_{CC}$ (figura 4), o transistor estará operando na região de saturação.

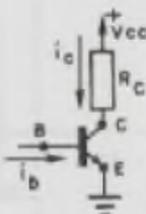


Figura 4

Na região de corte o potencial do coletor (V_C) em relação a terra é praticamente V_{CC} , isto é: $V_{CE} = V_{CC}$; na região ativa temos, $0 < V_C < V_{CC}$, isto é, $0 < V_{CE} < V_{CC}$ e, finalmente, na região de saturação, $V_C = 0$, isto é, $V_{CE} = 0$. Estas três regiões estão indicadas na figura 5.

Posto isto, verificamos que o transistor pode operar como um comutador ou chave: quando injetamos uma corrente suficientemente grande na sua base, a "chave" fecha (o coletor é ligado à terra), quando a corrente de base é nula, a "chave" fica aberta. Os circuitos equivalentes a estes dois estados podem ser vistos na figura 6.

Ao operar-se com o transistor como chave, deve-se passar o mais rapidamente possível pela região ativa; se o transistor estiver cortado deve-se saturá-lo imediata-

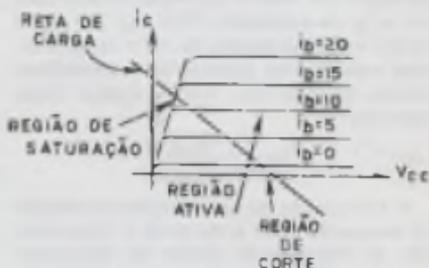


Figura 5

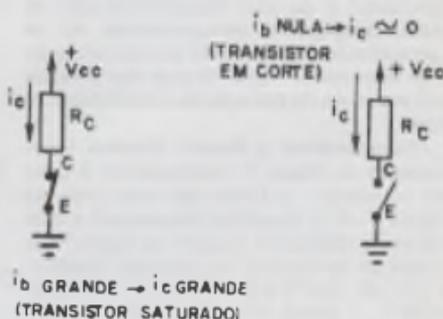


Figura 6 - Circuitos equivalentes aproximados para um transistor operando como inversor.

mente passando-se o mais rapidamente possível da situação $i_b = 0$ (cortado) para a situação $i_b > \frac{V_{CC}}{\beta \cdot R}$ (saturado).

Em resumo, podemos dizer que as três regiões de operação são caracterizadas conforme se segue:

- corte — $i_b = 0$
- ativa — $0 < i_b < \frac{V_{CC}}{\beta \cdot R}$

$$\text{saturação} - i_b > \frac{V_{CC}}{\beta \cdot R}$$

Para análise das curvas da figura 5 percebe-se que, quando o transistor está saturado, a tensão de coletor não é exatamente zero, nem quando cortado a corrente de coletor é nula. Estes valores dependem do tipo de transistor e do ponto de operação. Normalmente, os transistores de silício, quando saturados, apresentam um V_{CE} em torno de 0,4 volts enquanto os de germânio na mesma condição apresentam um V_{CE} de saturação ($V_{CE\text{ sat}}$) em torno de 0,2 volts; no estado de corte estes mesmos transistores apresentam, respectivamente, os seguintes valores típicos (base aterrada):

$$i_{co} = 1 \text{ nA}; i_{bo} = 0,25 \text{ nA e}$$

$$i_{co} = 1 \text{ }\mu\text{A}; i_{bo} = 0,25 \text{ }\mu\text{A}$$

A comutação de um transistor da região de saturação para a de corte e vice-versa não é instantânea como já dissemos: somente, algum tempo após a aplicação do estímulo ao transistor, o mesmo responde; este tempo de demora (tempo de transição) é de vital importância para os sistemas digitais, principalmente os de computação. A origem do tempo de transição deve-se às capacitâncias das junções e o acúmulo de portadores minoritários na base.

Consideremos o circuito inversor apresentado na figura 7 e apliquemos à base do transistor a forma de onda vista na figura 8-A; o transistor responderá a este estímulo conforme é visto na figura 8-B. Observar os tempos de atraso de "subida" ("turn-on time") e de "descida" ("turn-off time") - estes tempos de atraso são conhecidos por tempo de retardo de acionamento e tempo de retardo de desativação respectivamente.

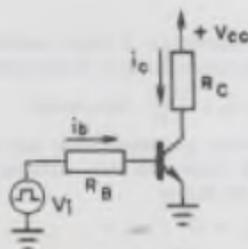


Figura 7

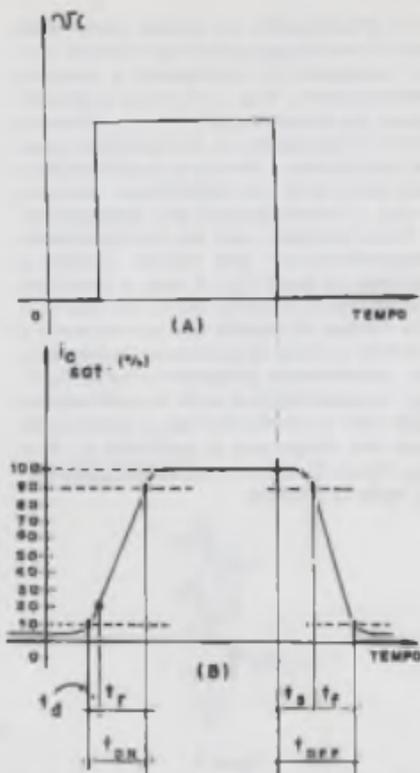


Figura 8 - Visualização dos tempos de atraso da resposta de um inversor típico.

O "turn-on time" é formado por dois tempos:

- t_d - "delay time" (tempo de atraso) e
 - t_r - "rise time" (tempo de subida)
- em que: $t_d + t_r = t_{ON}$

O "delay time" é contado desde a subida da entrada até que i_c atinja 10% da corrente de saturação de coletor ($0,1 \cdot i_{c\text{ sat}}$); o "rise time" é contado a partir do instante em que $i_c = 0,9 \cdot i_{c\text{ sat}}$ (90% da corrente de saturação de coletor).

O "delay time" é contado desde a subida da entrada até que i_c atinja 10% da corrente de saturação de coletor ($0,1 \cdot i_{c\text{ sat}}$); o "rise time" é contado a partir do instante em que $i_c = 0,9 \cdot i_{c\text{ sat}}$ até que $i_c = 0,1 \cdot i_{c\text{ sat}}$ (90% da corrente de saturação de coletor).

O "turn-off time" também é composto por dois tempos, a saber

- t_s - "storage time" (tempo armazenamento) e

- t_f - "fall-time" (tempo de descida)

em que: $t_s + t_f = t_{OFF}$.

O "storage time" é contado a partir da descida do sinal até que $i_C = 0,9 i_{C\text{ sat}}$; e/ "fall time" é contado desde o instante em que $i_C = 0,9 i_{C\text{ sat}}$ até o instante em que se verifica $i_C = 0,1 i_{C\text{ sat}}$.

A maioria das publicações técnicas emprega o termo "delay" (atraso) indistintamente para os tempos "turn on" e "turn off". A ordem de grandeza para a maioria de transistores é de alguns nanossegundos ($1\text{ns} = 10^{-9}\text{s}$).

Com este estudo constatamos que a velocidade de comutação dos circuitos lógicos a transistores está intimamente ligada à característica da velocidade de resposta dos mesmos. Vários são os métodos empregados para minimizar os tempos de atraso; a sua análise foge ao escopo deste trabalho.

A figura 9 mostra a forma de associar a lógica a diodos, mostrada anteriormente (figura 1), a um elemento ativo inversor. Para estudar o funcionamento e a tabela verdade destes circuitos basta raciocinar da seguinte maneira: quando a tensão na entrada da base do transistor é alta (H), existe uma grande corrente na referida base que satura o transistor, isto faz com que sua saída (em coletor) caia para zero ou próximo de zero (nível L); se a tensão de entrada for zero ou próxima (nível L), a corrente de base será praticamente nula, levando o transistor ao corte e, portanto, a tensão de coletor será, em primeira aproximação V_{CC} , isto é, alta (nível H).

Os CI (circuitos integrados) lógicos são classificados em famílias, cada qual apresenta características bem definidas e áreas de aplicação relativamente específicas. Em verdade, entende-se por família, um conjunto de operadores fabricados a partir de um mesmo esquema básico, resultando em consequência propriedades comuns e notadamente compatibilidade.

O projetista não mais se preocupa com o circuito propriamente dito e sim, somente com a interligação dos blocos operadores. A escolha de uma ou outra família só poderá ser feita pelo projetista se o mesmo

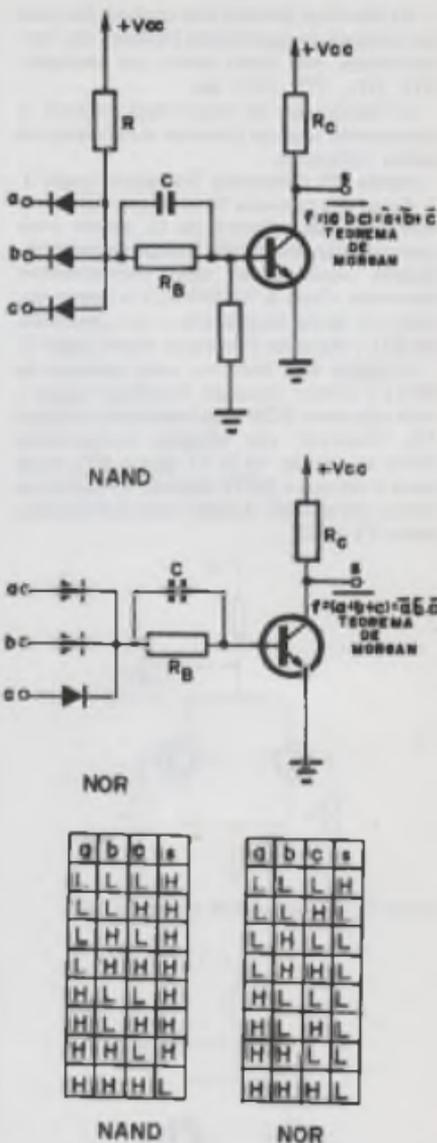


Figura 9 - O transistor usado como amplificador inversor de saída dos GATES AND e OR. A finalidade do capacitor E é a de diminuir o "DELAY".

conhecer as vantagens e desvantagens de cada uma dessas famílias.

As diversas famílias são conhecidas pela abreviatura de expressões inglesas de, normalmente, três letras como, por exemplo: RTL, DTL, TTL, HTL, etc.

O estudo que se segue está limitado a operadores lógicos binários eletrônicos de maior utilização.

Família RTL ("Resistor Transistor Logic")

Esta foi a primeira família que surgiu no mercado sob a forma de CI, sendo uma transposição em versão integrada de montagens equivalentes com componentes discretos. Cabe à FAIRCHILD o desenvolvimento desta família sob a denominação de RTL ("Resistor Transistor Micro Logic").

A lógica RTL constitui uma variante da DCTL ("Direct Coupled Transistor Logic") cujo operador NOR é apresentado na figura 10. Observar, por simples comparação entre as figuras 10 e 11 que a RTL nada mais é do que a DCTL quando a mesma se anexa um resistor a cada base dos transistores T1 e T2.

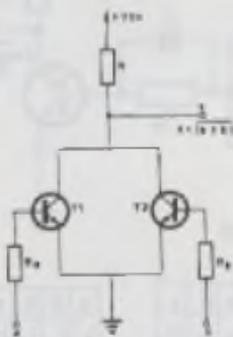


Figura 10 - Operador NOR da família DCTL.

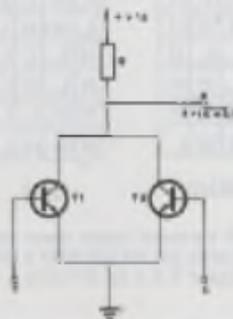


Figura 11 - Operador NOR típico da família RTL.

Quando as entradas estão a um potencial próximo de terra, os transistores T1 e T2 estão cortados e a saída *s* estará num potencial próximo a V_{CC} - nível lógico H. Se for aplicada uma tensão positiva em uma ou em ambas entradas *a* e *b*, a saída *s* estará num potencial próximo a zero pois um ou ambos transistores ficará saturado ($V_{CE} = 0$).

Este tipo de lógica toma o nome de lógica saturada pois para os transistores se conhecem dois estados: um bloqueado e outro saturado.

A figura 12 mostra outro circuito possível para o operador NOR da família RTL; seu funcionamento é semelhante ao anteriormente descrito.

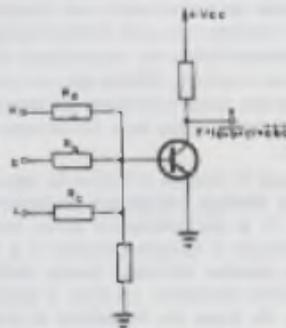


Figura 12 - Operador NOR de três entradas da família RTL.

A potência dissipada por porta e o tempo de propagação dependem dos valores atribuídos aos resistores de base. Quando eles apresentam valores baixos, como acontece na RTL, o tempo de propagação, isto é, o "t_{ON}" ou "t_{OFF}" é da ordem de 10 μs e a potência dissipada com as duas entradas em estado alto é de 20mW e, em estado baixo (transistores cortados) a potência dissipada é de 5mW; estes dois valores fornecem a potência média de dissipação de 12 a 13mW. Com valores altos para os resistores, como sucede na lógica M_WLL ("Milli Watt Micro Logic") da FAIRCHILD, o tempo de propagação passa à 40 μs e a potência média dissipada é da ordem de 2mW.

O raciocínio desenvolvido até agora baseou-se em termos de lógica positiva, isto é, uma lógica para a qual o nível lógico "1"

é definido pela tensão (positiva) mais alta (normalmente, em torno de V_{CC}) e o nível lógico "0" é atribuído à terra ou próximo. Mas se empregarmos uma lógica negativa com a mesma porta fundamental NOR, a mesma se comportará como uma porta NAND conforme se constata com as tabelas verdade da figura 13. Isto prova, simplesmente, que a mesma porta RTL executada as operações ou funções lógicas NOR em lógica positiva e NAND em lógica negativa.

a	b	s
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR
 $f = (a+b)$

a	b	s
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

NAND
 $f = \overline{ab}$

Figura 13 - Tabela verdade em lógica positiva e negativa do circuito da figura 11.

Em tempo: a lógica negativa se caracteriza por atribuir ao estado lógico "1" o menor valor da tensão e o "0" está associado ao potencial V_{CC} .

A principal vantagem desta família é a baixa potência dissipada, sendo ideal para situações em que o consumo é um fator preponderante, além disso o custo destes CI é baixo, em virtude do número reduzido de componentes que emprega; é possível ainda, empregar a lógica desta família com componentes discretos.

Uma desvantagem desta família é a sua lentidão pois o resistor em série com a base (figuras 11 e 12) e a capacitância da junção base-emissor forma uma rede RC que aumenta os tempos de "turn-on" e "turn-off". Poderíamos pensar em acrescentar um capacitor em paralelo com o resistor de base conforme é mostrado na figura 9, porém, esta solução é inaplicável para os CI devido ao grande volume exigido pelo capacitor; tratando-se de componentes discretos a solução se justifica e teremos então, a família RCTL ("Resistor Capacitor Coupled Logic") que é outra forma da família RTL.

O "FAN-OUT" (o "fan-out" é a quantidade máxima de entradas de blocos de uma mesma família que podem ser ligadas à sua saída; o "FAN-OUT" mede, grossei-

ramente a potência de saída do circuito) desta família se encontra em torno de 4, que é baixo.

A RCTL foi comercializada no início da década 60-70 pela TEXAS, diferindo da RTL da FAIRCHILD apenas, como vimos, pela introdução de um pequeno capacitor de aceleração em paralelo com cada resistor de base; permitindo realizar a função NOR em lógica positiva e a função NAND em lógica negativa.

Família DTL ("Diode Transistor Logic").

A família DTL ou lógica a diodo e transistor recorre aos diodos para realizar as funções lógicas e aos transistores para amplificar e inverter os sinais. A figura 14 mostra a estrutura básica da porta fundamental (NAND) desta família; NAND em lógica positiva e NOR em lógica negativa. Observar que todas as entradas devem estar em nível H simultaneamente para que a saída esteja em nível baixo (L)

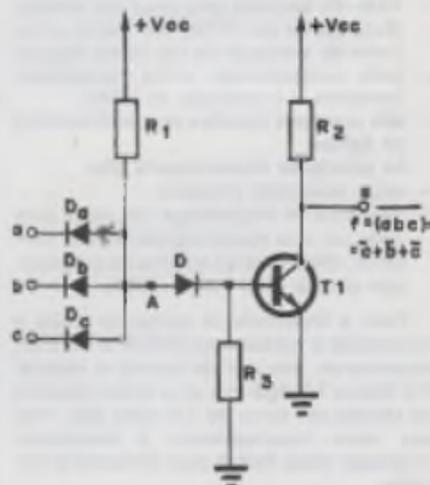


FIGURA 14 - Porta fundamental da Família DTL de 3 entradas

O diodo D serve para aumentar a imunidade do gate ao ruído; não existindo este diodo, ao aplicar-se um sinal L numa das entradas, a saída do gate AND (ponto A da figura 14) apresentaria um nível lógico, também baixo, na ordem de 0,5 volt como um mínimo, dependendo do diodo D; e do

sinal de entrada, este sinal colocaria o transistor no limite entre o corte e a saturação e qualquer ruído, isto é, qualquer perturbação para cima deste sinal de entrada, poderá levar o transistor à região ativa que, dependendo do ganho do mesmo, poderá saturá-lo (ou quase saturá-lo), mudando sua saída. Com a presença do diodo D estamos assegurando que o potencial da base está, aproximadamente, 0,5 volt abaixo do potencial do ponto A impedindo que o transistor conduza se o sinal no ponto A (saída do gate AND) for de baixa amplitude - 1,0 volt aproximadamente.

Muitos dos CI comerciais empregam não só um diodo, mas sim dois com a finalidade de aumentar ainda mais a imunidade do circuito a ruídos.

A finalidade do resistor R3 é a de diminuir o tempo de "turn-off".

Esta família é do tipo de lógica saturada, apresentando as seguintes vantagens:

- nível lógico elevado;
- FAN-OUT moderadamente grande;
- FAN-IN limitado pela fuga dos diodos. (Entende-se por "FAN-IN" como o número de entradas de um bloco lógico);
- bom compromisso entre velocidade, consumo e imunidade ao ruído;
- são possíveis ligações em paralelo entre as saídas

As principais desvantagens são:

- exige resistores precisos;
- diferença de impedância de saída para cada um dos níveis lógicos, sendo, portanto, diferentes os tempos de propagação para o nível alto e baixo.

Com a finalidade de aumentar ainda a imunidade a ruídos e estabilizar o circuito, costuma-se, em vez de aterrar o resistor R3 (figura 14) ligá-lo a uma fonte negativa de tensão em torno de 2,0 volts. Isto traz um novo inconveniente: é necessário empregar duas fontes para alimentar o circuito.

Para evitar os inconvenientes próprios da DTL fundamental, recorre-se à DTL modificada cujo circuito básico de seu operador fundamental (porta NAND) é mostrado na figura 15. A diferença fundamental para o circuito, diremos, original é a presença de transistor T1 que opera na região linear, amplificando o sinal aplicado em sua base. A presença do transistor T1 aumenta a

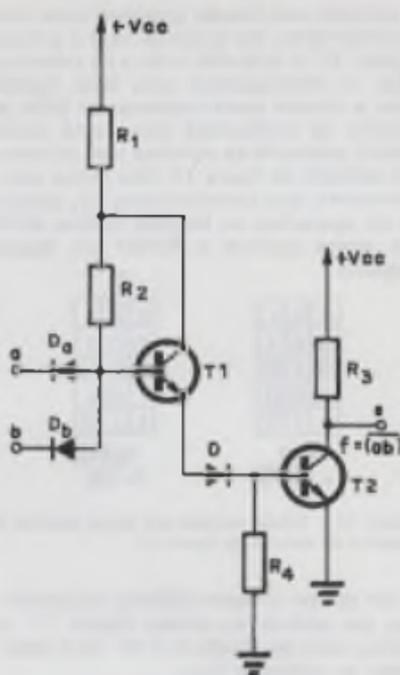


Figura 15 - Porta NAND da família DTL modificada.

imunidade do ruído do circuito sem a necessidade de uma tensão negativa de alimentação, além disso aumenta o FAN-OUT para 8, melhora a relação entre a potência dissipada e frequência de operação.

A estrutura desta lógica permite a interligação das saídas de diversas portas a fim de realizar o que se conhece por "função gratuita" ou "cabado" (em inglês: "DOT-OR" ou "Wired-OR", ou, ainda, "Implied-AND"); assim, se tomarmos dois NAND e ligarmos suas saídas em curto, tal como é mostrado na figura 16, teremos, com esse ponto de ligação, realizado uma função AND, pois esse ponto só estará no nível lógico H (lógica positiva) se os dois NAND tiverem suas saídas em nível H; um dos NAND tendo sua saída L é suficiente para que o "ponto" caia a L pois seu transistor de saída saturado drena a corrente dos dois resistores, aterrando o referido ponto. O circuito equivalente é mostrado na figura 17 em duas configurações :

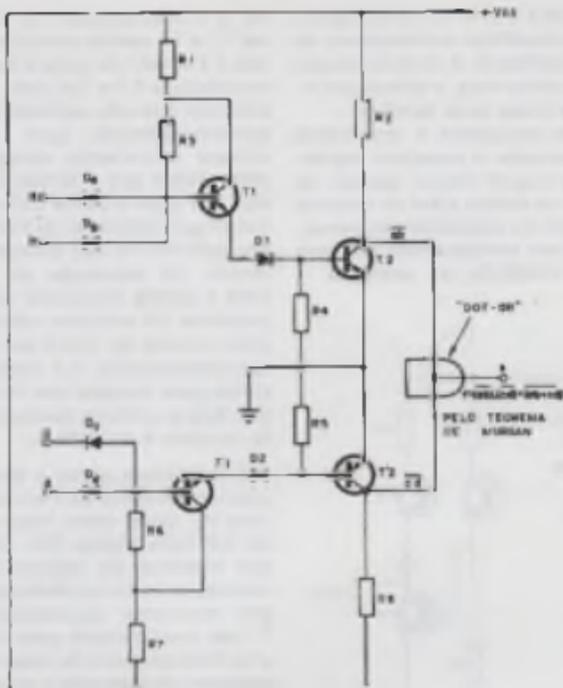


Figura 16 - Circuito com "DOT-OR" na saída.

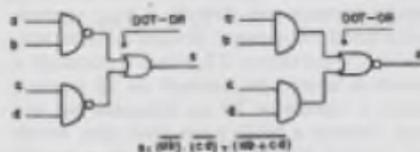


Figura 17 - Circuitos equivalentes ao circuito da figura anterior.

observar que tanto se pode realizar, neste ponto, a função AND como a OR em virtude do teorema de Morgan.

A imunidade ao ruído da porta DTL encontra-se em torno de 1,0 volt; para aumentar esta imunidade, como já vimos, basta introduzir ao circuito básico (figura 14) mais diodos, conhecidos por diodos de deslocamento de tensão em virtude da função que realizam, em série, conectados à base do transistor T1; cada um deles individualmente fará um deslocamento de 0,2 ou 0,6 volt dependendo se o mesmo é de germânio ou silício respectivamente;

no entanto, com um único diodo podemos resolver a questão, é claro, se este diodo for Zener. Realmente não se emprega um diodo Zener propriamente dito e sim uma junção de transistor inversamente polarizada funcionando em avalanche que, aliás, é o que caracteriza o diodo Zener.

A "técnica" acima é empregada pela AEG - Telefunken nas famílias DTL-Z e DTL - FZ sendo muito semelhantes entre si; a imunidade ao ruído em tensão é da ordem de 5,0 volts para uma alimentação de 13,5 volts.

Mesmo com todos artifícios descritos, a família DTL "peca" por apresentar diferença de impedância na saída quando em nível H e em nível L.

Família TTL ("Transistor Transistor Logic").

A família TTL ou lógica transistor a transistor é um adiantamento sobre a família anterior sendo atualmente a família à lógica saturada que encontra mais aceitação no mercado internacional.

Os circuitos lógicos desta família são

apenas realizáveis sob a forma integrada em virtude do transistor multiemissor de entrada em substituição à rede de diodos da família DTL sendo esta, a diferença fundamental entre estas duas famílias.

A integração monolítica é totalmente explorada na entrada, o transistor multiemissor permite ocupar menor espaço na pastilha do que os diodos além de diminuir substancialmente as capacitâncias parasitas resultando, em consequência um bom aumento na velocidade de operação — figura 18.

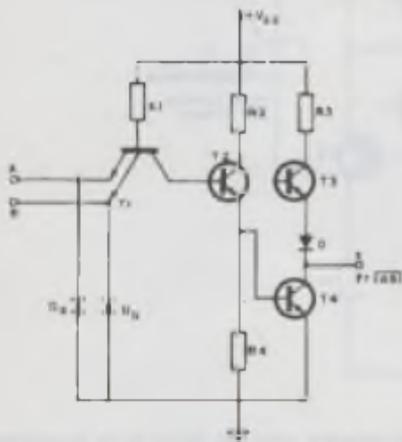


Figura 18 - Porta NAND (lógica positiva) de família TTL.

Com a finalidade de aumentar o FAN-OUT, as portas TTL são providas de um estágio de saída de potência tipo "push-pull" formado pelos transistores T3 e T4 montados em "totem pole" (figura 18). Os diodos de deslocamento de tensão da família anterior são aqui "substituídos" pelas junções base-emissor e base-coletor do transistor T2.

Sendo esta, como dissemos, a família mais popular convém uma análise mais apurada do seu funcionamento e para tal consideremos a figura 19 onde se supõe que todas as entradas estejam nível alto - nível superior a + 2,0 volts com uma corrente de 40 μ A em cada entrada. Nestas condições o potencial na base de T1 é da ordem de 2,0 volts em relação a terra, correspondente à soma das quedas das junções: base-coletor de T1, base-emissor

de T2 e base-emissor de T4. Os transistores T2 e T4 nestas condições estão saturados e a tensão da saída s é a V_{CEsat} de T4 na ordem de 0,3 a 0,4 volts. Como T2 está saturado, a tensão aplicada base a de T3 é, aproximadamente, igual à tensão de seu emissor e, portanto, estará na região de corte. Note que a tensão aplicada à base de T3, é igual à queda base-emissor de T4 mais V_{CE} de saturação de T2 enquanto a tensão aplicada no seu emissor é a soma da tensão de saturação de T4 (V_{CEsat}) mais a queda provocada pelo diodo D. O transistor T4 em nível baixo deixa passar uma corrente de 16mA sob uma tensão de aproximadamente 0,2 volts o que é suficiente para fornecer um FAN-OUT igual a dez, pois a corrente excitadora, em nível L, de entrada é de 1,6mA.

Examinemos agora a situação em que uma das entradas está em nível baixo, com uma V_{IL} (nível baixo máximo de entrada) de 0,8 volts (figura 20). O transistor T1, que funciona em regime de polarização inversa, se encontra desbloqueado. As cargas "estocadas" na junção base-coletor de T1 são multiplicadas pelo β do transistor, uma forte corrente de coletor se manifesta atacando diretamente a base do transistor T2, que o leva ao corte e, portanto, a tensão de coletor deste transistor aumenta positivamente em direção a V_{CC} ; quando esta tensão alcançar 1,8 volts aproximadamente, o transistor T3 passa a conduzir e como a tensão de emissor de T2 tende a zero, o transistor T4 se bloqueia por sua vez, ficando a saída s em nível alto, sendo no mínimo igual a 2,4 volts - se a tensão de entrada diminuir, a tensão de saída aumentará. Nestas condições verifica-se uma corrente de saída de 400 μ A, suficiente para excitar 10 entradas porque, cada entrada em nível alto consome 40 μ A - vide figura 19 - isto equivale dizer que o FAN-OUT é igual a 10.

As principais vantagens, desvantagens e características desta família são:

- mais rápida que a DTL: 13ns em valor médio; 8ns para passar de H para L e 18ns para situação inversa, com uma carga capacitiva de 15pF (para uma carga de 150pF este tempo se eleva para 23ns);
- impedâncias de saída equivalentes para os dois estados, sendo baixas: 10 Ω para

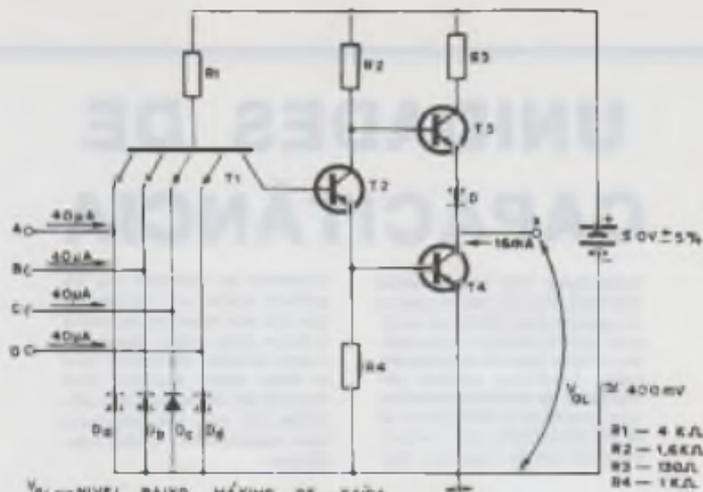


Figura 19 - Porta NAND, da família TTL, de quatro entradas ambas em nível alto.

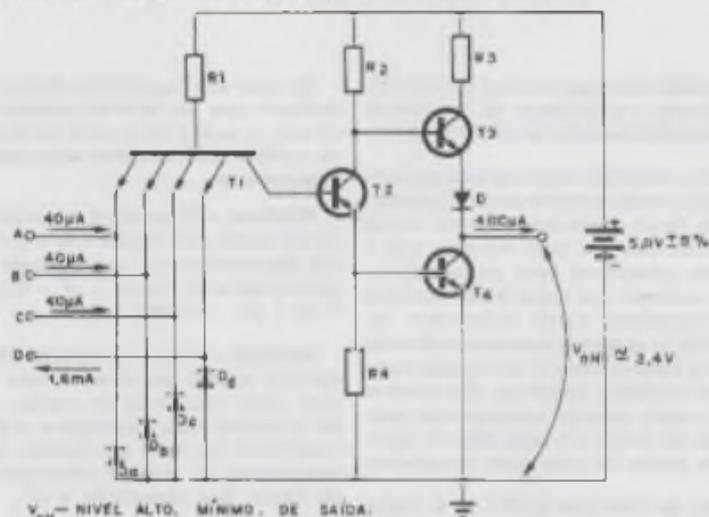


Figura 20 - Operador NAND, TTL, com uma entrada (d) em nível baixo e as demais em nível alto.

- o estado L e 70Ω para o estado H;
- boa imunidade ao ruído: em torno de 1,0 volt;
- toda a sua linha é facilmente encontrada no comércio especializado em virtude do seu uso generalizado;
- consumo superior ao da DTL: 10mW quando alimentada com 5,0 volts;
- não permite o cablado ou função gratuita;
- necessita de desacoplamento a cada 10 gates além de requerer uma alimentação a baixa impedância;
- risco de oscilações;
- grandes consumos de correntes quando da passagem de um nível para outro, drenando grande corrente da fonte de alimentação, o que gera ruídos muitas vezes indesejáveis.

UNIDADES DE CAPACITÂNCIA

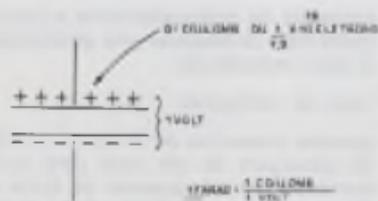
Capacitores são componentes dos mais comuns, sendo usados em grande quantidade em qualquer circuito prático. Como existem muitos tipos de capacitores, cujas unidades podem ser expressas de diversas maneiras, com frequência o principiante se vê em dificuldades para comprar um determinado capacitor, des-

confiando do vendedor que lhe procura vender um equivalente que leva aos mesmos resultados práticos. Este artigo visa justamente fornecer elementos para o leitor saber escolher seus capacitores, em função das unidades em que são expressas suas capacitâncias e das tolerâncias.

A unidade de capacitância é o Farad (F), que equivale a uma carga de 1 Coulomb (C) armazenada sob uma tensão de 1 volt (V).

Na prática, de facilitar a expressão de seus valores, utiliza-se para essa finalidade, submúltiplos do Farad. Explicamos melhor: como as capacitâncias são bem menores que 1 Farad, se usássemos essa unidade teríamos de escrever nos capacitores números muito compridos como 0,000 001 ou 0,000 005, o que seria bastante incômodo já que os capacitores em geral, são componentes bastante pequenos. É o mesmo recurso usado quando empregamos submúltiplos do metro em lugar dele na aquisição de peças de pequenas dimensões.

Em lugar de dizermos 0,001 m é muito mais fácil dizermos 1 milímetro (figura 1).



No caso dos capacitores, existem 3 submúltiplos que são os mais usados na prática com o qual o leitor deve se familiarizar de modo a saber escolher seus capacitores seguramente.

MicroFarad — O primeiro submúltiplo do Farad usado com frequência é o microFarad, abreviado por μF , que equivale à milionésima parte do Farad. ($1 \mu\text{F} = 0,000\ 001 \text{ F}$ ou $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$)

NanoFarad — Este submúltiplo não é tão comum quanto ao anterior mas aparece com certa frequência em muitas relações de materiais para montagens práticas. O nanoFarad equivale à milésima parte do microFarad ou ainda à bilionésima parte do Farad. Sua abreviação é nF.

($1 \text{ nF} = 0,000\ 000\ 001 \text{ F}$ ou $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$)

($1 \text{ nF} = 0,001 \mu\text{F}$ ou $1 \text{ nF} = 10^{-3} \text{ F}$)

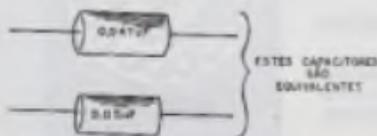
PicoFarad ou MicroMicroFarad — Este submúltiplo do Farad já é bastante usado, sendo basicamente o empregado na marcação de pequenos capacitores. O picoFarad ou MicroMicroFarad que são abreviados como pF ou $\mu\mu\text{F}$ equivale a trilionésima parte do Farad ou à milionésima parte do microFarad.

$1 \text{ pF} = 0,000\ 000\ 000\ 001 \text{ F}$ ou $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

$1 \text{ pF} = 0,000\ 001 \text{ }\mu\text{F}$ ou $1 \text{ pF} = 10^{-6} \text{ F}$

Como a escolha da maneira como a capacitância de um capacitor expressa depende de diversos fatores, podemos encontrar um mesmo valor com marcações diversas que o leitor deve saber converter.

Assim, por exemplo, um capacitor de $1\ 000 \text{ pF}$ pode ser também expresso como 1 nF ou ainda como $0,001 \text{ }\mu\text{F}$. O comprador de componentes inexperiente pode se ver bastante confuso no momento em que ao pedir um capacitor de $1\ 000 \text{ pF}$ lhe derem um de 1 nF ou ainda $0,001 \text{ }\mu\text{F}$ o que na realidade é a mesma coisa! (figura 2)



Como fazer a conversão de um submúltiplo em outro?

Mentalmente o comprador de capacitores pode converter uma unidade em outra deslocando a vírgula do valor dado ou ainda, o que é a mesma coisa, fazendo multiplicações ou divisões por $1\ 000$ ou $1\ 000\ 000$.

Vejamos em cada caso prático como podemos fazer isso:

a) Convertendo pF em µF

Neste caso, basta dividir mentalmente o valor em pF por $1\ 000\ 000$ o que equivale a deslocar para a esquerda 6 casas a vírgula. Exemplo: $5\ 000 \text{ pF}$ (5 kpF) equivale a $0,005 \text{ }\mu\text{F}$

b) Convertendo µF em pF

Aqui, multiplicamos o valor em μF por

$1\ 000\ 000$ o que equivale a deslocar a vírgula para a direita de 6 casas decimais. Exemplo: $0,01 \text{ }\mu\text{F}$ equivale a $10\ 000 \text{ pF}$ ou ainda 10 kpF ($k = \text{quilo} = 1\ 000$).

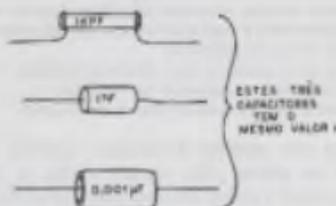
c) Convertendo nF em µF

Para esta conversão, divide-se mentalmente o valor em nF por $1\ 000$ para se obter o valor em μF . Exemplo: 2 nF equivale a $0,002 \text{ }\mu\text{F}$.

d) Convertendo µF em nF

Aqui faz-se uma multiplicação por $1\ 000$ do valor em μF . Exemplo: $0,05 \text{ }\mu\text{F}$ equivale a 50 nF .

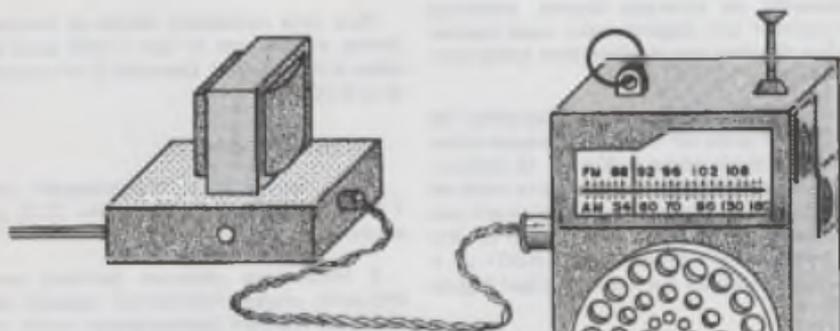
É importante observar também que enquanto muitos fabricantes seguem as séries de valores padronizadas como no caso dos resistores (ver lição do curso em instrução programada) outros seguem uma sequência de valores diferentes (figura 3).



Neste caso, como os capacitores normalmente tem uma tolerância de até 20% de seu valor nas aplicações práticas, o comprador em alguns casos deve fazer um "arredondamento" do valor desejado para poder levar em lugar dele um componente equivalente.

E o caso da substituição de um capacitor de poliéster de $0,047 \text{ }\mu\text{F}$ por um de cerâmica. Neste último, normalmente o valor $0,047$ não é encontrado já que a sequência de valores pula de $0,02$ para $0,05 \text{ }\mu\text{F}$. O comprador deve portanto optar pelo valor mais próximo que é $0,05 \text{ }\mu\text{F}$ que, sem dúvida, considerando os 10 ou 20% de tolerância admitidos nos projetos, levará aos mesmos resultados.

ELIMINADORES DE PILHAS



NEWTON C. BRAGA

Descrevemos diversos circuitos práticos que ajudarão você economizar muitos cruzeiros em pilhas, ligando seu radinho portátil diretamente à rede local de energia por meio de uma tomada. Neste artigo focalizamos:

- Circuitos práticos para diversas tensões
- Processo de adaptação ao radinho
- Instruções completas para a montagem

Se seu radinho é do tipo "gastão" em que as pilhas não duram nada, e, para complicar você é do tipo que gosta de trabalhar ouvindo música e que portanto permanece com o aparelho muitas horas seguidas ligado, naturalmente já lhe deve ter ocorrido na hora de desembolsar os cruzeiros necessários a aquisição de pilhas novas, na possibilidade de evitar essa despesa, quer seja, usando pilhas maiores, ou ainda, ligando o radinho à tomada (figura 1).

Pois bem, existem diversos tipos de eliminadores de pilhas à venda, destinados a adaptação em rádios portáteis, calculadoras, gravadores, etc., mas o problema principal que envolve sua utilização é a adaptação a ser feita no circuito que deve ser alimentado.

Em suma, montar o eliminador ou comprá-lo pronto é fácil. O difícil para muitos menos experientes é fazer sua correta adaptação ao radinho, e este será justamente um dos assuntos que abordaremos neste artigo.

Explicaremos o que é um eliminador de pilhas e como funciona; analisaremos os procedimentos que devem ser tomados para a escolha do tipo apropriado para o seu radinho, e finalmente explicaremos como deve ser montado e ligado ao radinho sem a necessidade de se fazer alterações no seu circuito, possibilitando-o de funcionar normalmente com as pilhas quando assim desejarmos.



figura 1

Como os circuitos eliminadores são bastante simples e utilizam componentes que podem ser encontrados com facilidade em qualquer casa de material eletrônico, mesmo os principiantes que não tenham muita experiência em montagens desse tipo poderão ter êxito na sua realização.

COMO FUNCIONA

Os rádios portáteis transistorizados são alimentados por pilhas que são geradores de corrente contínua. Normalmente, as correntes exigidas por um radinho em funcionamento é em função do seu volume. Isso significa que tanto maior será o consumo do radinho em vista da corrente exigida, quanto maior for o volume em que ele for ligado.

A potência final do radinho, ou seja, a intensidade do som, também é função da tensão de alimentação que é dada pelo número de pilhas.

Cada pilha, independentemente de seu tamanho fornece uma tensão de 1,5 V. As pilhas maiores, evidentemente, tem uma capacidade de corrente maior (figura 2).



figura 2

Assim, os radinhos de uma única pilha operam com uma tensão de 1,5 V os de duas pilhas com 3,0 V, os de 3 pilhas com 4,5 V e os de 4 pilhas com 6 V. O número de pilhas do seu radinho deve portanto ser a primeira coisa a ser observada na escolha do circuito para sua eliminação de pilhas.

O tamanho das pilhas indicará por sua vez as exigências de corrente do seu radinho. Os rádios de pilhas grandes exigem mais corrente que os radinhos que empregam pilhas pequenas.

Voltando ao nosso eliminador de pilhas, como desejamos utilizar a energia elétrica disponível na tomada para a alimentação do radinho devemos analisar a diferença existente entre os dois tipos de energia: a fornecida pelas pilhas e a disponível na tomada.

Na tomada temos uma tensão de 110 V ou 220 V de corrente alternada, enquanto

nas pilhas: dispomos de 1,5 V por pilhas, que fornecem corrente contínua (figura 3).

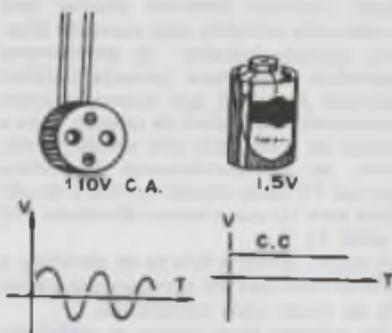


figura 3

As funções básicas de um eliminador de pilhas podem ser então resumidas em:

a) Abaixar os 110 ou 220 V da tomada numa tensão mais apropriada para a alimentação do radinho.

b) Converter a corrente alternada em corrente contínua, já que os radinhos operam com correntes contínuas.

Vejamus como estas funções são cumpridas:

A função de abaixar a tensão alternada disponível na tomada de 110 ou 220 V para o valor necessário à finalidade que desejamos é realizada por um transformador (figura 4). Um transformador consta de 2 enrolamentos denominados primário e

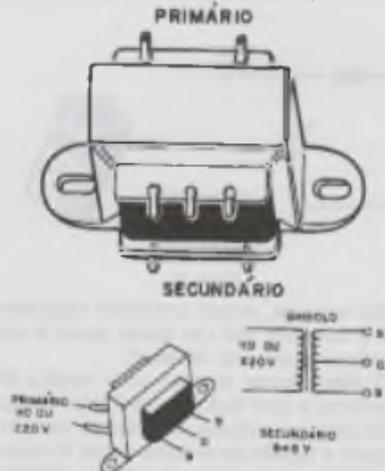


figura 4

secundário, feitos com fio esmaltado sobre um núcleo de material ferroso (lâminas de metal). Quando fazemos circular pelo enrolamento primário uma corrente alternada, aparece induzida no enrolamento secundário uma outra corrente também alternada. A tensão que aparecerá nesse enrolamento dependerá da relação entre o número de voltas dos dois enrolamentos. Assim, se no enrolamento secundário tivermos 10 vezes menos espiras, a tensão obtida será 10 vezes menor. Entrando 110 V, sairá 11 V.

A seguir, temos a função de converter a corrente alternada em contínua que é exercida de modo mais complicado.

Em primeiro lugar temos os retificadores: são diodos que conduzindo a corrente num único sentido, transformam a corrente alternada do transformador em corrente contínua pulsante (figura 5).

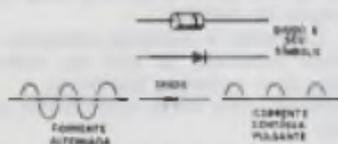


figura 5

A corrente contínua pulsante é então filtrada o que é feito por meio de um capacitor eletrolítico de alto-valor, que funciona como um reservatório de energia (figura 6).

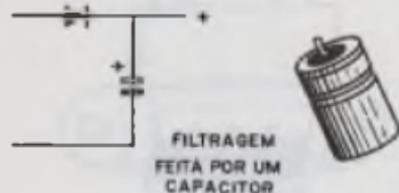


figura 6

Em seguida, temos o circuito regulador que é formado por um diodo zener e um transistor (mais um resistor).

O diodo zener fornece uma tensão de referência a qual fará com que o transistor a forneça ao circuito alimentado mesmo quando a tensão de entrada variar. O resistor polariza o transistor de modo a fazê-lo funcionar apropriadamente (figura 7).

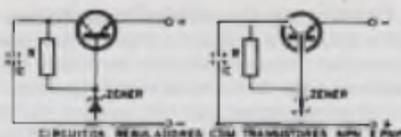


figura 7

É importante observar que a tensão de saída é sempre ligeiramente menor que a tensão de referência fornecida pelo diodo zener, e a diferença será tanto maior ou menor, conforme o transistor seja de germânio ou silício. Assim, na parte prática damos tabela tanto para o caso do transistor usado ser de germânio ou silício.

MONTAGEM DOS ELIMINADORES

Para a montagem da parte eletrônica destes circuitos o leitor necessitará das ferramentas que normalmente são usadas neste caso: um ferro de soldar de pequena potência, solda de boa qualidade, um alicate de corte e um alicate de ponta além da chave de fenda.

Devemos também observar que se o leitor for caprichoso poderá fazer uma caixa de madeira para alojar seu eliminador ou utilizar uma caixa plástica adquirida. Neste caso, deve também possuir as ferramentas para instalar e preparar essas caixinhas de modo apropriado (figura 8).

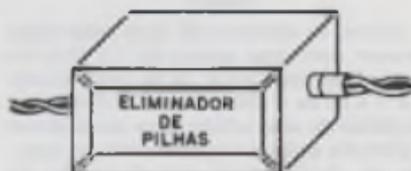


figura 8

Assim, antes de partir diretamente para a montagem, sugerimos a leitura completa do artigo de modo que as escolhas do material apropriado e a maneira como o circuito será adaptado ao radinho serão feitas.

Assim, na escolha do material, três componentes devem ser observados:

- O diodo zener
- O transistor regulador
- O transformador de alimentação.

A escolha deve começar pela tensão necessária à alimentação do seu radinho,

lembrando que para cada pilha temos cerca de 1,5 V.

A tabela dada a seguir servirá para sua orientação. Observe o número de pilhas em função da tensão:

1 pilha	1,5 V
2 pilhas	3,0 V
3 pilhas	4,5 V
4 pilhas	6,0 V
6 pilhas	9,0 V

Se as pilhas forem do tipo pequeno (lápiseira) a corrente do eliminador estará entre 50 e 100 mA. Se as pilhas forem médias, entre 100 e 200 mA, e se as pilhas forem grandes, entre 200 e 500 mA. Essa indicação será importante na escolha do transformador.

Uma vez determinada a tensão de saída, deve-se pensar na escolha do transistor de potência.

Qualquer transistor de potência, NPN ou PNP de germânio ou de silício, com uma corrente de coletor de mais de 1 A pode ser usado.

Na figura 9 damos diversos tipos de transistores, de germânio e de silício com seus invólucros. A disposição dos terminais de emissor, coletor e base devem ser observadas na hora de se fazer sua ligação ao circuito.

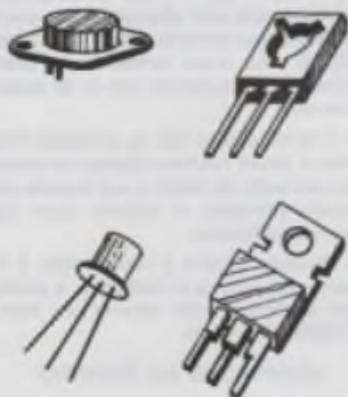


figura 9

Para o caso das fontes que exigirem correntes maiores do que 150 mA, (radinhos de pilhas médias), os transistores devem ser dotados de irradiadores de calor que podem ser feitos com pedaços de metal, conforme mostra a figura 10.

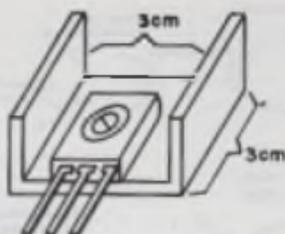


figura 10

A seguir, vem a escolha do diodo zener que é feita em função do transistor (se é de germânio ou silício) e da tensão desejada na saída do eliminador, ou seja, da tensão do radinho.

A escolha do transformador também é feita em função dessa tensão de saída, de modo que na mesma tabela fornecemos as indicações para os dois componentes.

TRANSISTORES DE GERMÂNIO (FIGURA 11)

Transformador (secundário)	diodo zener (400 mW)	tensão de saída
4,5 + 4,5 V	1,8 V	1,5 V
4,5 + 4,5 V	3,3 V	3,0 V
4,5 + 4,5 V	4,7 V	4,5 V
6,0 + 6,0 V	6,2 V	6,0 V
9,0 + 9,0 V	7,5 V	7,2 V
9,0 + 9,0 V	9,1 V	9,0 V

TRANSISTORES DE SILÍCIO (FIGURA 12)

transformador (secundário)	diodo zener (400 mW)	tensão de saída
4,5 + 4,5 V	2,1 V	1,5 V
4,5 + 4,5 V	3,6 V	3,0 V
4,5 + 4,5 V	5,1 V	4,5 V
6,0 + 6,0 V	6,8 V	6,0 V
6,0 + 6,0 V	8,2 V	7,5 V
9,0 + 9,0 V	10 V	9,0 V

A corrente do secundário dos transformadores é escolhida em função do tamanho das pilhas que os radinhos usem. Para radinhos de pilhas pequenas as correntes podem ser de 50 a 100 mA, as bem que transformadores de maior corrente também possam ser usados. Para pilhas médias e grandes os transformadores de 250 a 500 mA servirão perfeitamente.

O montagem do eliminador é bastante

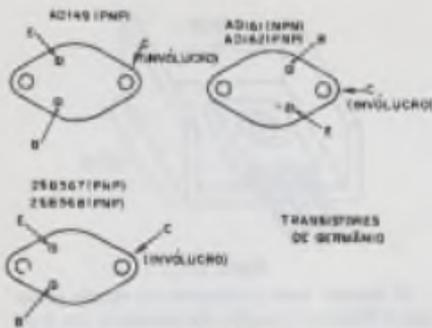


figura 11

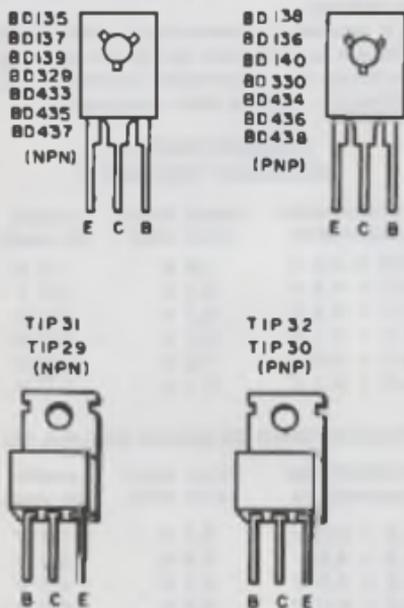


figura 12

fácil. O transformador pode ser instalado no interior da caixa ou fora, conforme mostra a figura 13.

Guie-se pelo diagrama dado na figura 14.

Os pontos importantes a serem observados nesta montagem são a ligação do transistor, a polaridade dos diodos retificadores e do capacitor eletrolítico, além da polaridade do diodo zener.

O máximo de cuidado deve ser tomado no caso da instalação do aparelho em caixa metálica para se evitar curto-circuitos.

A montagem é completada com a ligação do cabo de alimentação, e do cabo de conexão ao radinho no qual existe um jaque. A ligação dos fios ao jaque é explicada a seguir.

O JAQUE CIRCUITO-FECHADO

O jaque circuito fechado que será adaptado no radinho tem um funcionamento bastante simples de ser entendido.

Trata-se de um conector comum, possuindo um terminal adicional que exerce uma função bastante importante.

Assim, conforme mostra a figura 15, nesse jaque, dois dos terminais são ligados de tal modo que, quando o pino não se encontra introduzido no jaque, eles se encontram curto-circuitados, atuando portanto como um interruptor fechado. No momento em que o pino é introduzido, esses terminais são abertos, e a conexão dos fios do pino externo é feita num desses terminais e no outro terminal não usado.

Deste modo, podemos usá-lo da seguinte maneira:

a) Quando o pino não se encontra introduzido, o jaque mantém ligada ao circuito de alimentação do rádio a sua bateria, funcionando portanto o radinho com suas pilhas normalmente.

b) Quando o pino é introduzido, a sua alimentação interna é desligada, e passa a operar a alimentação externa, ou seja, o eliminador de pilhas.

ADAPTAÇÃO AO RADINHO

Na figura 16 temos o tipo comum de pino usado, e diversos tipos de jaques que poderão ser encontrados no comércio os quais o leitor poderá usar na adaptação ao seu radinho.

Depois de adquirir seu par (jaque e pino correspondente) procure no radinho um lugar próprio para a adaptação. Se o seu

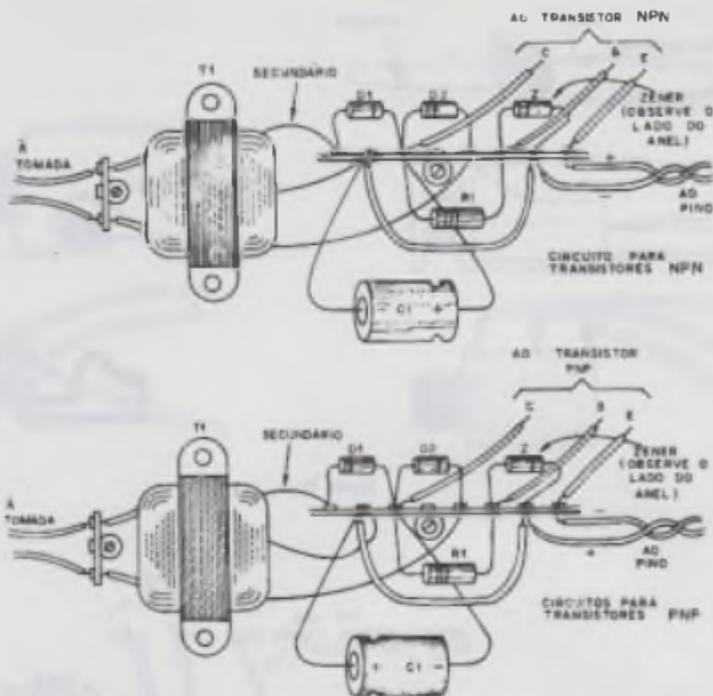


figura 13

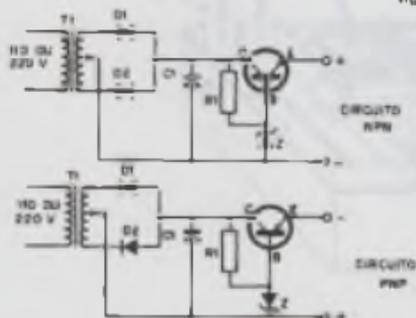


figura 14

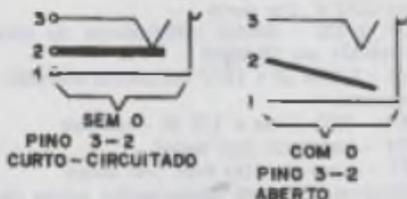


figura 15

radinho tiver um jaque para a ligação do fone, de preferência use na ligação do eliminador um de tipo diferente (pino mais fino ou mais grosso) para evitar a possibilidade de uma ligação acidental errada que poderia estragar o aparelho.

O pino é ligado à fonte por meio de dois fios de cores diferentes que identificam o polo positivo (+) e polo negativo (-).

No radinho, a ligação do jaque deve ser feita da seguinte modo:

Abra o radinho e localize seu suporte de pilhas. Deste suporte devem sair dois fios, correspondendo ao polo positivo e ao polo negativo.

Corte um cabinho de comprimento apropriado e solda uma de suas pontas ao terminal negativo do suporte de pilhas. A outra ponta desse cabinho corresponde ao fio 1 dos jaques, devendo em cada caso ser soldada no lugar apropriado.

A seguir, dessolda o fio que vai ao polo positivo do suporte de pilhas e solda-o no terminal 2 do jaque. Do terminal 3 solda um fio novo que vai até o suporte de pilhas

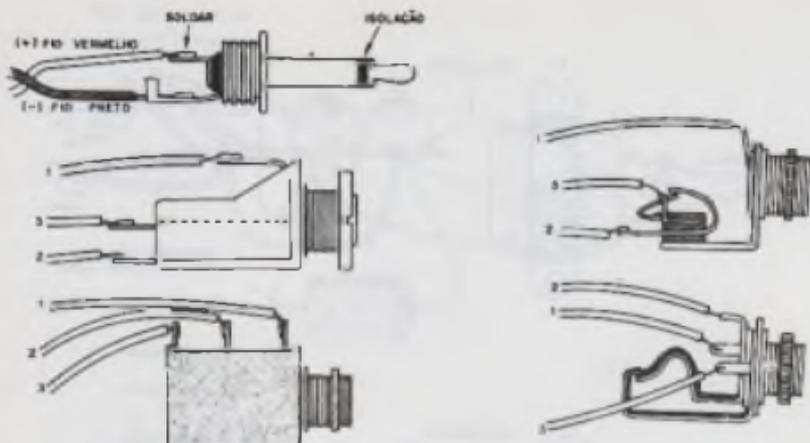


figura 16

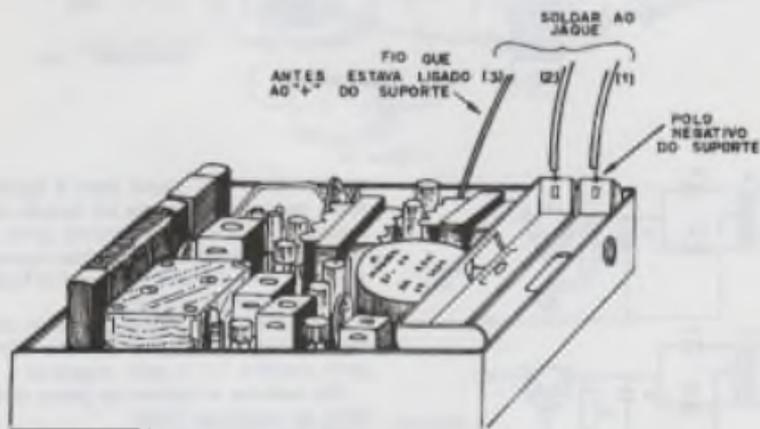


figura 17

no terminal positivo. A figura 17 mostra exatamente como isso deve ser feito.

OBSERVAÇÕES

Evite fazer a conexão do eliminador de pilhas com o radinho ligado. Fora de uso deixe o plugue desligado da tomada de energia.

LISTA DE MATERIAL

T1 - transformador com primário de 110

ou 220 V. Ver texto

D1 e D2 - diodos retificadores do tipo 1N4001 ou 1N4002

C1 - 1 000 μ F x 16 V - capacitor eletrolítico

R1 - 330 ohms x 1/2 W - resistor

Q1 - transistor (ver texto)

Z1 - zener de 400 mW (ver texto)

Diversos: cabo de alimentação, ponte de terminais, jaque e pino, caixa, fios, solda, etc

CURSO DE ELETRÔNICA[®]

LIÇÃO 17

A abordagem do assunto capacitor poderia ocupar dezenas de lições de um curso completo de eletrônica. Como a nossa finalidade neste curso é apenas dar uma base teórica suficiente para permitir a prática de eletrônica, não precisaremos, por enquanto de muitas lições para falarmos o que desejamos desse componente. Entretanto, ainda nesta lição, e na próxima o assunto focalizado será o capacitor. Neste, ainda falaremos dos diversos tipos de capacitores, analisando sua construção, suas aplicações, seus códigos e o que o leitor deve observar ao adquirir esse tipo de componente. Falaremos dos capacitores de mica, dos capacitores de políester e finalmente dos capacitores eletrolíticos.

45. CAPACITORES DE MICA

Como dielétrico, a mica apresenta propriedades elétricas excelentes, permitindo a construção de capacitores em que os requisitos básicos sejam a precisão e a capacidade de trabalhar em frequências elevadas sem perdas. Entretanto, uma das suas desvantagens consiste no fato desse material não ser flexível o que exige a construção dos capacitores segundo técnica especial. Assim, os capacitores de mica são basicamente capacitores planos em que, as armaduras consistem em placas planas entre as quais são colocadas folhas de mica como dielétrico. A espessura da mica dependerá da tensão que deve suportar o capacitor, ao mesmo tempo que também determinará a sua capacitância. Na figura 187 temos a construção de um capacitor desse tipo.

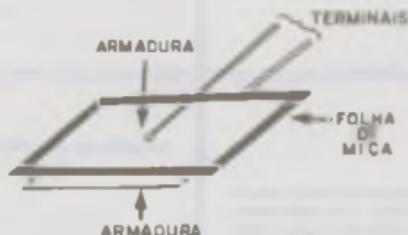


figura 187

Os capacitores de mica são fabricados com diversos aspectos externos conforme as armaduras sejam retangulares ou circulares. A faixa de valores para esses capacitores vai de 1 pF à 10 k pF, com tensões típicas de isolamento de 350 volts.

Na figura 188 temos alguns capacitores de mica do tipo que comumente podem ser encontrados em equipamentos eletrônicos.

capacitores de mica

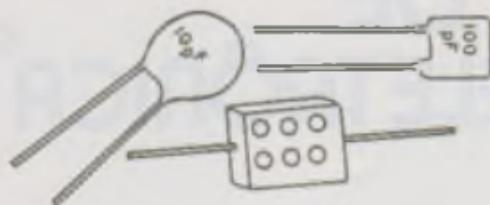


figura 188

Dentre os capacitores de mica, encontramos os tipos de mica prateada que se caracterizam por uma tolerância muito pequena, da ordem de 1% os quais são largamente utilizados em instrumentos de precisão e em aplicações em que uma tolerância pequena seja exigida para este tipo de componente.

Os capacitores de mica são utilizados nos circuitos de RF como acoplamento, sintonia, etc. Sua aplicação mais comum é nos circuitos de alta frequência de alta estabilidade.

As características principais que devem ser observadas nestes capacitores são:

- estabilidade apresentando variações menores que 0,5%;
- Tensões elevadas de isolamento, podendo ser utilizados em circuitos de transmissão;
- Podem ser obtidos em tolerâncias muito pequenas, como por exemplo 1% para o caso dos tipos de mica prateada;
- As fugas são extremamente pequenas e as perdas em frequências elevadas são muito pequenas;
- A sua resistência de isolamento é extremamente elevada, de ordem de 100 000 M Ω .

Como nos outros tipos de capacitores, as indicações principais para este tipo de componente são a capacitância, normalmente expressa em pF (pico Farad), a tensão de isolamento, e eventualmente a tolerância, que é dada sob a forma de uma porcentagem.

Capacitores de poliestireno

O poliestireno é um derivado do petróleo que apresenta características isolantes que se aproximam de certo modo da mica o que permite a construção de capacitores utilizando esse material como dielétrico.

Os capacitores de poliestireno são portanto usados nos circuitos de frequências elevadas, podendo ser encontrados com capacitâncias que vão de 10 pF a 10 kPF com tensões de isolamento compreendidas entre 25 e 500V.

usos

propriedades

capacitores de poliestireno

Como o polistireno é flexível, os capacitores que usam este material como dielétrico podem ser fabricados segundo o formato tubular. Na figura 189 temos alguns tipos de capacitores de polistireno.

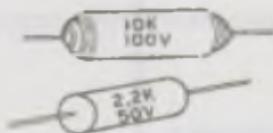


figura 189

Com relação ao uso dos capacitores de polistireno, são os mesmos dos capacitores de mica, ou seja, em circuitos de altas frequências. Entretanto como não apresentam a mesma estabilidade, nem a mesma tolerância dos capacitores de mica, não são preferidos nos casos de instrumentos de precisão ou em aplicações em que estabilidade e pequena tolerância sejam exigidas.

Os capacitores de polistireno podem ser encontrados com tolerâncias de 2,5 a 10%, conforme a aplicação a que se destinam.

Na compra de um capacitor desse tipo, os fatores a serem observados são os mesmos que no caso dos capacitores de mica, ou seja: capacitância, normalmente expressa em picofarads, tensão de isolamento, e tolerância.

A seguir, damos um resumo deste quadro e um questionário:

Resumo do quadro 45

- Os capacitores de mica são utilizados em circuitos de altas frequências, em que se exige estabilidade e pequena tolerância.
- Como a mica não é flexível, os capacitores de mica são planos.
- Os capacitores de mica são encontrados com valores que vão de 1 pF a 100pF e com tensões de isolamento de até mais de 350 V.
- Os capacitores de mica são usados em circuitos de antenas de receptores e transmissores, e em instrumentos de precisão.
- A resistência de isolamento dos capacitores de mica é bastante elevada.
- Os capacitores de polistireno apresentam características próximas das dos capacitores de mica.
- O polistireno é entretanto flexível o que fez com que esses capacitores sejam construídos de forma tubular.
- A tolerância dos capacitores de polistireno é entretanto maior do que a dos capacitores de mica, assim como sua estabilidade.

Avaliação 136

A mica usada como dielétrica nos capacitores é: (assinale a alternativa correta)

- a) Um minério condutor de corrente elétrica
- b) Um derivado do petróleo flexível
- c) Um mineral isolante não flexível
- d) Um derivado do petróleo condutor de corrente

Resposta: a

Explicação

Conforme vimos, a mica é um mineral que apresenta propriedades elétricas que a tornam ideal para a fabricação de capacitores. A mica é um isolante que não apresenta flexibilidade a ponto de permitir que capacitores tubulares sejam construídos com esse material. O leitor pode ver esse mesmo material, a mica, usado nos isolantes das "resistências" nos ferros de passar roupa e nas "tampas" de alguns fusíveis. É aquele substrato que se "desfolha" ao contato com os dedos. A alternativa correta é a correspondente à letra c. Se você acertou, passe ao teste seguinte; caso contrário, leia novamente a lição.

Avaliação 137

Em qual dos circuitos abaixo você daria preferência para a utilização de um capacitor de mica preta? (Assinale a alternativa correta)

- a) Filtragem de sinais de baixa frequência
- b) Circuitos de tempo que exigem grandes capacitâncias
- c) Acoplamento de sinais de áudio
- d) Osciladores de RF de grande precisão

Resposta: d

Explicação

Se bem que ainda não tenhamos explicado o que vem a ser um "oscilador", lembrando o texto do quadro anterior, o leitor pode perceber que os capacitores de mica preta são usados em circuitos de precisão para elevadas frequências, ou seja, RF. De fato, os osciladores, são circuitos que tem por finalidade gerar sinais de frequências elevadas sendo encontrados em instrumentos de precisão, transmissores, etc. Normalmente, nos circuitos básicos desse tipo, capacitores de mica preta são utilizados, dada a necessidade de grande estabilidade para seu funcionamento. A resposta correta corresponde à alternativa d.

Avaliação 138

Qual é o fator que indica que a resistência elétrica entre as armaduras, ou seja, a resistência do dielétrico é muito elevada? (assinale a alternativa correta)

- a) Tolerância
- b) Resistência de isolamento
- c) Fator de potência
- d) Capacitância

Resposta b

Explicação

Uma das propriedades que caracteriza um capacitor é a existência de um isolante entre as armaduras. Isso significa que num capacitor perfeito a resistência entre as armaduras deve ser infinita. Como isso é impossível na prática, pois não existe um isolante perfeito, todo capacitor apresenta uma certa resistência entre suas armaduras. Essa resistência evidentemente deve ser a maior possível, sendo denominada resistência de isolamento. A resposta correta é portanto a correspondente a alternativa b. Passe ao quadro seguinte, se acertou.

46. CAPACITORES DE POLIÉSTER METALIZADO

Esses capacitores são construídos pela deposição de uma fina camada de metal que formará as armaduras numa tira de poliéster que é um derivado de petróleo (plástico) que será o dielétrico. Esses capacitores podem ser encontrados segundo os formatos mostrados na figura 190.

A faixa de capacitância desses capacitores vai de 1 μF a 2,2 μF com tensões de isolamento entre 100 e 800 volts.

poliéster metalizado



figura 190

Os capacitores de poliéster metalizado não são recomendados para circuitos que operem em frequências elevadas, sendo normalmente indicados para exercer funções como desacoplamento de sinais de baixa frequência, acoplamento, filtragem, etc.

O ponto principal a ser observado em relação aos capacitores de poliéster metalizado é em relação às suas especificações feitas por meio de faixas coloridas pintadas em seu corpo. Através dessas faixas são especificadas a capacitância do componente, a sua tolerância e finalmente a sua tensão de trabalho.

Na figura 191 temos a maneira segundo a qual essas três grandezas são especificadas, e em seguida passamos a explicar como proceder sua leitura.

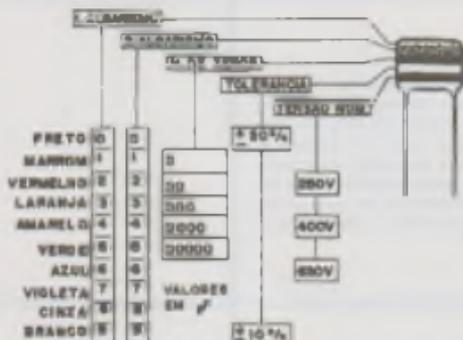


figura 191

As duas primeiras faixas nos dão os dois primeiros algarismos da capacitância expressa em pico farads. Por exemplo, se a primeira faixa for amarela (4) e a segunda violeta (7), já temos o número 47 para a nossa leitura.

A terceira faixa nos dá o multiplicador, ou seja, por quanto devemos multiplicar o número formado pelas duas primeiras, ou quantos zeros devemos acrescentar ao número formado (exatamente como no caso dos resistores). Se a terceira faixa for laranja, por exemplo, temos 3 zeros, o que nos dá 47 000.

Temos portanto, a capacitância em pF, ou seja, 47 000 pF ou 47 kpF. Expressa em microfarads, a mesma capacitância será 0,047 μ F. (veja nas lições anteriores como é feita essa conversão).

A quarta faixa nos dá a tolerância do capacitor. Neste caso, ela pode ser preta para o caso de 20% e branca para o caso de 10%.

A última faixa nos dá a tensão de trabalho, segundo a seguinte tabela:

- marrom - 100 V
- vermelha - 250 V
- amarela - 400 V
- azul - 630 V.

Por exemplo, um capacitor de poliéster metalizado cujas faixas sejam: vermelho, violeta, vermelho, branco e marrom pode ser "traduzido" como: 2700 pF x 100 V com 10% de tolerância.

cdigo de cores

Peças suas características, este tipo de capacitor é largamente usado em circuitos de baixa frequência, como por exemplo, em amplificadores de áudio, fontes de alimentação, etc.

Capacitores de polícarbonato

Podemos dizer que estes são da mesma família dos capacitores de poliéster e de poliéster metalizado. São empregados normalmente em circuitos de baixa frequência, podendo ser encontrados com capacitâncias entre 10 μF até 2 μF com tensões de isolamento compreendidas entre 100 e 400 volts.

Na figura 192 temos o aspecto mais comum para este tipo de capacitor.

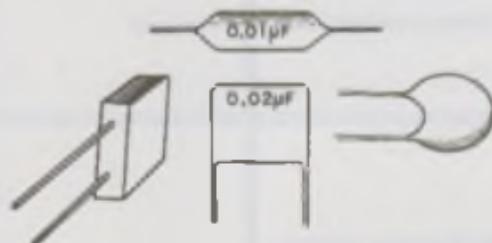


figura 192

Observamos que, dependendo do fabricante, tanto os capacitores de poliéster, como os de poliéster metalizado, e os de polícarbonato podem variar quanto ao aspecto havendo casos em que a indicação de valor (capacitância, tolerância e tensão) são feitas por meio do código de cores, e casos em que os números são impressos diretamente no corpo do componente.

A seguir damos um resumo desta lição, e depois o questionário:

Resumo do quadro 48

- Os capacitores de poliéster possuem como dielétrico, uma película de poliéster (substância plástica).
- Os tipos de poliéster metalizado, são construídos pela deposição de uma camada metálica nessa película de poliéster, sendo por isso denominados também de capacitores de "filme metálico".
- Os capacitores de poliéster e de polícarbonato, são recomendados para aplicações em circuitos de baixa frequência.
- Em alguns tipos de capacitores de poliéster, como os de poliéster metalizado, as especificações são feitas por meio de faixas coloridas pintadas no corpo do componente.
- Os capacitores de poliéster metalizado e polícarbonato, são recomendados para uso geral, por serem de pequena porte,

polícarbonato

terem uma faixa de valores de acordo com as necessidades da maioria dos projetos.

- Os capacitores de políéster e polícarbonato possuem tolerâncias entre 5% e 20%.

Avaliação 139

Nos capacitores de filme metálico, como os capacitores de políéster metalizado, as armaduras consistem em: (assinale a alternativa correta)

- a) Folhas de metal colocadas sobre o dielétrico.
- b) Uma finíssima camada de metal, depositada sobre um filme de políéster.
- c) Folhas de políéster, colocadas sobre uma película metálica.

Resposta b

Explicação

Conforme estudamos, os capacitores de políéster metalizado são fabricados depositando-se uma finíssima camada de metal sobre as faces de um filme de políéster o qual será o dielétrico. As folhas de metal que se formam sobre o filme são as armaduras do capacitor. A alternativa correta é portanto, a correspondente à letra b. Se acertou, passe ao texto seguinte, caso contrário, releia novamente a lição.

Avaliação 140

Um capacitor de políéster metalizado, possui pintadas em seu corpo, as seguintes faixas coloridas:

- 1ª faixa - laranja
- 2ª faixa - laranja
- 3ª faixa - vermelha
- 4ª faixa - branca
- 5ª faixa - vermelha

Assinale a alternativa correta:

- a) 33 μ F x 250 V - 20%
- b) 33 nF x 250 V - 10%
- c) 33 k μ F x 250 V - 10%
- d) 3,3 k μ F x 250 V - 10%

Resposta d

Explicação

Começamos pela capacitância: a primeira e a segunda faixa taranja, nos dão como número inicial 33. A seguir, a terceira faixa nos dá o multiplicador. Vermelho significa $\times 100$ ou seja, que devemos acrescentar dois zeros ao número obtido pelas duas primeiras faixas. Assim temos, 3300.

Como a capacitância é expressa em pico Farada para este tipo de capacitor, temos já a sua capacitância: 3,3 μF . A seguir, a tolerância que é 10%, dada pela faixa branca, e finalmente a faixa vermelha que nos dá a tensão de trabalho: 250 volts. A alternativa correta é portanto, a correspondente à letra d. Passe ao teste seguinte e tente novamente se errou este.

Avaliação 141

Um capacitor de poliéster metalizado tem suas especificações dadas por meio das faixas coloridas pintadas em seu corpo. Procure verificar quais são essas especificações para o seguinte caso:

Caso:

- 1ª faixa — marrom
- 2ª faixa — preta
- 3ª faixa — amarela
- 4ª faixa — preta
- 5ª faixa — amarela

- a) 1 μF \times 400 V \pm 20%
- b) 0,1 μF \times 250 V \pm 20%
- c) 0,1 μF \times 400 V \pm 20%
- d) 10 μF \times 400 V \pm 20%

Resposta c

Explicação

Começamos novamente pela capacitância: os dois primeiros anéis, marrom e preto nos fornecem 10 como valor inicial. O multiplicador dado pelo terceiro anel é de 10 000 ou seja, devemos acrescentar 4 zeros ao valor formado pelos dois primeiros algarismos, de onde obtemos: 100 000. Como a capacitância é expressa em pico farada temos: 100 000 pF. Convertendo em microfarads (dividindo por 1 000 000) temos: 0,1 μF . Com o quarto anel obtemos a tolerância que é de 20% e finalmente o último anel amarelo nos diz que a tensão de isolamento é de 400 V. A alternativa correta é portanto, a correspondente à letra c. Passe ao quadro seguinte se acertou.

47. CAPACITORES ELETROLÍTICOS

Conforme dissemos nas lições anteriores, os capacitores eletrolíticos se enquadram na categoria dos capacitores químicos. Nestes, um eletrodo metálico que será uma das armaduras é recoberto por uma finíssima camada de óxido a qual servirá como dielétrico. Como essa camada se forma quimicamente tendo a espessura de milésimos de milímetros, e como a capacitância de um capacitor está na proporção inversa da espessura do dielétrico, com este tipo de construção podem ser obtidas capacitâncias muito elevadas em pequenos volumes, ou seja, com superfícies relativamente pequenas das armaduras. Na figura 193 temos em corte o aspecto da construção interna de um capacitor eletrolítico, se bem que os tipos atuais tenham algumas diferenças estruturais principalmente visando aproveitar melhor o espaço.

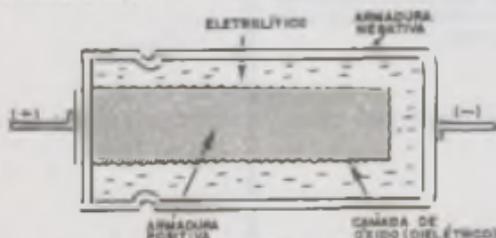


figura 193

Entretanto, ao lado de vantagem de se obter capacitâncias muito grandes com componentes relativamente pequenos, existem também as desvantagens. Uma delas é que, a camada de óxido sendo muito fina, não pode suportar tensões elevadas, o que significa que em geral, o capacitor eletrolítico se torna grande à medida que se deseja ao mesmo tempo capacitância elevada e tensão de operação alta. Em suma, se desejarmos uma capacitância elevada, para um componente de dimensões limitadas, devemos sacrificar sua tensão de isolamento.

Deste modo, é comum que os fabricantes indiquem seus capacitores eletrolíticos por meio de tabelas em que para um mesmo tamanho de invólucro são dadas tensões de isolamento em função de capacitâncias. A figura 194 mostra uma dessas tabelas.



CAPACITÂNCIA (µF)

figura 194

construção

desvantagens

Outra desvantagem, reside no fato dos capacitores eletrolíticos serem componentes polarizados, isto é, existe um terminal que sempre deve corresponder à armadura positiva e outro à armadura negativa. Se houver inversão circulará uma corrente através do componente que fará com que a película de óxido seja destruída inutilizando o componente. Deste modo, os capacitores eletrolíticos têm sempre em seu corpo, indicada a sua polarização, quer seja por meio de gravação direta dos sinais (+) e (-) ou ainda por recursos que permitam a fácil identificação de que terminal é negativo ou positivo. Assim, nos casos em que o invólucro pode ser visto, este corresponde ao terminal da armadura negativa, enquanto que o terminal que penetra no "copo" por meio de um laçador de borracha ou outro material, corresponde à armadura positiva. Na figura 195 temos alguns tipos mais comuns de capacitores eletrolíticos.

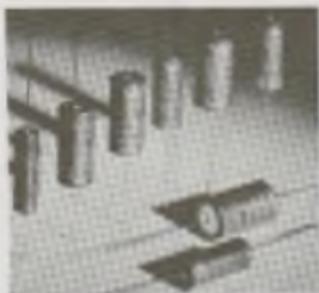


figura 195

Podemos em termos gerais dividir os capacitores eletrolíticos em dois grupos: os capacitores de baixa tensão e os capacitores para tensões elevadas. Os capacitores de baixa tensão são os normalmente encontrados nos equipamentos transistorizados, tendo uma faixa de capacitâncias compreendida entre 1 μF e 22000 μF , com tensões de isolamento entre 2,5 e 80 Volts. (Em alguns casos, podem ser encontrados capacitores de até mais de 200 000 μF para aplicações especiais).

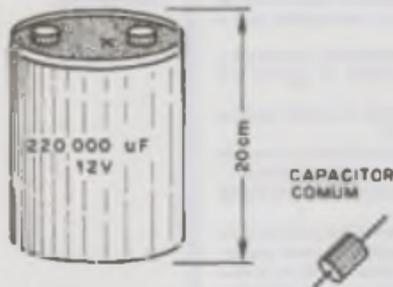


figura 196

Os capacitores para altas tensões em circuitos alimentados diretamente pela rede, em aparelhos que utilizam válvulas tais como rádios e televisores cuja faixa de capacitância vai de 1 μF a 500 μF com tensões de isolamento entre 100 e 500 Volts.

polarização

tipos de eletrolíticos

Nesta categoria também incluímos os capacitores de 100 μF a 400 μF com tensões de 200 a 500 V usados em flash de máquinas fotográficas.

Existem ainda os capacitores eletrolíticos duplos e múltiplos que consistem em dois ou mais capacitores encarrados num mesmo invólucro tendo um eletrodo em comum, geralmente a armadura negativa. Um desses capacitores é representado na figura 197, com o seu símbolo.

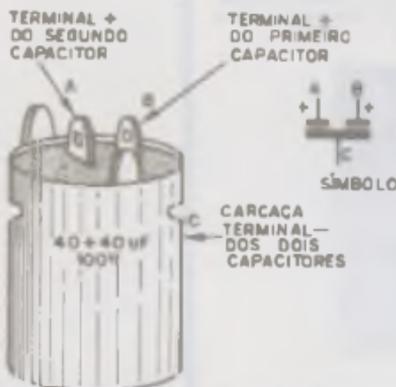


figura 197

Os capacitores eletrolíticos são usados com diversas finalidades: são utilizados em circuitos de filtragem de fontes de alimentação, em circuitos de tempo, como acoplamento e desacoplamento em circuitos de áudio. As tolerâncias dos capacitores eletrolíticos estão compreendidas entre -20% e +50%.

A seguir, damos uma relação das principais características dos capacitores eletrolíticos que devem ser observadas para o uso desse componente:

- Os capacitores eletrolíticos são componentes polarizados devendo portanto ser observada sua posição na ligação em qualquer circuito.
- Suas tolerâncias são grandes, devendo ser feita escolha entre diversos quando se desejar precisão.
- As correntes de fuga normalmente são elevadas, devendo esse fator ser considerado em algumas aplicações práticas.
- Possuem durabilidade limitada e sua capacitância aumenta com o seu tempo de uso.

Como normalmente os capacitores eletrolíticos são componentes de dimensões consideráveis, a marcação de sua capacitância e tensão de operação, são feitas diretamente no corpo.

A seguir, daremos um resumo desta lição e um questionário para avaliar de que modo o aluno assimilou nossas ensinamentos.

UNIAS

Características

Resumo do quadro 47

- Os capacitores eletrolíticos são capacitores químicos.
- O dielétrico dos capacitores eletrolíticos consiste numa fina camada de óxido formada sobre um metal que será uma das armaduras.
- Como a película é muito fina, os capacitores eletrolíticos podem apresentar capacitâncias muito elevadas.
- A tensão de isolamento depende da espessura do dielétrico.
- Os capacitores eletrolíticos, em geral, apresentam capacitâncias muito elevadas.
- Quando os capacitores têm capacitâncias muito elevadas, para um mesmo tamanho, sua tensão de isolamento diminui na mesma proporção.
- Os capacitores eletrolíticos apresentam tolerâncias entre -20% e + 50%.
- Os capacitores eletrolíticos, têm modo certo de serem ligados nos circuitos.
- Existem capacitores eletrolíticos múltiplos, ou seja, diversos capacitores com uma armadura comum em um mesmo invólucro.
- As correntes de fuga dos eletrolíticos, em geral, são elevadas e sua durabilidade também é limitada.

Avaliação 142

Desejando um capacitor de 100 μ F x 150 volts, você evidentemente optará por um capacitor de que tipo? (assinale a alternativa correta).

- a) mica.
- b) políester metalizado.
- c) disco de cerâmica.
- d) eletrolítico.

resposta d.

Explicação

Se bem que possam ser fabricados em condições especiais capacitores despolinizados de mica, a óleo ou mesmo de políester de 100 μ F, o comum quando se deseja uma capacitância elevada, da ordem de 100 μ F, é utilizar um capacitor eletrolítico. É claro que, deve-se fazer a verificação da possibilidade do capacitor ser do tipo polarizado, ou seja, se o circuito é ou não de corrente contínua. Nos circuitos de corrente alternada, o capacitor eletrolítico não pode ser usado diretamente. A respos-

ta correta, corresponde portanto, à alternativa d. Passe ao teste seguinte se acertou.

Avaliação 143

Desejando usar capacitores eletrolíticos num circuito de corrente alternada como por exemplo em divisores de frequência (como os usados com alto-falantes em caixas acústicas), devemos proceder de que modo? (assinale a alternativa correta).

- Podemos ligá-los diretamente, pois estas componentes são despolarizados.
- Basta obedecer a polaridade na ligação.
- Devemos ligar dois capacitores em oposição, ou seja, em série, porém, com as armaduras de mesma polaridade de lados opostos.
- Devemos ligar dois em paralelo, com armaduras iguais de lados opostos.

resposta c.

Explicação

Conforme dissemos, os capacitores eletrolíticos são componentes polarizados, ou seja, possuem uma determinada armadura, a qual deve receber as cargas positivas ou negativas. Nos circuitos de corrente alternada, em que a corrente inverte de sentido constantemente, os capacitores não podem ser usados diretamente. No caso dos amplificadores, na ligação dos divisores de frequência, são ligados capacitores eletrolíticos em oposição (conforme mostra a figura 198). Neste caso, com as armaduras de mesmo nome opostas, o capacitor pode admitir a passagem de correntes alternadas, ou seja, pode ser carregado e descarregado com cargas de sinais opostos.



figura 198

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

Avaliação 144

Para uma aplicação geral, num circuito de baixa frequência, tem-se uma lista de material com 4 capacitores de valores dife-

<p>rentes. Em que casos, temos capacitores que podem ser do tipo eletrolítico? (assinale a alternativa correta).</p> <p>1 - 1 μF x 450 V 2 - 100 μF x 100 V 3 - 4,7 μF x 8 V 4 - 1 nF x 1 kV 5 - 27 μF x 100 V 6 - 100 μF x 16 V 7 - 100 kμF x 250 V 8 - 0,1 μF x 450 V 9 - 8 μF x 450 V 10 - 0,02 μF x 800 V</p> <p>a) 1, 3, 5, 8 e 9 b) 1, 3, 6, 9 e 10 c) 3, 4, 6 e 9 d) 3, 6 e 9</p>	<p>resposta d.</p>
<p>Explicação</p> <p>Capacitores eletrolíticos, são usados quando se deseja uma capacitância elevada. Se bem que os capacitores eletrolíticos possam ser encontrados em capacitâncias a partir de 1 μF, para este valor começam as dúvidas quanto à escolha. Por exemplo, para a tensão de 450 V um capacitor de 1 μF pode ser do tipo de poliéster metalizado, sem problemas, sendo na maioria das vezes, preferido em lugar dos eletrolíticos, a não ser nas aplicações em que especificamente um tipo ou outro seja determinado. Assim, com valores acima de 1 μF, excluindo-se este, temos os seguintes capacitores: 4,7 μF x 6 V; 100 μF x 16 V; e 8 μF x 450 V.</p> <p>A alternativa correta é a correspondente à letra d. Passe ao teste seguinte se acertou.</p>	
<p>Avaliação 145</p> <p>"Os capacitores eletrolíticos permitem a obtenção de capacitâncias.....em volumes.....". (Complete com as palavras que julgar corretas).</p>	<p>elevadas - pequenos.</p>
<p>Explicação</p> <p>De fato, o que caracteriza um capacitor eletrolítico é a possibilidade de se obter capacitâncias elevadas em pequenos volumes. As palavras que melhor se enquadram no texto são portanto "elevadas" e "pequenos". Se você acertou, passe ao teste seguinte, caso contrário, estude novamente a lição.</p>	
<p>48. CAPACITORES DE TÂNTALO</p> <p>Esses capacitores se enquadram no grupo dos capacitores químicos. Nos capacitores eletrolíticos comuns, o dielétrico consiste numa camada de óxido de alumínio. Nos capacitores de</p>	

tântalo, o dielétrico consiste numa camada de óxido de tântalo. Como essa substância apresenta uma constante dielétrica muito maior que a do óxido de alumínio, as capacitâncias obtidas podem ser muito maiores. Assim, os capacitores de tântalo se caracterizam por uma capacitância muito elevada e um tamanho extremamente pequeno. São usados nas aplicações em que se exige o máximo de miniaturização, em lugar dos capacitores eletrolíticos comuns.

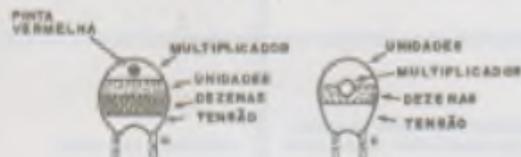
Na figura 199, temos alguns capacitores de tântalo comparados com a ponta de um lápis.



figura 199

Os capacitores de tântalo custam bem mais caro que os capacitores eletrolíticos comuns, podendo ser encontrados em capacitâncias que vão de $0,1 \mu\text{F}$ a $50 \mu\text{F}$ com tensões de isolamento de 3 a 40 V.

Suas especificações podem ser por meio de um código de cores, conforme mostrado na figura 200.



CÓDIGO DE CORES			
COR DO ANEL	TENSÃO	DEZENAS UNIDADES	MULTIPLICAÇÃO
MARROM	—	1	$\times 10 \mu\text{F}$
VERMELHO	—	2	$\times 100 \mu\text{F}$
LARANJA	50 V	3	—
AMARELO	63 V	4	—
VERDE	10 V	5	—
AZUL	20 V	6	—
VIOLETA	—	7	—
CINZA	25 V	8	$\times 0,01 \mu\text{F}$
BRANCO	3 V	9	$\times 0,1 \mu\text{F}$
PRETO	10 V	0	$\times 1 \mu\text{F}$
ROSA	35 V	—	—

figura 200

Como os capacitores eletrolíticos comuns, os capacitores de tântalo são polarizados, isto é, têm posição certa para serem ligados aos circuitos.

óxido de tântalo.

código de cores.

