ELETRÔNICA PRÁTICA

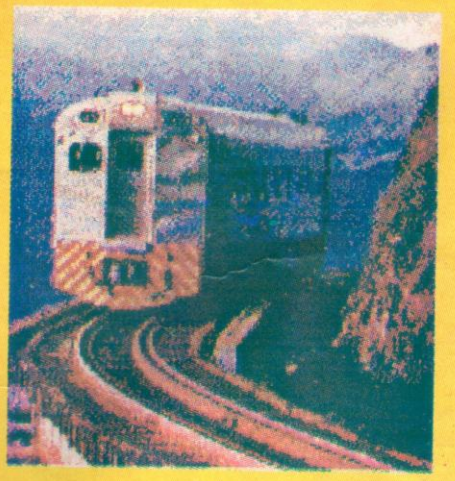
A REVISTA PRA QUEM CURTE ELETRÔNICA

MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL

GRAFFITI CULTURAL



CONTROLE DE VELOCIDADE COM INÉRCIA



GERADORES D/C

TV PIRATA (CONCLUSÃO)

TEMPORIZADOR DOMÉSTICO

AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA

MULTIPLEXADOR PARA OSCILOSCÓPIO

CURSO DE SEMICONDUTORES

"O transistor bipolar"

ELETRÔNICA PRÁTICA Nº8 - CR$ 3.900

9 779151 475005

ELETRÔNICA PRÁTICA

A REVISTA PRA QUEM CURTE ELETRÔNICA

EDITORA GRAFFITI

EDITOR
João G.M. de Sá
DIRETORIA
João G.M. de Sá
Helena C. de Sá
TÉCNICOS RESPONSÁVEIS
Frans Struiving
Cleber de Almeida

Composição, Fotolitos e Impressão: Editora Graffiti Cultural - Distribuição - Fernando Chináglia S/A. Rua Teodoro da Silva, 907 - Rio de Janeiro. ELETRÔNICA PRÁTICA é uma publicação de propriedade da Editora Graffiti Cultural Ltda. - Redação Administração e Publicidade: Trav. Sta. Madalena de Piazzi, 110 - (041) 244-1796 - FAX 243-9627 - CEP 80.240-500 - Curitiba - Pr.Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações, assim como tradução e adaptação, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidades pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patente. Os editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho deficiente dos dispositivos se os mesmos forem montados com componentes avariados ou fora das especificações. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica ou comercial; NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. ASSINATURAS: os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em CURITIBA, em nome da EDITORA GRAFFITI CULTURAL LTDA.

ÍNDICE

PROJETOS

MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL 112
MULTIPLEXADOR PARA OSCILOSCÓPIO 120
TV PIRATA (CONCLUSÃO) 130
AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA 135
CONTROLE DE VELOCIDADE COM INÉRCIA 139
TEMPORIZADOR DOMÉSTICO 141

INFORMAÇÃO

CONHEÇA O INTEGRADO 128

PÁGINA DE SERVIÇO

VISTA COBREADA DAS PLACAS 126

CURSO

SEMICONDUTORES - 4ª LIÇÃO (Transistores de junção) 117

IDÉIAS PRÁTICA

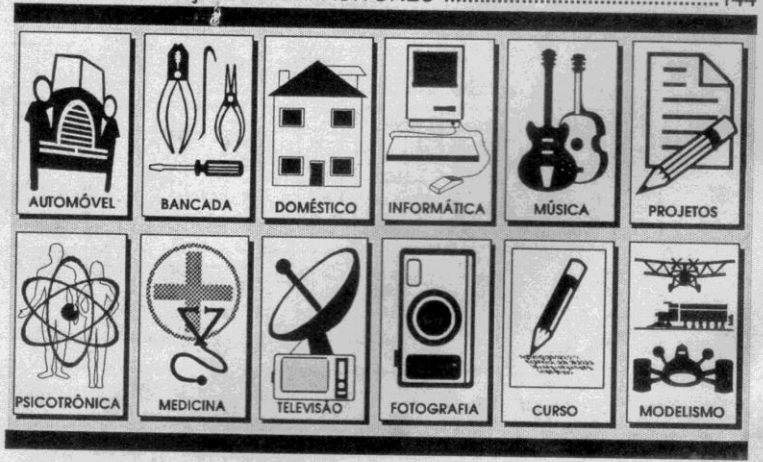
GERADORES DC 125

INFORMÁTICA

TBAV - VIRUSBYTE 143

DICAS DE BANCADA

IDENTIFICAÇÃO DE CAPACITORES 144



MEDICINA

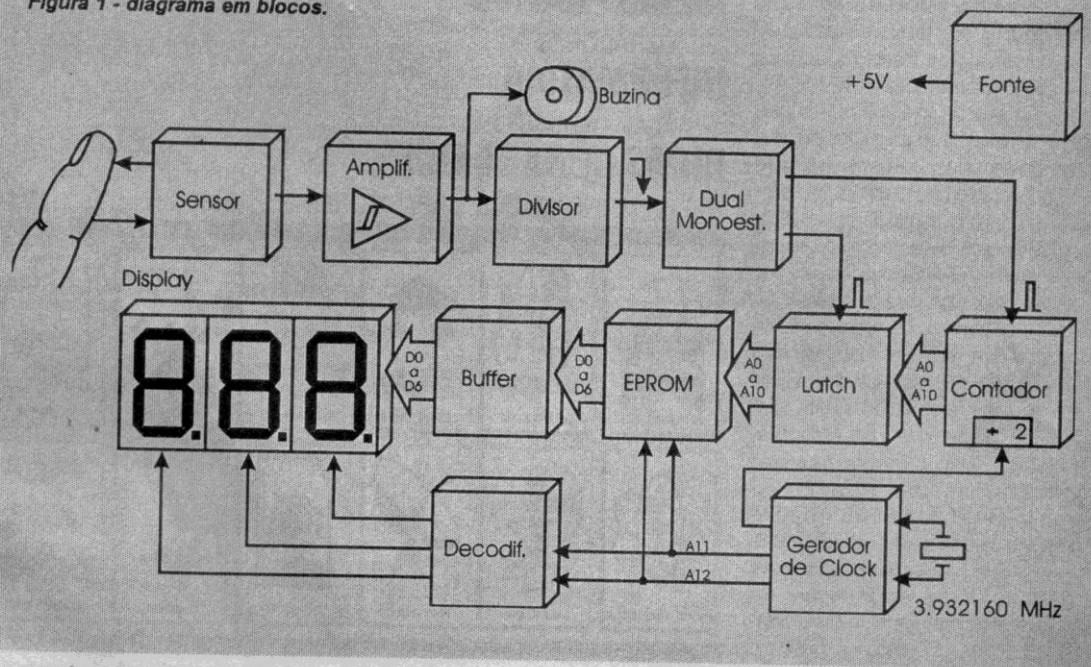
UM MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL

Muitas pessoas, quando praticam algum esporte monitoram constantemente o ritmo dos batimentos cardíacos. Para facilitar este monitoramento desenvolvemos um monitor digital, que com um simples contato do dedo fornece uma leitura rápida e precisa.

O coração é um dos órgãos mais importante do corpo humano, por isso necessita ser cuidado com muita atenção. Certas pessoas monitoram o batimento durante a prática de algum esporte para verificar como anda o rendimento físico e a saúde. Para se obter o ritmo cardíaco pelo método tradicional, necessita-se "marcar" um tempo pré determinado em um relógio e contar as pulsações sentidas com o tato em uma determinada veia. Assim, se forem contados 45 batidas em 30 segundos, significa que o coração está trabalhando num ritmo de 90 BPM (batimentos por minuto). Mas deve-se levar em consideração que o período das pulsações não é constante, portanto, é possível que ao final da contagem a leitura real possa ser diferente da obtida. O ideal é que a pulsação seja tomada num tempo mais curto possível, mas que por este método não convém, pois a precisão da leitura é comprometida.

Desenvolvemos então o Monitor de Ritmo Cardíaco Digital (denominado de agora em diante pelas iniciais MRCD) que realiza a leitura rapidamente e com excelente precisão, apresentando o resultado final em um display. Para usar o MRCD basta simplesmente encostar um dedo qualquer da mão em um sensor infra-vermelho, que por sua vez capta as variações do fluxo sanguíneo e conver-

Figura 1 - diagrama em blocos.



te-as em pulsos audíveis que são contados e calculados, para que resulte no display um valor em BPM (batimentos por minuto).

DIAGRAMA EM BLOCOS

Para facilitar a compreensão do funcionamento do MRCD, iniciamos a explicação a nível de diagrama em blocos, ilustrado na **figura 1**.

O bloco Sensor é responsável pela detectação dos batimentos que acontece da seguinte forma: um diodo emissor e um transistor de luz infra-vermelho, são colocados lado a lado e devidamente isolados um do outro. Desta forma a luz emitida pelo diodo emissor penetra a epiderme do dedo e parte dela reflete ao transistor receptor. Quando ocorre um batimento cardíaco, há um aumento da densidade do sangue nas veias capilares do dedo, que por sua vez altera a quantidade de luz refletida e conseqüentemente a queda de tensão entre o emissor e coletor do transistor.

O próximo bloco amplifica a variação de tensão sobre o transistor receptor, e elimina possíveis oscilações que causariam um erro de leitura. Este bloco fornece na saída um sinal digital com nível alto cada vez que for sentido um batimento. No mesmo instante é emitido um beep que permite um acompanhamento sonoro.

O Divisor gera uma rampa de descida a cada oito batimentos sentidos. Esta rampa de descida é que determina o final de uma amostragem, ou seja, o MRCD mostra o resultado no display após contados 8 batimentos cardíacos.
Os blocos Dual Monoestável, Contador e Latch, em conjunto, convertem o período dos 8 batimentos contados em um valor binário, que por sua vez corresponde a um endereço aplicado a EPROM. O Contador é de 11 bits operando a uma freqüência de 120 Hz. Quando o Dual Monoestável é acionado, ocorre a geração de um primeiro pulso que transfere o valor binário contado até o presente momento para o Latch. O Latch memoriza este valor, que é aplicado ao barramento de endereço da EPROM (A0 a A10). Em seguida o Dual Monoestável gera um outro pulso que zera o Contador iniciando uma nova contagem. Tudo isto ocorre num espaço de micro-segundos.

O bloco EPROM é constituído somente por uma única EPROM 2764 (8Kbyte X 8), que internamente esta dividida em quatro bancos de memória (ver **figura 2**). Cada banco corresponde a um dígito do display, sendo que a última não é usada. Através dos pinos de endereço A11 e A12 é realizada a multiplexação dos bancos e do display. Esta multiplexação é realizada pelo bloco Gerador de Clock e Decodificador. A saída de dados da EPROM (D0 a D7) esta ligado através do Buffer (driver de corrente) aos segmentos a, b, c, d, e, f do display, respectivamente. Na **tabela 1** temos a correspondência entre o dígito e o dado gravado na EPROM.

Supondo um ritmo cardíaco de 150 BPM, significa que ocorre um batimento a cada 0,4 segundos. Sendo necessário 8 batimentos para realizar uma amostragem, em 3,2 segundos (0,4s X 8) teremos o resultado da leitura. Como o Contador opera a 120 Hz, serão contados 384 pulsos (3,2s X 120) até o momento que ocorrer o acionamento do Latch. O latch memoriza este valor, que corresponde ao endereço 384 em decimal (180 na base hexadecimal). Neste endereço dos bancos 0, 1 e 2 da EPROM, teremos gravado os dados BF, ED e 86 nesta ordem. Como ocorre a multiplexação dos dados e do display, teremos visualizado no display o número 150. O Gerador de Clock é baseado num cristal, o qual garante ao MRCD a mesma precisão deste.

ESQUEMA ELÉTRICO

Na **figura 3** temos o esquema elétrico do MRCD. O diodo D1 e o transistor TR1 constituem o bloco Sensor, sendo que o bloco Amplificador é formado pelos transistores T1 e T2 e o CI1 que realizam a amplificação do sinal a um nível adequado para que possa disparar o CI2 (555), que tem duas funções; gera pulsos de aprox. 100 ms para evitar qualquer sinal expúrio dentro deste período e proporcionar um sinal que possa ser interpretado como nível lógico.

Em seguida o sinal é aplicado ao CI4A, que opera como divisor por 8. Quando oito batimentos são sentidos, a saída Q3 assume nível alto, que no mesmo instante zera o próprio contador, sendo em Q2 retirado o sinal que dispara os dois monoestáveis, formados pelo CI5. O primeiro a ser disparado é o CI5B, que gera um pulso de aprox. 1us (pino 10) responsável pela transferência do valor contado pelo CI6 para os latch's CI8 e CI9. Na rampa de descida do primeiro pulso ocorre o disparo do segundo monoestável CI5A, que por sua vez, causa o zeramento do contador de 11 bits (CI6). O Gerador de Clock é formado pelo CI7, que é um contador de 14 bits

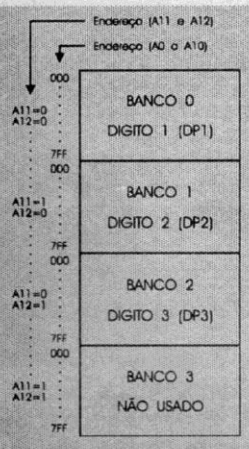


Figura 2 - Mapa da EPROM.

VALOR NUMÉRICO

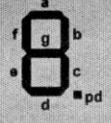
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Dado gravado em hexadecimal

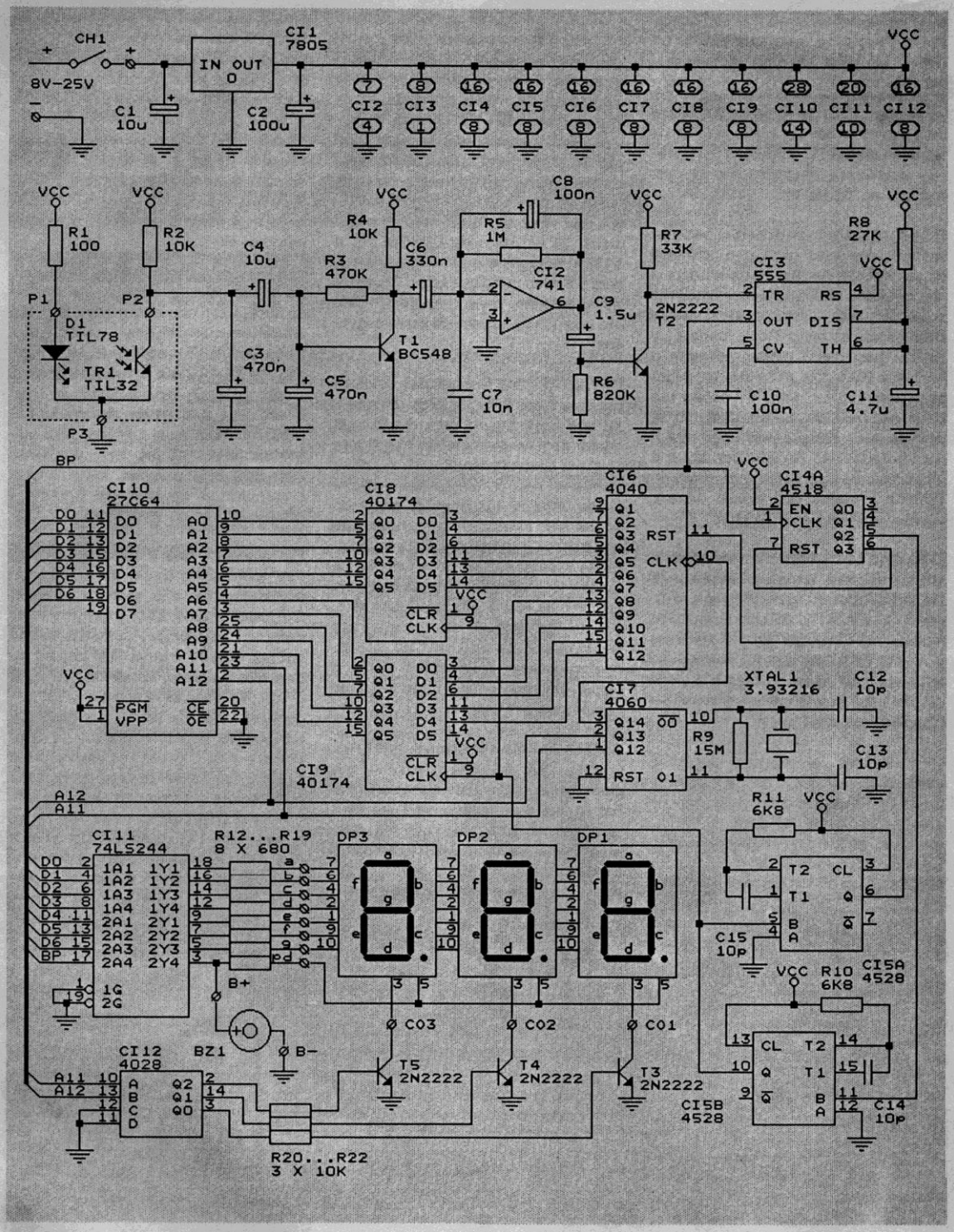
Segmento do dígito	BF	86	DB	CF	E6	ED	FD	87	FF	EF	Saída da EPROM
a	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	D0
b	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	D1
c	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	D2
d	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	D3
e	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	D4
f	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	D5
g	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	D6
-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	D7

Valor binário

1 = segmento acesso
0 = segmento apagado



Na tabela 1 temos a correspondência entre o valor numérico e o dado gravado na EPROM.



cuja freqüência de operação é determinada pelo cristal XTAL1, que dividido resulta na saída Q14 um clock de 240 Hz. Nota-se porém que no CI6 não é usado a saída do primeiro divisor interno (Q1), pois este é responsável por mais uma última divisão por 2, resultando na frequência base de 120 Hz. O circuito de clock não possue ajuste para correção da freq. de oscilação do cristal, pois a precisão do mesmo é suficiente para garantir uma leitura correta do batimento cardíaco.

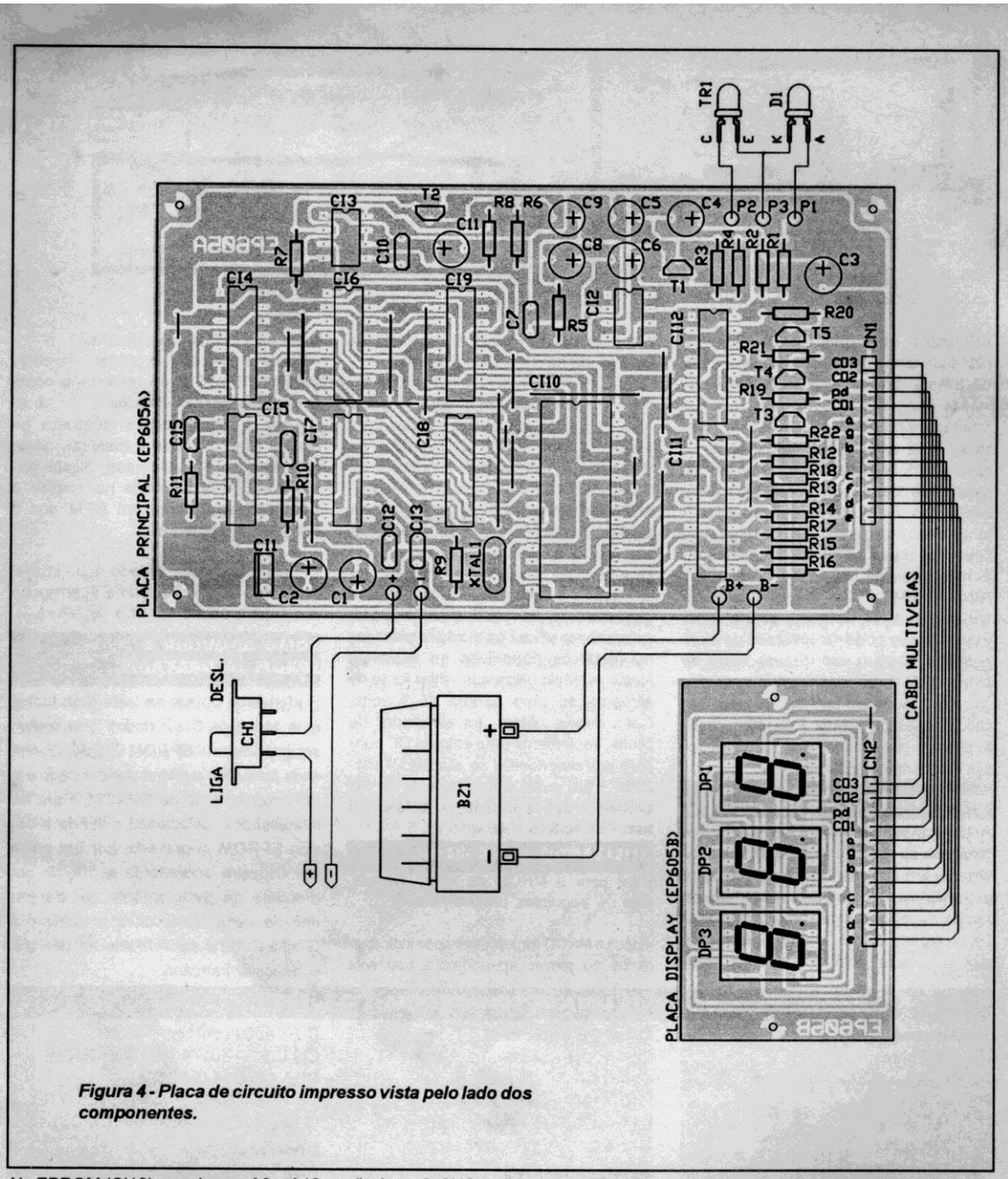


Figura 4 - Placa de circuito impresso vista pelo lado dos componentes.

Na EPROM (CI10) o endereço A0 a A10 é determinados pelos CI8 e CI9 (Latch), e os bancos internos são multiplexados numa freq. de 960 Hz diretamente em A11 e A12. As saídas D0 a D6 são aplicadas ao CI11, que atua como buffer de corrente para os display's. Os sinais D0 a D6 correspondem respectivamente aos segmentos a, b, c, d, e, f do display. No CI11 também ocorre a amplificação de corrente do sinal BP, que aciona a buzina e os pontos decimais do displays. O CI12 realiza a decodificação BCD-decimal dos sinais A11 e A12 para que através dos transistores T3 a T5 acionem o display respectivo ao banco selecionado na EPROM.

Finalizando, temos o CI1 que é um regulador 7805 indicando os respectivos pinos de alimentação dos circuitos integrados utilizados. Como fonte principal de alimentação pode-se usar um eliminador de pilhas ou até mesmo uma bateria de 9 volts, possibilitando-se tornar o MRCD portátil. Deve-se cuidar para que a tensão de entrada esteja compreendida entre 7V e 35V. O consumo do MRCD é de aproximadamente 150 mA.

MONTAGEM DA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

Para facilitar o trabalho e diminuir os custos, desenhamos as placas (EP506A e EP506B) em face simples. Conseqüentemente não pudemos dispensar

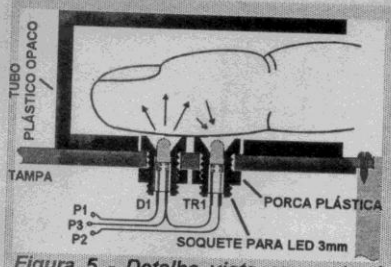
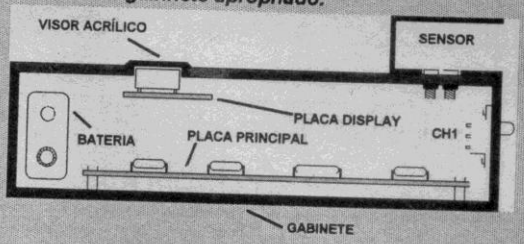


Figura 5 - Detalhe visto em corte da montagem do sensor.

Figura 6 - Exemplo de como instalar as placas e o sensor em um gabinete apropriado.



os jump's, num total de 19. Como a placa possue uma grande concentração de trilhas, aconselhamos confeccioná-la em serigrafia ou foto-revelação. A montagem da placa principal (veja **figura 4**) deve ser iniciada soldando o 18 jump's. Em seguida solde na ordem os resistores, capacitores, transistores e integrados. Na placa do display solde o jump e os 3 display's. Em seguida verifique nas placas se não houve curtos ou pontos de solda fria.

As duas placas são interligadas pelos conectores CN1 e CN2 , pino a pino. Esta conexão pode ser realizada de duas maneiras: Com o uso de uma barra de pinos MSP (Cellis), colocando uma placa rente a outra em 90º. Ou utilizando um cabo multiveia de 5 pares. Este último permite dispor a placa display em qualquer posição dentro de um gabinete.

MONTAGEM DO SENSOR

A parte mais importante da montagem refere-se ao sensor do MRCD. Os sensores infra-vermelho são fixos com suportes para led de 3mm lado a lado na tampa superior do gabinete (como ilustra a **figura 5**). A isolação entre os diodos deve ser total, em hipótese alguma deve ocorrer a incidência direta da luz emitida sobre o diodo receptor.

Para tornar o sensor mais eficiente, isole a área em torno dos diodos com um tubo plástico opaco. Assim diminui-se a interferência causada pela incidência da luz ambiente sobre o transistor receptor.

MONTAGEM FINAL

Na **figura 6** damos um exemplo de como instalar as placas e o sensor em um gabinete apropriado. Este gabinete pode ser feito em madeira, porém pode-se optar por utilizar os modelos plásticos ou metálicos disponíveis no mercado. Neste exemplo utilizamos como fonte de alimentação uma bateria de 9 volts. Caso deseje utilizar um eliminador de pilhas, implemente uma entrada DC com plug correspondente ao eliminador utilizado. Para evitar a interferência da luz ambiente sobre o display, utilize um visor de acrílico vermelho.

UTILIZANDO O MONITOR

Para usar o MRCD de forma correta, siga os seguintes procedimentos:

- Ligue o MRCD e introduza o dedo indicativo dentro do sensor, apoiando-o suavemente sobre os suportes dos sensores.
- Ajuste a posição e a pressão do dedo suavemente até que ocorra uma constância dos beep's emitidos.
- Após a última leitura mostrada no display (desconsidere a mesma), conte mentalmente 8 batimentos. Neste instante deve ser indicada no display o valor correspondente em BPM dos 8 batimentos contados.

- É importante que o dedo fique imóvel durante a leitura, pois uma interrupção dos beep's causa um erro de leitura.

COMO ADQUIRIR A EPROM JÁ GRAVADA

Poderíamos passar ao leitor uma tabela com todos os 8192 dados que devem ser gravados na EPROM 27C64. Porém seria cansativo registrar dado a dado em um programador de EPROM. Para os interessados, colocamos a venda a devida EPROM já gravada, por um custo em Cruzeiro equivalente a 10U$$ comerciais da data anterior ao despacho da carta. Envie cheque nominal a Graffiti Cultural ou confirme via telefone o depósito bancário.

LISTA DE COMPONENTES

Resistores

R1 - 100 ohms
R2,R4,R20 a R22 - 10K ohms
R3 - 470K ohms
R5 - 1M ohms
R7 - 33K ohms
R6 - 820K ohms
R8 - 27K ohms
R9 - 15M ohms
R10,R11 - 6,8K ohms
R12 a R19 - 680 ohms

Capacitores

C1- 10uF/40V (eletr. radial)
C2 - 100uF/16V (eletr. radial)
C3,C5 - 470nF (tântalo)
C4 - 10uF/16V (tântalo)
C6 - 330nF (tântalo)
C7 - 10nF (poliéster)
C8 - 100nF (poliéster)
C9 - 1.5uF/16V (eletr. radial)
C10 - 100n (poliéster)
C11 - 4.7uF/16V (eletr. radial)
C12 a C15 10pF (plate)

Semicondutores

D1-TIL78 (diodo emissor IR)
D2 -TIL32 (diodo receptor IR)
T1 - BC548 (trans. NPN)
T2 a T5 -2N2222 (trans. NPN)
CI1 - 7805 (regulador de tensão)
CI2 - 741 (amplif. operacional)
CI3 - 555 (multivibrador)
CI4 - 4518 -(circ. int. CMOS)
CI5 - 4528 (circ. int. CMOS)
CI6 - 4040 (circ. int. CMOS)
CI7 - 4060 (circ. int. CMOS)
CI8,CI9 - 40174 (circ. int. CMOS)
CI10 - 27C64 (EPROM)
CI11 - 74LS244 (circ.integrado TTL)
CI12 - 402 (circ.integrado CMOS)

Diversos

CH1 - CHAVE LIGA/DESL
BZ1 -BUZINA SONALARME S-3/30V-1-C.
DP3,DP1,DP2 PD560 (display catodo comum)
XTAL1 - cristal 3,93216MHz
Gabinete, placas circuito impresso, terminais, acrílico, fios, suportes para LED de 3mm, cabo multiveia, bateria, conector, etc...

CURSO

CURSO DE SEMICONDUTORES

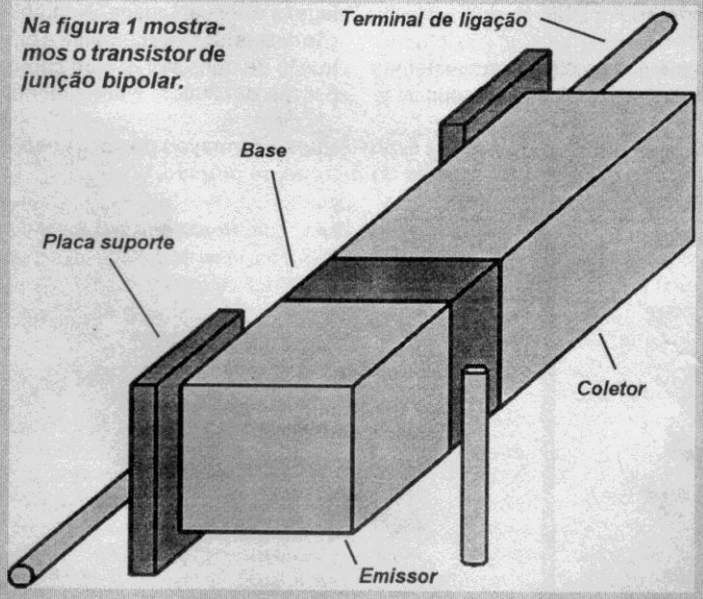
(Lição 4) - Conhecendo os transistores

Nesta edição da Eletrônica Prática, daremos seqüência ao nosso curso de semicondutores, falando de um componente semicondutor de grande importância: o transistor. Faremos nesta lição, uma análise das principais características e técnicas básicas de construção de um transistor bipolar.

O transistor é formado basicamente por três elementos distintos, sendo sua função básica controlar o fluxo de elétrons em um circuito. Poderemos controlar o fluxo de corrente através do transistor, variando se as tensões aplicadas em seus três elementos.

Como nos diodos de junção PN, utiliza-se na construção dos transistores o mesmo tipo de material, ou seja, silício e germânio. A diferença é que no transistor serão utilizadas três camadas, enquanto que no diodo teremos somente duas regiões. Para melhor compreender sua construção e operação, consideraremos um dos métodos mais primitivos de fabricação dos transistores. Um cristal feito em forma de "sanduíche" dividido em três partes sobrepostas, sendo a região central mais fina e constituída por material diferente das regiões externas. Cortando se este bloco em pequenas peças medindo 0,001 X 0,01 X 0,10 polegadas, e colocando em cada uma das três regiões um terminal, teremos então construido um transistor. Na **figura 1** mostramos o transistor bipolar.

Na figura 1 mostramos o transistor de junção bipolar.



A região central será denominada de base, enquanto que uma das extremidades receberá o nome de emissor e a outra de coletor. Estas três regiões podem ser agrupadas de duas formas diferentes: na primeira forma teremos a base constituída de material do tipo N enquanto que emissor e coletor serão de material tipo P, teremos então o transistor PNP, o qual mostramos juntamente com seu símbolo na **figura 2**.

A segunda forma terá na região central material do tipo P, e nos extremos material do tipo N, formando assim o transistor tipo NPN mostrado juntamente com seu símbolo na **figura 3**. Note que os símbolos dos transistores PNP e NPN são praticamente iguais, a única diferença está na direção da seta que identifica o emissor. Ela estará sempre voltada para o material do tipo N. Portanto quando o transistor for do tipo PNP, a seta estará direcionada para dentro do símbolo, indicando que a base

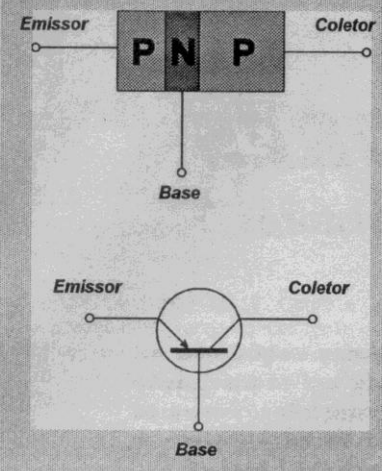
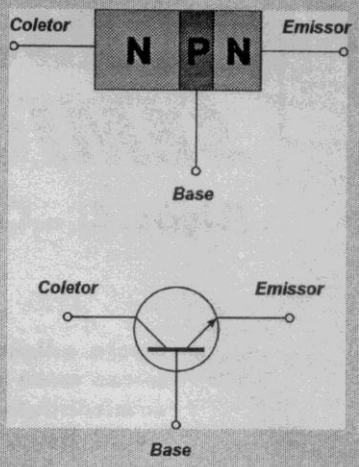


Figura 2 - Transistor PNP, juntamente com seu símbolo.



Figura 3 - Transistor tipo NPN juntamente com seu símbolo.



é constituída de material tipo N, enquanto que no transistor NPN, teremos a seta voltada para fora do símbolo.

Como estudamos anteriormente, os diodos possuem apenas uma junção e duas camadas semicondutoras. Vimos agora que os transistores são diferentes, pois possuem três camadas altamente dopadas e duas junções, ou seja, temos uma junção PN entre base e emissor e outra junção entre base e coletor.

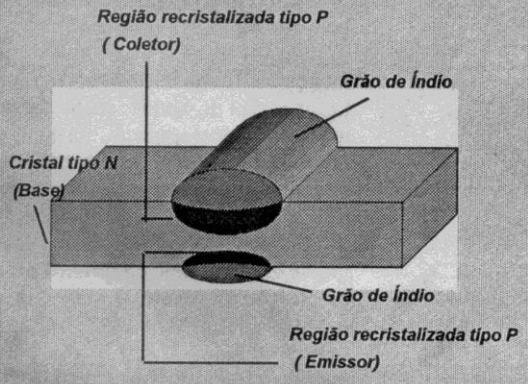
TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO

Seria praticamente impossível detalharmos todas as técnicas de construção existentes, portanto nossa intenção é apenas fazer uma breve consideração sobre alguns processos básicos.

Os métodos de fusão e difusão são os mais utilizados. Na **figura 4** mostramos a formação de um transistor através do método de fusão. Utilizando-se um fino cristal tipo N, colocamos sobre suas faces grãos de Índio. Todo o conjunto é aquecido, até que o grão de Índio derreta difundindo-se no material tipo N. Removendo se o aquecimento, o Índio (material trivalente) e o material tipo N, se recristalizam formando assim um transistor PNP.

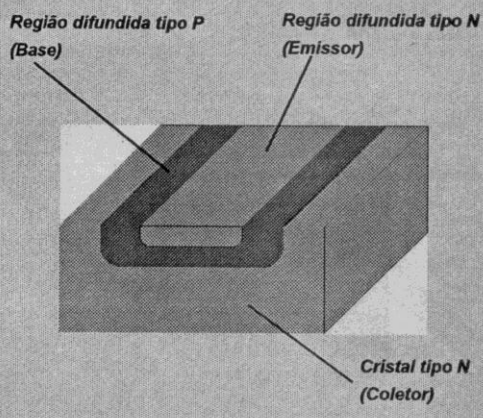
No método de difusão submetemos um cristal semicondutor tipo N a uma impureza trivalente, sob uma temperatura elevada. Ao se fundir, a impureza trivalente, penetra no material tipo N formando uma região tipo P. Repetimos o mesmo processo utilizando agora uma impureza pentavalente, formando assim uma pequena região tipo N dentro da região P formada no processo anterior. O resultado será então um transistor NPN. A ilustração deste processo é mostrado na **figura 5**.

Em ambas as técnicas poderemos construir tanto transistores PNP como NPN; cada uma delas oferece vantagens e desvantagens. A combinação destas técnicas permitirá a construção de transistores com características diferentes. Normalmente a



Na figura 4 mostramos a formação de um transistor através do método de fusão.

Na figura 5 mostramos a formação de um transistor através do método de difusão.



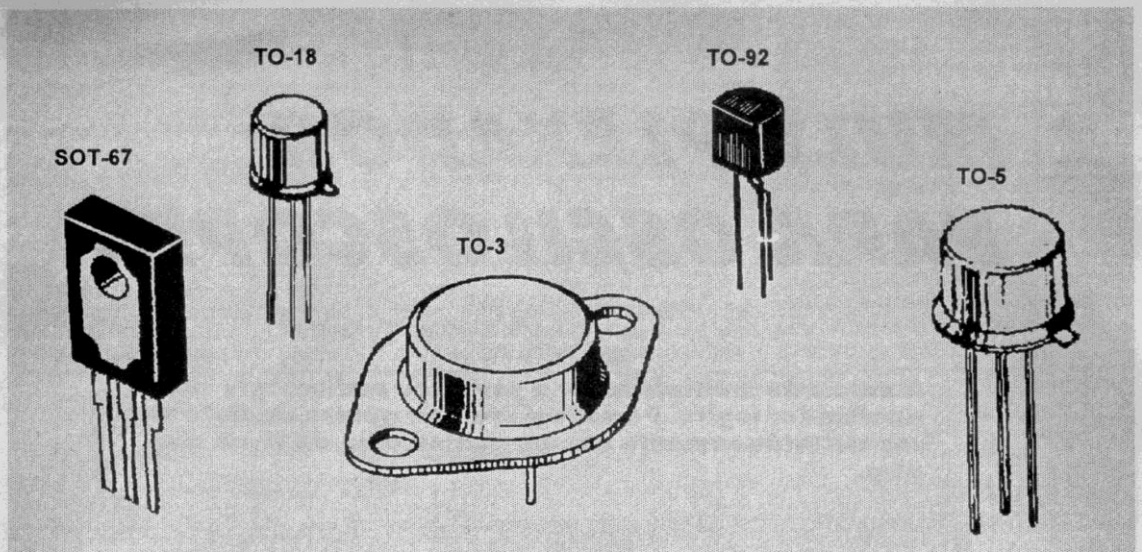


Figura 6 - Tipos de encapsulamentos mais comumente utilizados.

região de base é menor que a região de coletor e com certeza o tamanho físico e o formato das camadas irão influenciar diretamente no funcionamento do transistor.

Existem métodos mais refinados para se construir um transistor, um deles é o processo de crescimento epitaxial, que descrevemos em seguida.

Neste processo, o transistor é formado, produzindo uma fina camada cristalina sobre um cristal semicondutor. Esta camada tem a mesma estrutura do material original e pode conter qualquer tipo de impureza, assim poderemos produzir camadas adicionais do tipo P ou N, obtendo então os arranjos desejados NPN ou PNP. Pode-se também construir um transistor utilizando o processo de crescimento epitaxial dentro de um processo de difusão.

Os transistores são construidos simultaneamente em grande número. Utiliza se normalmente um disco com diâmetro entre 3,8 cm a 5,1 cm. Após o processo inicial de construção, onde serão formadas as regiões que darão origem a base coletor e emissor, o disco é quadriculado e partido, dando origem a muitas centenas de transistores.

ENCAPSULAMENTO

Após sua construção, o transistor deve ser instalado em um invólucro que o proteja e forneça um meio de conexão com o meio externo. O encapsulamento pode também servir como um dissipador de calor, evitando que o transistor seja danificado por aquecimento excessivo.

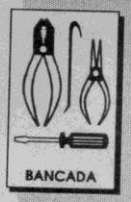
Existem vários tipos de encapsulamento disponíveis para atender a diversas características e aplicações. Mostramos na **figura 6** os tipos mais comumente utilizados.

Para aplicações em baixa potência, onde são controlados ou amplificados correntes elétricas ou pequenos sinais, utiliza se normalmente os encapsulamento TO-5, TO-18 e TO-92. As regiões de base, emissor e coletor, conectam-se eletricamente a terminais, os quais projetam-se do fundo de cada cápsula, permitindo então a ligação com o meio externo. Os invólucros TO-5, TO-18 e TO-3 são metálicos, e geralmente estão ligados em comum com o terminal coletor. O encapsulamento TO-92 é feito em plástico ou epoxi. Estes transistores normalmente têm um custo menor que os de metal, sendo porém mais frágeis.

Para aplicações em alta potência, utiliza-se normalmente os encapsulamentos SOT-67 e TO-3. Seu formato e tamanho são projetados de forma a permitir uma boa dissipação de calor e uma ótima conexão mecânica a uma armação externa. Esta armação serve normalmente como um dissipador de calor, que aumenta a capacidade de manipulação de potência do dispositivo.

O SOT-67 difere do TO-3 por seu formato e terminais de conexão. No primeiro, o invólucro é feito em epoxi, porém possue uma região metálica para permitir uma melhor transferência de calor entre o transistor e um dissipador. O TO-3 possue somente dois terminais na parte inferior, sendo a carcaça o terceiro terminal, que geralmente é o coletor.

Não existem regras absolutas para identificar os terminais ou ligações em cada dispositivo. Portanto será sempre necessário que, ao utilizarmos um determinado tipo de transistor, tomemos como referência os dados e especificações que o fabricante do componente definir em seu catálogo.



MULTIPLEXADOR PARA OSCILOSCÓPIO

Monte este multiplexador e use o seu osciloscópio como analisador lógico. Permite visualizar quatro sinais lógicos simultâneamente em um osciloscópio de traço simples.

Circuitos lógicos que operam em baixa freqüência podem ser facilmente analisados com pontas de provas lógicas. No entanto, quando elas trabalham com altas freqüências, necessitamos no mínimo de um osciloscópio para monitorar os sinais. Melhor ainda quando o osciloscópio for de duplo traço, permitindo monitorar dois sinais simultaâneamente. Porém muitos hobbystas ou projetistas de circuitos lógicos necessitam analisar mais de dois sinais ao mesmo tempo, e para tal finalidade existem os sofisticados analisadores lógicos de 8 até 64 canais disponíveis no mercado. Obviamente o custo destes equipamentos são muito maiores que o dos osciloscópio, e como já são poucas as pessoas que possuem um osciloscópio para uso particular, o que dizer de um analisador lógico.

Pensando nesta necessidade da análise múltipla de sinais lógicos, desenvolvemos um multiplexador que permite visualizar em um osciloscópio de simples traço, até quatro sinais lógicos compatível com TTL ou CMOS. O circuito é simples e baseado nele pode ser facilmente projetado outro de 8 ou mais canais.

COMO FUNCIONA

O esquema elétrico do multiplexador está ilustrado na **figura 1**. Como o próprio nome já sugere, é necessário um oscilador que realize a multiplexação, sendo justamente esta a responsabilidade do CI3, um CI 555 operando em modo astável. A chave CH1 permite selecionar entre os modos CHOP e ALTERNADO. Na primeira opção o oscilador trabalha a 250KHz, e na segunda somente a 200 Hz.

O CI4 divide por quatro os pulsos de clock gerados pelo oscilador, produzindo na saída um código binário decimal (BCD). O CI5 realiza a decodificação BCD em nível baixo individual para uma das quatro linhas de entrada correspondente ao código BCD. Cada linha de entrada é composto por uma porta NAND (CI1) ligado em série com um buffer tree-state (CI2). As saídas dos quatro buffer's são interligadas justamente para permitir a multiplexação dos quatro sinais analisados. Cada canal é habilitado com nível baixo na saída correspondente em CI5 (Y0, Y1, Y2 e Y3).

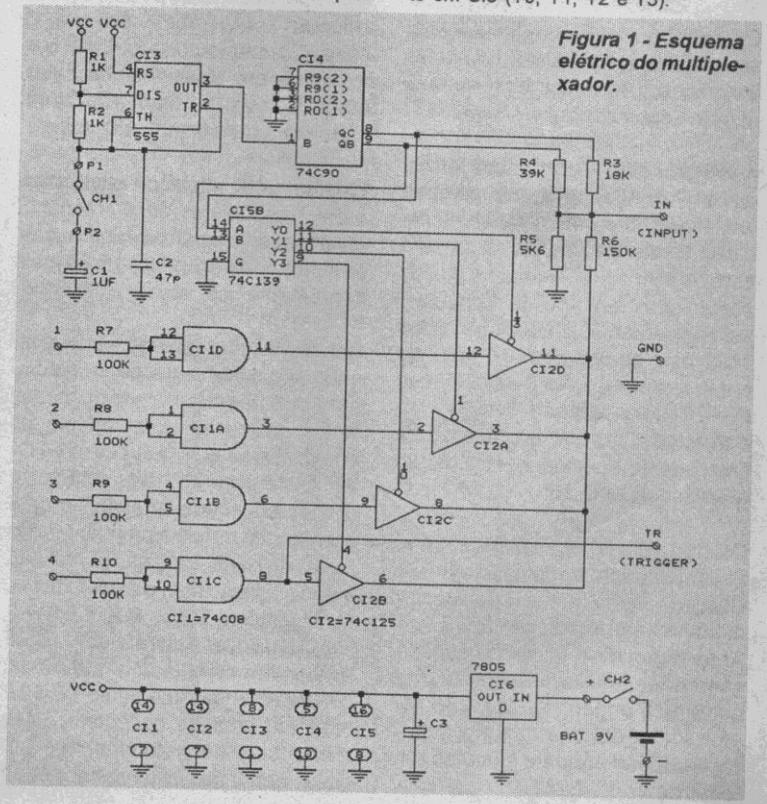


Figura 1 - Esquema elétrico do multiplexador.

Os resistores R3, R4, R5 e R6 formam um conversor analógico/digital, sendo que, R3 e R4 tem a finalidade de posicionar o feixe do osciloscópio na altura vertical correta correspondente ao canal habilitado. O resistor R6 modula o feixe do osciloscópio de acordo com o sinal aplicado a entrada. O sincronismo é retirado diretamente do canal 4 através do sinal TR, para tal o scope deve estar setado para operar com sincronismo externo.

Foi utilizado um regulador de tensão 7805 para garantir uma alimentação constante de 5 volts para todo circuito, e um capacitor (C3) garante a filtragem "by-pass". Apesar do multiplexador ser alimentado com 5 volts, não significa que não possam ser medidos sinais lógicos com níveis fora desta faixa. Cada porta NAND tem em série ligado um resistor para proteger a entrada contra tensões fora dos níveis lógicos aceitáveis e determinar um nível de comutação em aproximadamente 1,8 volts para os componentes especificados.

MONTAGEM

Como foram utilizados somente circuitos integrados TTL com tecnologia CMOS, o consumo do multiplexador é extremamente baixo. Portanto pode ser utilizado uma bateria de 9 volts como fonte de alimentação. A distribuição dos componentes sobre a placa especialmente desenhada (cód. EP602) bem como a interligação com as partes externas está visualizada na **figura 2**.

Inicie a montagem da placa soldando os resistores e os dois jump's. Em seguida solde os capacitores e os circuitos integrados. Monte todo circuito dentro de uma caixa apropriada conforme sugere a **figura 3**.

USANDO O MULTIPLEXADOR

Interligue as saídas do multiplexador (IN, GND e TR) as respectivas entradas do osciloscópio (INPUT ou Y, GND e EXT trigger). Ajuste a sensibilidade vertical do osciloscópio em 0,2 volts/divisão e o trigger em EXTERNO. Conecte as quatro pontas de provas do multiplexador ao circuito a ser monitorando. A seguir ajuste o nível de trigger e a varredura horizontal do osciloscópio para que se obtenha uma imagem estável.

É importante que o canal 4 esteja conectado ao sinal de mais baixa freqüência, pois é nele que é retirado o sincronismo. Se o ajuste da varredura estiver em 200us/div ou acima, posicione a chave CH1 na posição ALT. Se estiver abaixo de 200us/div posicione na posição CHOP. Os quatro sinais devem estar mostrados no osciloscópio, sendo que o canal 4 corresponde ao feixe superior e o canal 1 ao inferior.

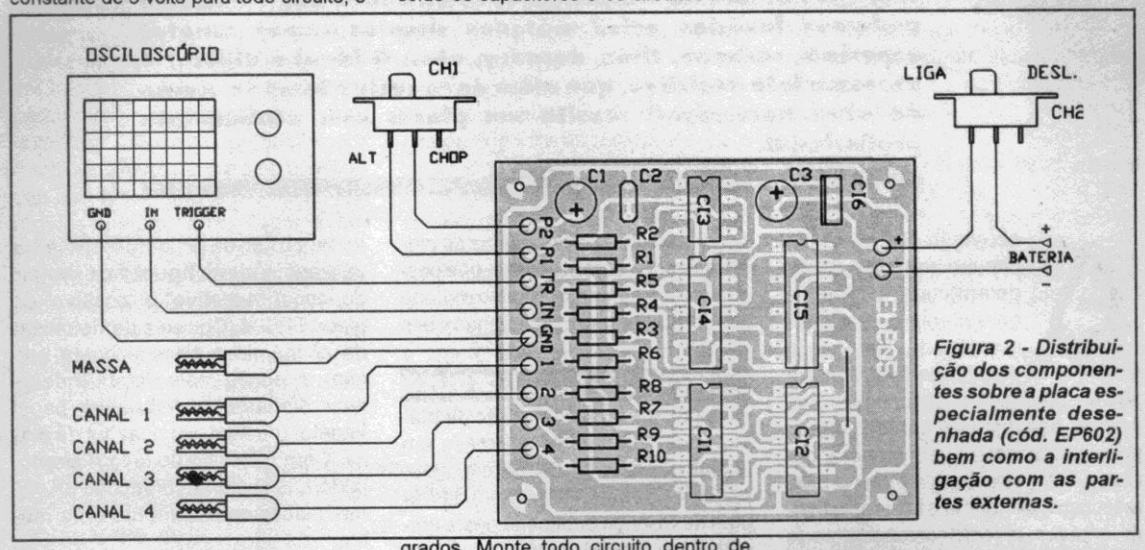
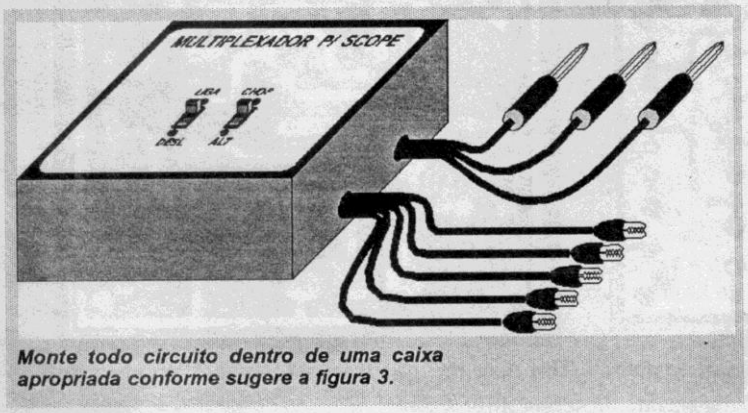


Figura 2 - Distribuição dos componentes sobre a placa especialmente desenhada (cód. EP602) bem como a interligação com as partes externas.



Monte todo circuito dentro de uma caixa apropriada conforme sugere a figura 3.

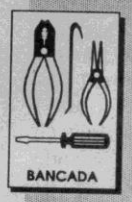
LISTA DE COMPONENTES

Resistores
todos por 1/4W
R1,R2 - 1Kohm
R3 - 18Kohm
R4 - 39Kohm
R5 - 5K6ohm
R6 - 150Kohm
R7,R8,R9,R10 - 100Kohm

Capacitores
C1 - 1uF/16V (eletrolítico axial)
C2 - 47pF (disco ou plate)
C3 - 4.7uF/16V (eletrolítico axial)

Circuitos Integrados
CI1 - circ. int. TTL 74C08
CI2 - circ. int. TTL 74C125
CI3 - circ. int. linear 555
CI4 - circ. int. TTL 74C90
CI5 - circ. int. TTL 74C139
CI6 - circ. int. TTL 7805
Obs: Podem ser usado TTL da família HC.

Diversos
CH2,CH1 - Chave tipo HH 1 pólo
BT1 - Bateria 9V
Placa circuito impresso EP602, caixa, fios,terminais, plug's, garras, clip p/ bateria, etc...



CONFECÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO PELO PROCESSO FOTOGRÁFICO

Quando desejamos confeccionar placas de circuito impresso com alto número de componentes e densidade de trilhas, não podemos fazê-las pelos métodos simples como; canetas especiais, carbono, fitas, decadry, etc... O ideal é utilizar o processo foto-resistivo, que além de reduzir o tempo e a mão de obra necessária, resulta em placas com acabamento profissional.

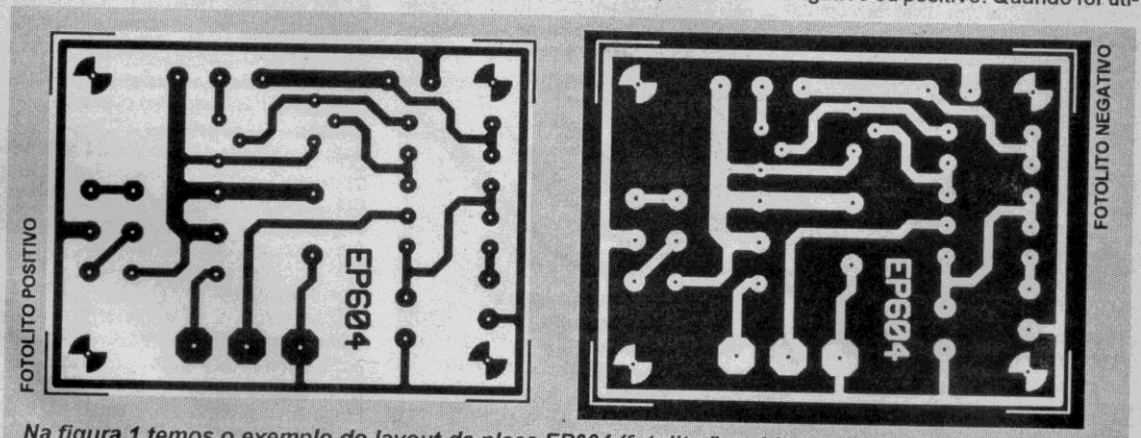
A obtenção da placa de circuito impresso de um determinado projeto, é geralmente o item mais complicado. Quando a densidade das trilhas for alta e a placa possuir muitos componentes, não convém confeccioná-la pelos processos usuais (caneta, decadry, fitas, etc...), pois exigiria muita técnica, paciência e tempo. Adquirir a placa já confeccionada pode custar caro, e nem sempre está disponível no mercado. Com o uso cada vez maior do número de componentes e a miniaturização dos mesmos, fica inevitável o processo foto-resistivo na confecção das placas de circuito impresso. Nesta edição você ficará sabendo como fazer uma placa utilizando este processo, que possue certa similaridade com o método serigráfico, porém dispensando a tela de náilon.

O LAYOUT DA PLACA (FOTOLITO)

Antes de iniciar a confecção da placa, necessitamos ter em mãos um layout da mesma. Como exemplo, podemos tomar qualquer um da Página de Serviço publicada nesta edição. É fundamental que o layout seja feita em papel vegetal ou acetato. A maneira mais prática é fazer um fotolito do layout (a mais cara também), que pode ser feita em uma casa especializada (clicheria). O fotolito do layout pode ser feito em "negativo" ou "positivo", o que determinará o tipo de "Photo-Resist" a ser utilizado. Veja na **figura 1** o exemplo do layout "negativo" e "positivo" da placa EP604 (Controle de Velocidade c/ Inércia publicada nesta edição). A opção mais barata é desenhar diretamente sobre um papel vegetal (ou acetato) o layout da placa. Com o fotolito do layout pronto, podemos iniciar a confecção de várias placas com somente uma matriz.

O "PHOTO-RESIST"

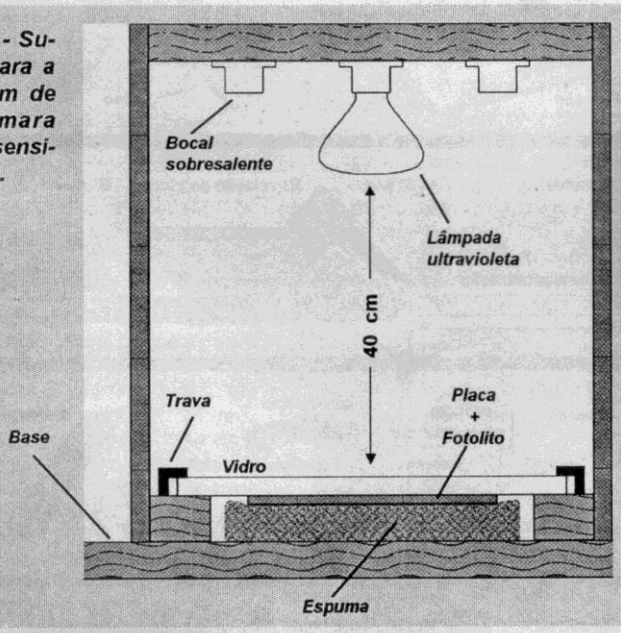
O "Photo-Resit" é uma resina sensível a radiação da luz ultravioleta, e tem como principal fornecedor a Kodak. O nome comercial dado a este produto é KPR, podendo ser negativo ou positivo. Quando for uti-



Na figura 1 temos o exemplo do layout da placa EP604 (fotolito "positivo" e "negativo").

lizado um fotolito negativo, deve-se utilizar o KPR negativo, e vice-versa. Se for aplicado uma camada do KPR negativo sobre a face cobreada da placa, e expor a mesma a radiação ultravioleta, ocorre polimerização da resina onde houver a incidência direta da luz. As áreas que não forem sensibilizadas, poderão ser removidas facilmente num banho revelador. É justamente aí que entra a função do fotolito, pois é ela que determinará as áreas que deverão ser sensibilizadas, formando assim o desenho do layout na placa. Basta então corroer a placa em solução de percloreto de ferro para obter o produto final. Quando for utilizado o fotolito positivo, ocorre a sensibilização das áreas que deverão ser removidas no banho revelador. É importante que as áreas escuras do fotolito sejam totalmente opacas, para tal, coloque o fotolito contra a luz e verifique se há "pontos de luz" nas áreas pretas. Se afirmativo, pinte com nanquim as áreas que estiverem com falhas.

Figura 2 - Sugestão para a montagem de uma câmara de fotossensibilização.



PROCEDIMENTO

Uma vez definido se o fotolito deve ser negativo ou positivo em função do KPR comprado, podemos partir para o uso do "Photo-Resit".

1º Recorte a placa de fenolite de acordo com o tamanho do layout e lave a mesma com Bom-Bril e sabão de coco em água corrente. Evite colocar os dedos na superfície limpada.

2º Para concluir a etapa da limpeza, mergulhe a placa por um minuto em uma solução composta por 150g de percloreto de ferro em 1 litro de água. Utilizando luvas e pinças de plástico ou inox, retire a placa do banho de percloreto e enxágüe bem em água corrente.

3º Já com a placa isenta de sujeiras, óxidos e gorduras, coloque-a para secar em uma estufa a 60 °C. Pode ser usado também um secador de cabelo, mas tenha cuidado para que não ocorra o aquecimento excessivo da placa.

4º Com um pincel de pêlo bem macio e limpo, aplique a resina de KPR sobre a superfície da placa. Não molhe o pincel no vidro de KPR, mas aplique algumas gotas sobre a placa, espalhando-as com o pincel em movimentos uniformes. É importante que a pressão do pincel seja constante, e evite passar o pincel várias vezes no mesmo local. A resina seca rapidamente, e a aplicação da mesma deve ser feita com certa rapidez. Como o KPR é sensível a luz, é aconselhável realizar esta etapa em ambientes de pouca luminosidade, preferencialmente em uma sala escura iluminada por uma lâmpada incandescênte de cor amarela.

5º Ainda na sala escura, isenta de poeira, deixe secar a resina a temperatura ambiente. Se preferir acelerar a secagem use um secador de cabelo, mas não aplique o jato de ar quente diretamente sobre a resina, aqueça a placa pela superfície não tratada pelo KPR.

6º Uma vez estando bem seca a resina, coloque a placa sobre uma espuma, e sobre a placa o fotolito (CUIDADO!!! Não inverta o fotolito). Para encostar bem o fotolito sobre a placa, coloque um vidro de aprox. 2mm pressionando todo conjunto sobre a espuma. Em seguida aplique a luz ultravioleta por aprox. 6 minutos. Quando as placas forem muito grandes, pode ser necessário utilizar mais de uma lâmpadas, lado a lado. Na **figura 2** temos uma sugestão para a montagem de uma câmara de fotossensibilização. O custo da lâmpada ultravioleta é relativamente alto, como alternativa barata, pode-se usar uma lâmpada do tipo "Photo-Flood" de 500W.

As áreas que foram expostos a luz ultravioleta, através do fotolito, ficarão fotosensibilizados, como se fosse a cópia em papel de uma fotografia a partir de uma negativo. Desta maneira teremos impresso na área cobreada, um desenho fiel do layout.

O REVELADOR

A próxima etapa consiste em retirar a resina das área que não nos interessa, mantendo somente as que formam as trilhas e ilhas. Este processo é feito pelo "Photo-Resist Developer". Este produto também é produzido pela Kodak, e pode ser adquirido no mesmo local onde se encontra o KPR.

Coloque o revelador em uma cuba rasa de tal maneira que cubra total-

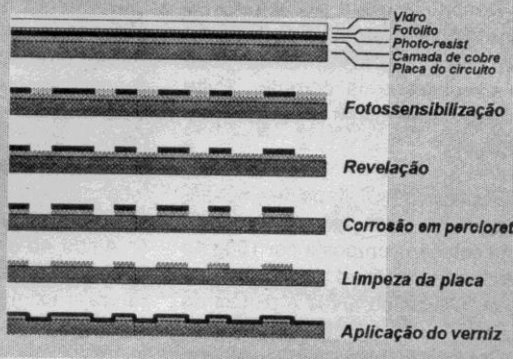


Figura 3 - Ilustração vista em corte da placa do circuito durante as várias fases de confecção descrita no texto.

mente a placa, e agite a cuba para que o líquido se movimente sobre a placa. Este processo deve durar aproximadamente 2 minutos. Em seguida lave a placa em água corrente, neste instante, já se percebe o efeito da fotossensibilização sobre a placa. A solução reveladora pode ser utilizada várias vezes, e deve ser guardada novamente em seu recipiente. Como este produto evapora com facilidade, mantenha o vidro bem tampado.

Neste ponto devemos inspecionar a placa e corrigir pequenos defeitos que podem ser causados pela colocação irregular do KPR ou fotolito. Mergulhe a placa rapidamente na solução de percloreto de ferro utilizado anteriormente (2º item do procedimento). Em seguida a placa deve ser inspecionada com atenção e eventuais falhas devem ser corrigidas. Estas falhas aparecem em forma de estrias, causados pelos pêlos do pincel. A correção pode ser feita com canetas especiais para circuito impresso.

CORROSÃO DA PLACA ACABAMENTO FINAL

Em uma cuba de vidro, ou polietileno, contendo 1 litro de água, dilua 400 g de percloreto de ferro. Em seguida, mergulhe a placa nesta solução e agite constantemente para uma melhor corrosão. Periódicamente retire a placa para mais uma inspeção, pois novas falhas poderão ocorrer. O tempo de corrosão varia de acordo com a temperatura e saturação da água. Quanto maior a temperatura, mais rápido o processo químico de corrosão. A agitação da solução influe também diretamente sobre o tempo de corrosão.

Após a corrosão da placa, retire a resina de KPR com Bom Bril e sabão de coco em água corrente. Em seguida seque a placa e aplique uma camada de verniz protetor, que se encontra facilmente em embalagens tipo aerosol específica para este tipo de aplicação. Recorte a placa seguindo pelas linhas de corte e perfure as ilhas com furadeira ou furador de pressão.

CONCLUSÃO

Todas as fases de confecção da placa pelo processo fotográfico está ilustrado na **figura 3** e **figura 4**. Salientamos que as explicações dadas neste artigo são somente para que o leitor saiba como confeccionar a placa por este processo. Você terá domínio sobre esta técnica somente após realizar várias experiências. É necessário que sejam alterados os dados fornecidos como tempo, temperatura, misturas de soluções, etc... Até que se tenha um resultado final ideal. Quando por exemplo, na revelação foi retirado quase todo "Photo-Resit" das áreas que formam as trilhas e ilhas, não desanime. Execute todas as etapas novamente, procurando deixar a placa mais tempo exposta a luz ultravioleta (6º fase), até encontrar o tempo ideal de exposição.

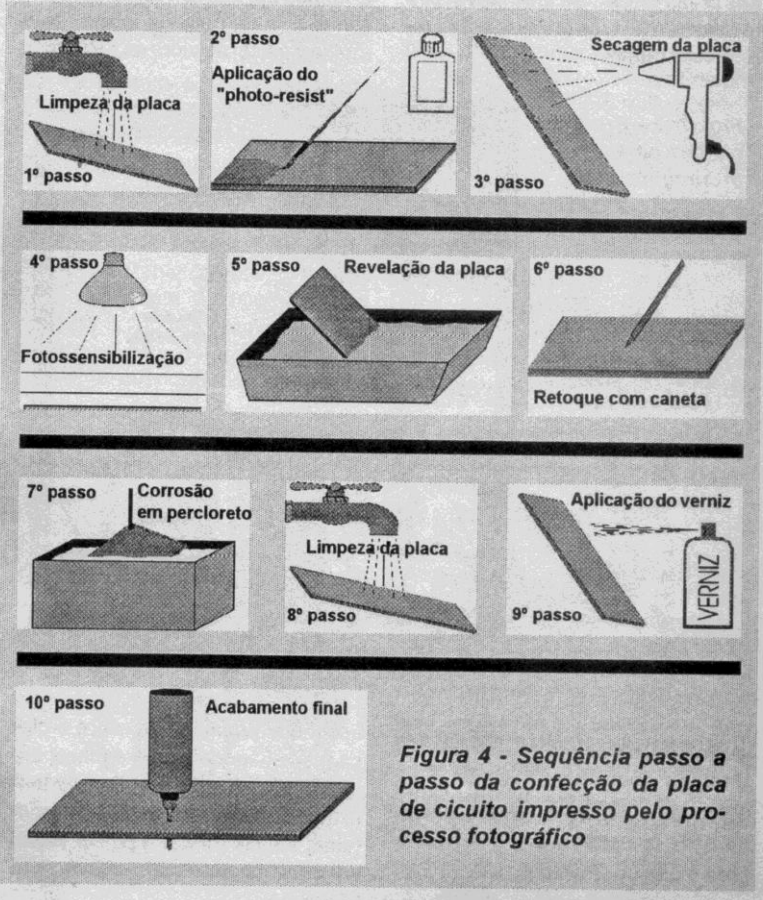


Figura 4 - Sequência passo a passo da confecção da placa de cicuito impresso pelo processo fotográfico

IDÉIAS PRÁTICA

Conversores DC

Quando desenvolvemos um projeto qualquer, que deva ser portátil e necessite de uma fonte de tensão simétrica, encontramos um problema: como obter a tensão simétrica a partir de uma fonte DC positiva, seja uma bateria ou um eliminador de pilhas. Usar duas baterias associadas em série não convém, pois os gabinetes plásticos disponíveis no mercado comportam na sua maioria somente uma bateria, sem levar em consideração a provável possibilidade de que o consumo de ambas não ser a mesma. Usar um eliminador de pilhas específico também não é interessante, pois ele deverá ser de uso exclusivo do circuito, por se tratar de uma fonte simétrica, o que impossibilita de utilizar os eliminadores disponíveis no mercado.

Existem duas soluções possíveis: Uma utilizando um amplificador operacional que gere na saída um tensão de referência igual a Vin/2, que seria usado como ponto de massa. Neste caso, utilizando uma bateria de +9 volts, obteríamos uma tensão simétrica de +4,5 volts e -4,5 volts; A outra solução encontrada é o conversor DC/-DC, que a partir de uma tensão DC positiva gera uma tensão DC negativa. Assim, utilizando-se uma bateria de +9 volts, obteríamos uma tensão de -9 volts.

CONVERSOR DC/±DC

Na **figura 1** temos o circuito que a partir de uma fonte DC positiva deriva em uma fonte simétrica. O princípio básico de funcionamento está na divisão da tensão de entrada por dois, mas é necessário manter estável o resultado final. É esta a finalidade do amplificador operacional; Os resistores R1 e R2 atuam como divisor de tensão, obtendo na junção Vbat/2, no caso, 4,5V em relação ao potencial negativo da bateria. Esta tensão é aplicada na entrada não-inversora do operacional. Sendo que o operacional está ligado como amplificador de ganho unitário, teremos na saída (pino 7) Vbat/2. Este ponto será ligado a massa do circuito a ser alimentado, sendo que em relação aos terminais + e - teremos uma alimentação simétrica.

Existem duas limitações neste conversor, uma com relação ao consumo, que não deve ser maior que a corrente máxima de saída do operacional. Outra com relação a faixa de tensão, que no caso de uma bateria resultaria em ±4,5 volts, insuficiente para alguns tipos de circuitos.

CONVERSOR DC/-DC

O funcionamento deste conversor é mais interessante, pois baseia-se no chaveamento da tensão de entrada. Pela **figura 2** vemos que o conversor é formado basicamente por seis portas inversoras CMOS (4049). As portas A e B formam um oscilador astável com freqüência de operação de aproximadamente 10KHz. A saída é amplificada pelas quatro portas dispostas em paralelo, que em seguida é aplicada ao circuito inversor, formado pelo diodos D1 e D2 e pelos capacitores C1 e C2. Analisaremos o funcionamento do circuito inversor independentemente para facilitar a explicação.

Quando o oscilador apresentar nível lógico alto, podemos substituir este por uma bateria (**figura 3**). Neste caso ocorre a carga do capacitor C1 através do diodo D2. O diodo D1 está inversamente polarizado, portanto não ocorre a passagem da corrente por ele. Temos então uma malha independente formado por C2 e RL. Considerando uma carga inicial em C2, teremos a descarga deste sobre RL. Assim teremos um potencial negativo sobre RL em relação a massa, mantido pela descarga do capacitor C2.

No instante que o oscilador muda de estado, ocorre o "aterramento" do terminal positivo do capacitor C1 (**figura 4**). Nesta condição teremos a descarga de C1, através do diodo D1, sobre a carga RL. Assim como, ocorre a transferência de parte da carga em C1 para C2. É justamente esta carga que mantém o potencial negativo sobre RL quando o clock mudar novamente de estado, explicado anteriormente. Note que nesta condição é o diodo D2 que está bloqueado.

Neste conversor a tensão negativa de saída possue o mesmo valor da tensão de entrada (9 volts). Mas somente quando a carga RL possuir alta impedância, pois se a carga exigir muita corrente, ocorre a queda da tensão negativa. Portanto este tipo de conversor deve ser usado somente quando a corrente de consumo exigida for extremamente baixa.

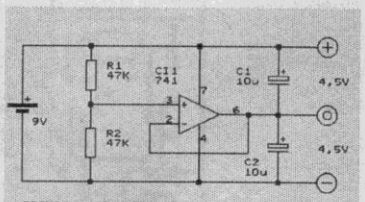


FIGURA1 - CONVERSOR DC/±DC

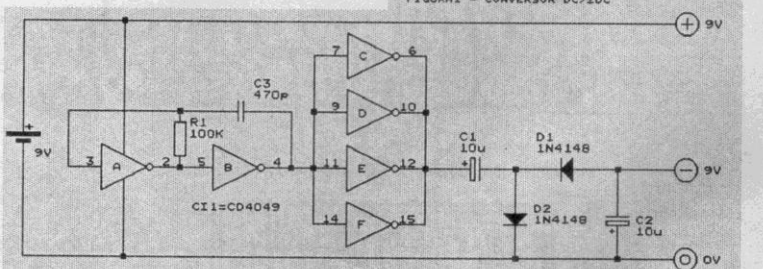


FIGURA 2 - CONVERSOR DC/-DC

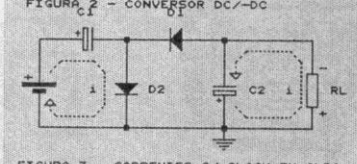


FIGURA 3 - CORRENTES C/ CLOCK EM ALTO

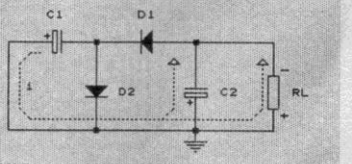


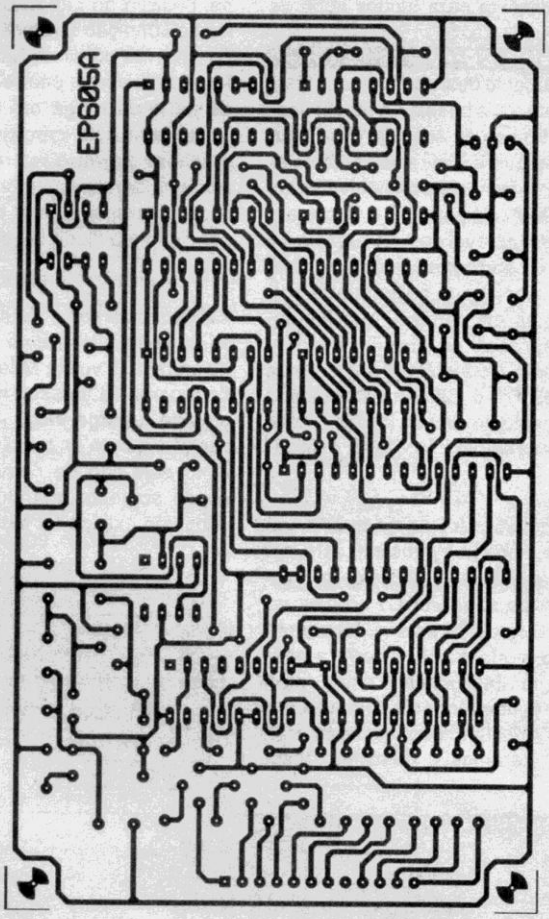
FIGURA 4 - CORRENTES C/ CLOCK EM BAIXO

PROJETOS

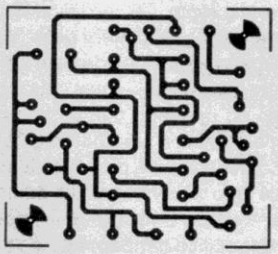
PÁGINA DE SERVIÇO

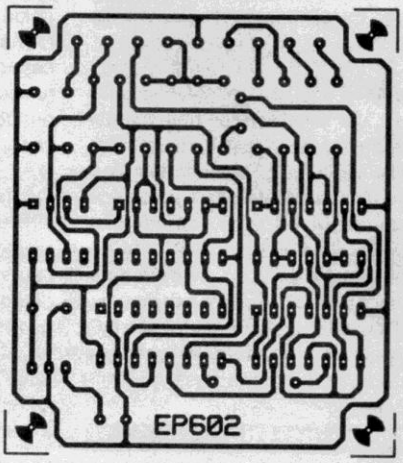
Para facilitar a confecção das placas de circuito impresso, criamos a página de serviço onde temos os layout's das placas vista pelo lado cobreado em tamanho natural (1x1).

MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL (EP605A)



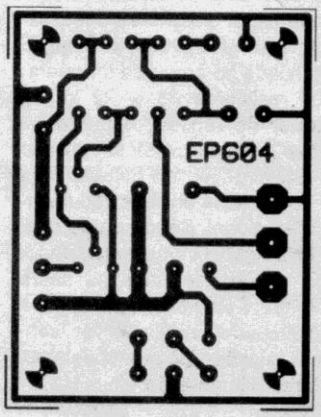
AMPLIFICADOR POTÊNCIA



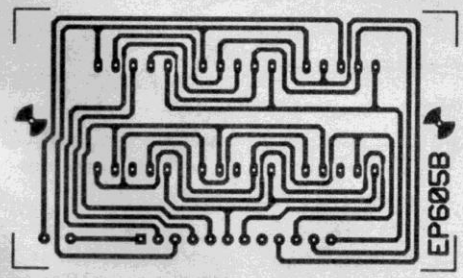


MULTIPLEXADOR PARA OSCILOSCÓPIO (EP602)

CONTROLE INERCIAL (EP604)



MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL (EP605B)



TEMPORIZADOR DOMÉSTICO (EP602)

TV PIRATA - LADO SUPERIOR (EP501)

TV PIRATA - LADO INFERIOR (EP501)

PROJETOS

CONHEÇA O INTEGRADO

Os circuitos integrados Multiplexadores/Demultiplexadores tem inúmeras aplicações na eletrônica digital/analógica. Nesta edição conheceremos especificamente o CD4051, CD4052 e CD4053.

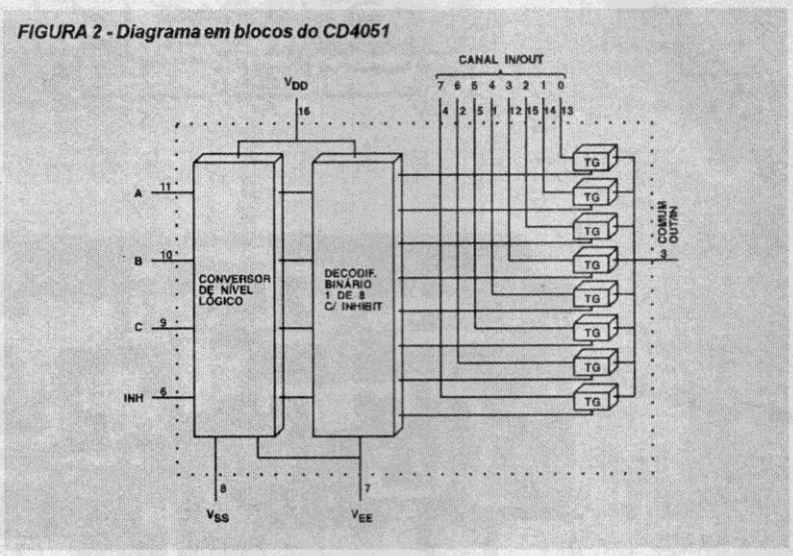
Muitos aparelhos de som modernos possuem controles digitais (volume, graves, agudos, etc...), ou seja, com um simples toque varia-se estes controles. Elimina-se assim os potenciômetros mecânicos que com o passar dos anos desgastam causando interferências quando variados.

Nesta edição abrangeremos sobre os circuitos integrados CMOS CD4051, CD4052 e CD4053 que realizam multiplexação/demultiplexação analógica. Os sinais de controle destes integrados são digitais, interfaceando-se assim um controle digital/analógico. Daremos também um exemplo de utilização destes integrados na área de áudio.

DESCRIÇÃO GERAL

A multiplexação de sinais analógicos de até 15Vpp pode ser controlado por sinais digitais baixos e altos, 0 e 3 a 15V respectivamente. Exemplo, se V_{DD}=5V, V_{SS}=0V e V_{EE}=-5V, sinais analógicos entre -5V e +5V podem ser controlados por sinais digitais de entrada de 0V e 5V. A alimentação destes integrados deve estar compreendida entre 3V e 15V. Por serem construidos com tecnologia CMOS, a dissipação de potência destes integrados é extremamente baixa, dentro das faixas de tensão de operação dos mesmos.

FIGURA 2 - Diagrama em blocos do CD4051



ENTRADAS				CANAIS EM "ON"		
INH	C	B	A	CD4051	CD4052	CD4053
0	0	0	0	0	0X,0Y	cx,bx,ax
0	0	0	1	1	1X,1Y	cx,bx,ay
0	0	1	0	2	2X.2Y	cx,by,ax
0	0	1	1	3	3X,3Y	cx,by,ay
0	1	0	0	4		cy,bx,ax
0	1	0	1	5		cy,bx,ay
0	1	1	0	6		cy,by,ax
0	1	1	1	7		cy,by,ay
1	*	*	*	NENHUM	NENHUM	NENHUM

* Independe a condição Figura 1

Em "ON" um canal apresenta baixa impedância (80Ω tip. Para V_{DD}-V_{EE}=15V), ou seja, não apresenta quase nenhuma resistência a passagem da corrente. Quando em "OFF", a impedância é extremamente alta, havendo somente a passagem de uma corrente de fuga. Os canais são bidirecionais, permitindo a passagem da corrente em ambos os sentidos. Acompanhe pela Tabela Verdade (**figura 1**) a descrição de cada um dos integrados.

CD4051 - É um único multiplexador de 8 canais com 3 controles binários de entrada, A, B, e C e uma entrada "inhibit" (INH). Na **figura 2** temos o diagrama em blocos deste integrado com os respectivos pinos e designações. As três entradas de controle selecionam 1 dos 8 canais em "ON", conectando esta entrada com a saída. Por exemplo, quando A=0, B=1 e C=0 (pinos 11, 10 e 9 respectivamente), o canal 2 estará em "ON", e as demais em "OFF". Assim, somente o pino 15 estará conectada ao pino 3 (COMUM OUT/IN). O pino 6 (INH), quando em alto "1", desabilita todos os canais (em "OFF").

CD4052 - É um multiplexador duplo de 4 canais com 2 controles binários de entrada, A e B e um entrada "inhibit" (INH). Na **figura 3** está ilustrado o diagrama em blocos deste integrado. As entradas A e B selecionam um dos pares de canais a ser conectado com a saída. Dado o exemplo; se A=0 e B=1 e INH=0, teremos selecionado os canais 2X e 2Y, estabelecendo a conexão entre os pinos 15 e 13 e entre os pinos 2 e 3. Note que neste CI os multiplexadores são independentes, porém controlados pelos mesmos pinos. Quando o pino 6 (INH) for levado a nível alto, todos os canais ficarão em "OFF".

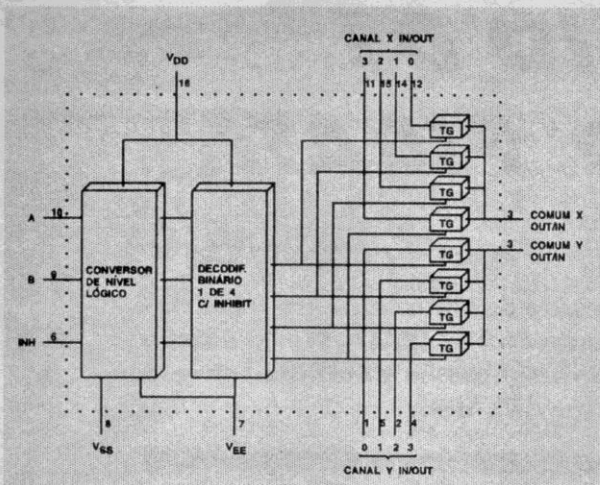


FIGURA 3 - Diagrama em blocos do CD4052

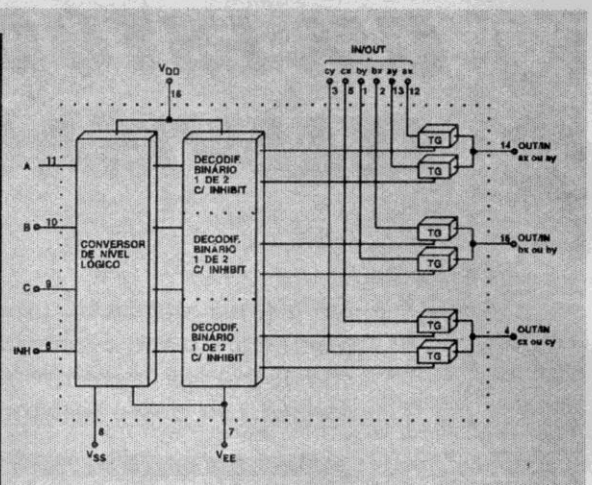


FIGURA 4 - Diagrama em blocos do CD4053

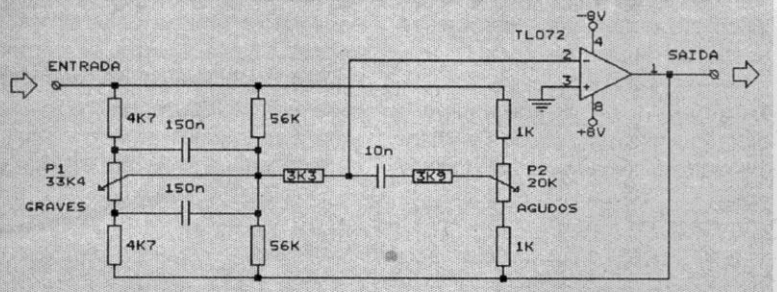


FIGURA 5 - Nesta figura temos um diagrama esquemático de um controle de graves e agudos tipo "baxandall"

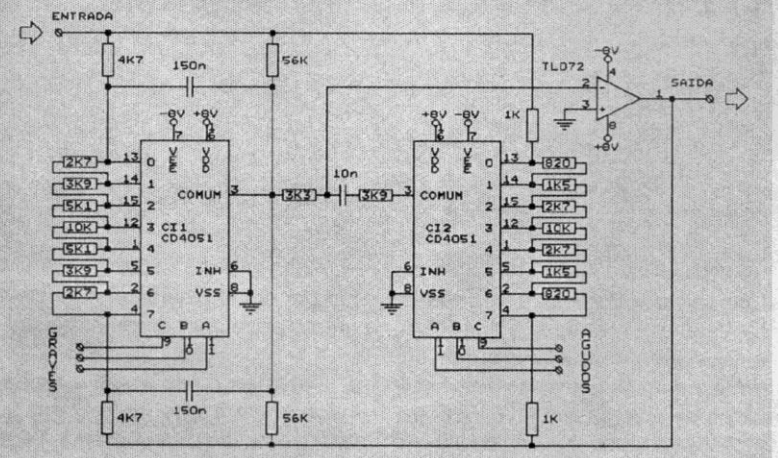


FIGURA 6 - Esquema da figura 5 onde os potenciômetros foram substituídos pelos CD4051.

CD4053 - É um multiplexador triplo de 2 canais com 3 entradas de controle digital separadas, A, B e C e uma entrada "inhibit". Na **figura 4** temos o diagrama em blocos deste CI. Cada uma das entradas de controle selecionam independentemente 1 dos 2 canais de cada um dos multiplexadores. Exemplificando; cada um dos três multiplexadores é controlado por uma das entradas, A, B e C. O pino de controle A exerce influência somente sobre o multiplexador A, ou seja, determina se a conexão do pino 14 (IN/OUT) é feita com "ax" ou "ay" (pinos 12 e 13 respectivamente). Da mesma forma funcionam as entradas B e C. Quando o pino 6 (INH) estiver setado em alto, todos os canais apresentarão alta impedância.

CONTROLE DE GRAVES E AGUDOS DIGITAL

Na **figura 5** temos um controle de graves e agudos tipo "baxandall". Neste circuito realizamos o ajuste de graves variando-se o potenciômetro P1, e o ajuste de agudos pelo potenciômetro P2. Para realizar este ajuste digitalmente, substituiremos os potenciômetros pelo circuito integrado CD4051 associados aos resistores em cada canal (**figura 6**). Pelas entradas A, B e C é realizado o ajuste digital. Para cada palavra (3 bits) é selecionado um canal, variando-se de 000 para 111 escalona-se na ordem os canais 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. Da mesma forma como se fosse variar o potenciômetro de cima para baixo. As entradas interpretam como nível baixo uma tensão de 0 volts, e nível alto uma tensão compreendida entre 3 e 8 volts (VDD).

Da mesma forma pode ser realizado a substituição do potenciômetro de ajuste de volume, de um circuito qualquer, por este multiplexador. Ou ainda usar outro para selecionar os canais de entrada de um pré amplificador (CD, AUX, PHONO, etc...). Não está incluído o circuito que realiza o controle digital, pois o propósito é somente mostrar uma utilidade para este integrado. O controle pode ser realizado por microprocessador ou circuitos digitais sensíveis ao toque.

TELEVISÃO

UM ESTÚDIO DE TELEVISÃO PIRATA

CONCLUSÃO

Na última edição foi analisado detalhadamente o funcionamento de cada componente do TV PIRATA. Nesta edição concluiremos o artigo e apresentamos detalhes sobre a construção deste transmissor de vídeo.

TELEVISÃO

A montagem de um circuito que trabalhe em Ultra-alta-freqüência (UHF) deve obedecer a severas normas técnicas para que funcione sem problemas. Qualquer componente disposto errado, terminais longos demais e principalmente placa de circuito impresso desenhada de forma incorreta podem comprometer seriamente o funcionamento do TV PIRATA. Para que você não tenha problemas no funcionamento relacionadas com a montagem, aconselhamos a montar o circuito seguindo corretamente as instruções dadas adiante. Adiantamos que... para um projeto de UHF, como o TV PIRATA, não basta montá-la e querer que ela funcione de imediato. O funcionamento depende muito de ajustes de bobinas, capacitores e conhecimentos básicos em RF. Entraremos no máximo em detalhes para diminuir as dificuldades que são encontradas neste tipo de circuito.

Na **figura 1** temos novamente o diagrama esquemático do TV PIRATA, pois na edição anterior duplicamos os capacitores C20 e C28. Neste esquema corrigimos este erro estabelecendo uma nova ordem numérica para os componentes. Revise os valores destes componentes na lista de componentes da edição anterior e adicione dois novos capacitores, C38 de 2,2 pF e C39 de 1 pF.

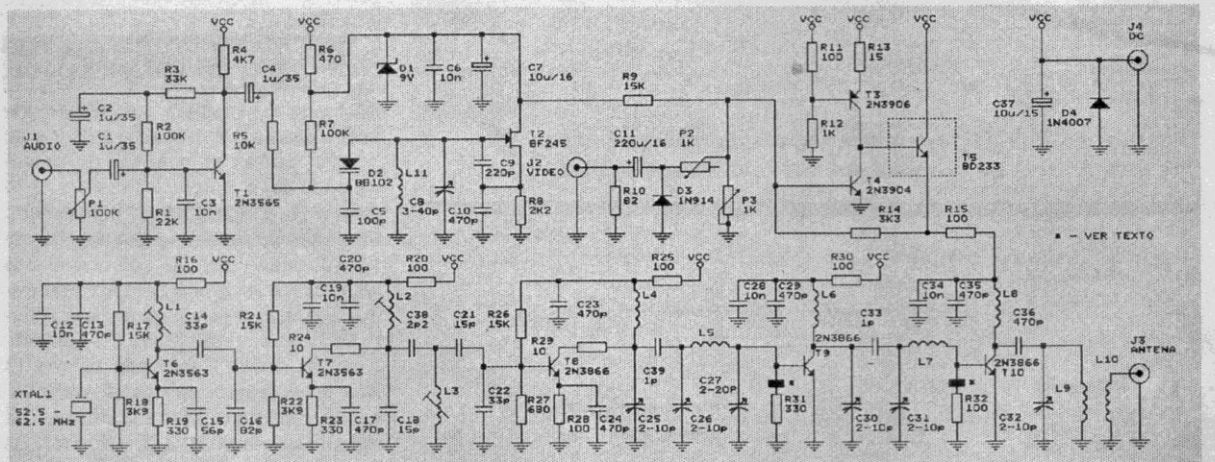


Figura 1 - diagrama esquemático do TV PIRATA.

REGRAS DE MONTAGEM

A seguir apresentamos os itens que devem ser obedecidos na montagem:

1. Adquira somente os componentes especificados na lista de componentes. Circuitos de alta freqüência são muito sensíveis a alterações de valores e tipos. Mesmo os componentes equivalentes possuem características diferentes, portanto, uma vez funcionando o circuito, quando um componente é substituído por um equivalente, o funcionamento pode ser comprometido.

2. Solde os componentes tendo o cuidado para que os terminais fiquem o mais curto possível. Terminais longos, assim como as trilhas longas demais, podem atuar como antena ou apresentar um efeito indutivo prejudicial.

3. Os indutores devem ser montados conforme especificados na figu-

ra 2, porém mesmo que haja pequenas diferenças nas dimensões não haverá sérios problemas, pois no ajuste final os indutores serão reajustados manualmente para proporcionar máximo rendimento.

4. Foi incorporado um capacitor de tântalo para garantir um bom "BYPASS". Com as dimensões reduzidas da placa e o uso de um face de proteção, podem ser amenizados a maioria dos problemas associados a "BYPASS" em VHF e UHF.

5. Confeccione a placa de circuito impresso somente em fibra de vidro com 1,5 mm de espessura. Outros tipos de materiais resultam em condições diferentes de sintonia e causam altas capacitâncias. Não use em hipótese alguma placas de fenolite, pois são muito prejudiciais para freqüências em UHF.

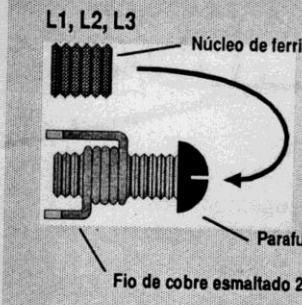
6. O transistor T5 necessita de uma dissipação de 3W, por isso prenda-o a um dissipador e solde este na face superior da placa (face de proteção ou face de massa). Cuide para que o transistor esteja devidamente isolado do dissipador (usando mica e bucha isolante) .

7. Os pinos que estiverem ligados a massa devem ser soldados em ambas as faces da placa de circuito impresso, com o intuito de "aterrar" o maior número de pontos possíveis.

INSTALAÇÃO DOS COMPONENTES

Siga corretamente as regras de montagem explanadas. Enrole primeiro todos os indutores conforme mostra a **figura 2**.

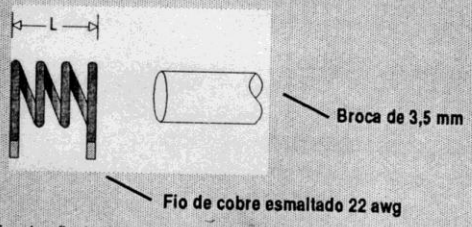
Na **figura 3** temos a disposição dos componentes sobre a placa de circuito impresso. Na montagem da placa inicie soldando todos os resistores e diodos não esquecendo de colocar as "contas" de ferrite nos resistores R31 e R32 (**veja figura 4**). A seguir solde todos os capacitores cerâmicos e NPO. Continue soldando na ordem os trimpot's e os capacitores variáveis (trimmer). Lembre-se que os terminais ligados a massa devem ser soldados em ambos os lados da placa. Prossiga soldando todos os transistores com exceção de T5. Instale agora todos os indutores já confeccionados. Monte o dissipador em T5 e solde o mesmo na placa como ilustra a **figu-**



1º - Enrole o fio de cobre em torno do parafuso com o nº de voltas solicitada na tabela.
2º - Retire o parafuso girando o mesmo.
3º - Insira o núcleo de ferrite rotacionando-o.
4º - Solde o indutor na placa.

TABELA DE DIMENSÕES DOS INDUTORES

Indutor	Faixa de freq. (MHz)	Nº de voltas	Comprimento
L1	420 - 450 450 - 500	9 1/2 8 1/2	-
L2	420 - 450 450 - 500	4 1/2 3 1/2	-
L3	420 - 450 450 - 500	5 1/2 3 1/2	-
L4	TODAS	3	6mm
L5	TODAS	4	6mm
L7	TODAS	1 1/2	2mm
L8	TODAS	2 1/2	4mm



Enrrole o fio de cobre em torno de uma broca de 3,5 mm.
Nº de voltas e comprimento. (ver tabela)

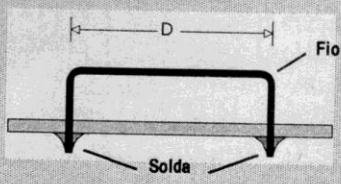




FIGURA 2 - Detalhes da construção de todos indutores

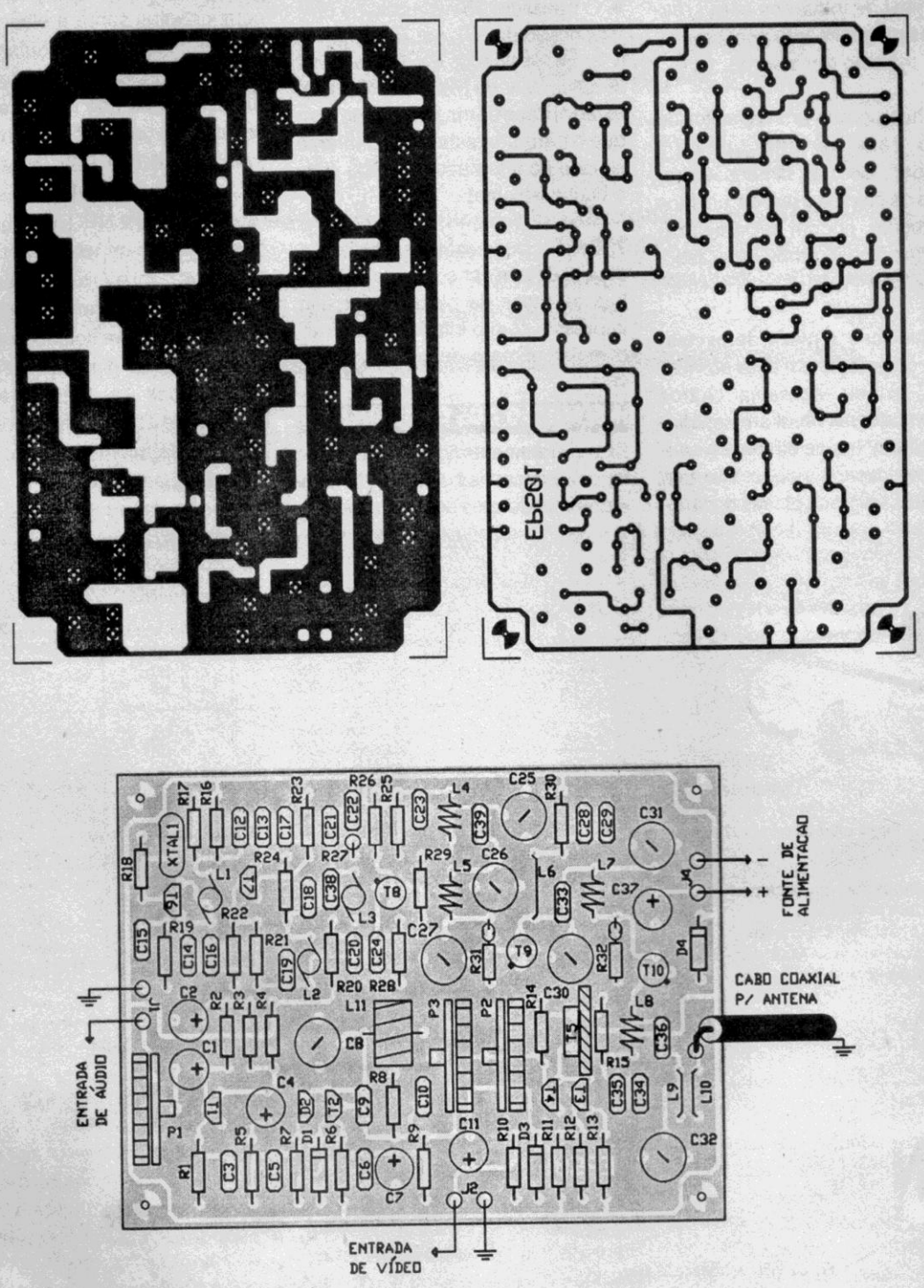


Figura 3 - Disposição dos componentes sobre a placa de circuito impresso. Siga corretamente as regras de montagem explanadas.

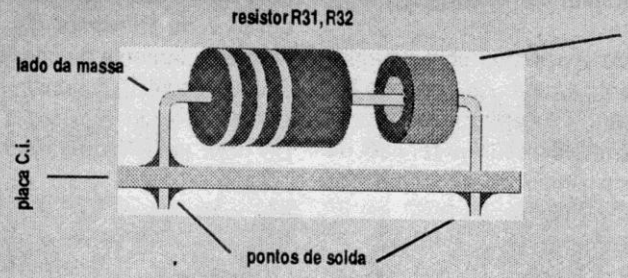


Figura 4 - Montagem dos resistores R31 e R32. O ferrite causa uma alta impedância em série em RF, porém não apresenta nenhuma resistência em DC.

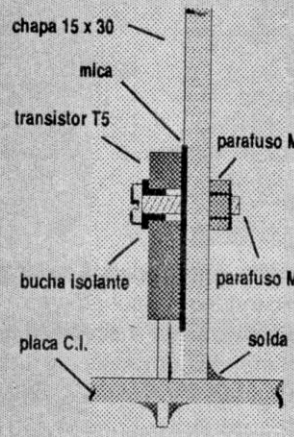


Figura 5 - Montagem do dissipador em T5

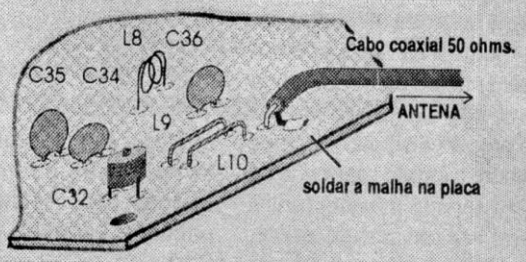


Figura 6 - Detalhe da dissipação dos componentes da saída.

ra 5. Concluindo a montagem temos o indutor L10 que deve ser montado conforme mostra a **figura 6**, tendo o cuidado de dispô-lo em paralelo com o indutor L9. Não instale o cristal, pois os testes iniciais serão feitos em DC.

Obs: Nos indutores L1, L2 e L3 podem ser usados como núcleo de ferrite os mesmos ferrites usados nos indutores variáveis tipo "caneca", muito usado em rádios de AM antigo.

Após a montagem da placa, certifique-se que não ocorreram curtos causadas por "pingos" ou vestígios de solda. Cuidado especial deve ser dado a face superior (face de massa) para que excesso de solda não aterre outros pinos, principalmente dos transistores e trimmer's.

Uma vez terminada a montagem e inspeção visual da placa, podemos iniciar o teste das diversas partes do circuito e efetuar a correta calibragem.

TESTES E AJUSTES

Inicialmente meça com um multímetro a resistência DC entre VCC e GND. Esta resistência deve ser maior que 200 ohms, caso esteja abaixo deste valor verifique todo circuito antes de continuar com os testes.

Agora rotacione os ferrites dos indutores L1, L2 e L3 para que fiquem totalmente afundados dentro dos indutores. Os trimpot's devem ser ajustados na posição intermediária do curso máximo dos mesmos. Da mesma maneira todos os trimmer's devem ser ajustados na posição mediana entre o máximo e o mínimo.

Ligue o TV PIRATA a uma fonte de alimentação de 12 volts e certifique-se que o consumo não exceda 200 mA, pois isto significa algum problema com o circuito. Caso ocorra o aquecimento excessivo de algum componente ou até mesmo a queima imediata, desligue imediatamente a fonte de alimentação e analise o que pode ter causado este problema.

Uma vez alimentado o circuito, meça com um multímetro, de preferência analógico, a tensão DC sobre os resistores R19 e R23. A tensão medida deve estar compreendida entre 1,5 e 3 volts. A seguir conecte o multímetro sobre o resistor R28 e certifique-se que a tensão medida seja aproximadamente 1 volt. Agora meça a tensão entre o emissor de T5 e a massa e varie o trimpot P3 entre o mínimo e máximo, esta tensão deve variar entre 5 volts ou menos, até 11 volts ou mais. Ajuste P3 para que a tensão esteja acima de 11 volts.

Continuando a medição; conecte o multímetro entre a massa e o coletor de T1. Uma tensão compreendida

entre 4 e 7 volts significa que está tudo em ordem. A seguir meça a tensão sobre o diodo D1 que deve estar compreendida entre 8 e 10 volts. Caso esteja fora desta faixa algum problema deve haver com os transistores T1 e T2 ou ao circuito associado. A tensão sobre o varactor D2 também deve estar compreendida entre 8 e 10 volts; se esta estiver com aproximadamente 1 volt significa que o varactor está invertido ou em curto.

Estando tudo em ordem até este ponto, solde o cristal na placa, conecte o multímetro sobre o resistor R23 e ligue a fonte de alimentação. Varie lentamente o indutor L1 fazendo com que o núcleo de ferrite tenda a sair, e note que a tensão aumenta na mesma proporção que o indutor é variado. Ajuste o indutor para que se obtenha uma tensão máxima (entre 3 e 5 volts). Para um correto ajuste, conecte um frequêncímetro na junção dos capacitores C14 e C16 e verifique se a leitura está estável, caso não esteja, significa que o cristal não está controlando a freqüência corretamente, basta então ajustar L1 para que a leitura no frequêncímetro fique fixa.

Para ajustar o primeiro dobrador de freqüência, conecte o VOM sobre o resistor R28 e ajuste os indutores L2 e L3 para obter uma tensão máxima entre 1 e 2 volts. Caso não consiga atingir estes valores, adicione ou diminua o número de espiras dos indutores conforme o caso. Certifique-se que os valores dos capacitores C18, C38, C21 e C22 estejam corretos.

Antes de prosseguir com os ajustes, monte a ponta de prova de RF ilustrada na **figura 7**. Esta ponta nos permitirá medir a tensão de pico dos sinais de altíssima freqüência. A seguir conecte esta ponta na junção do indutor L9 e do trimmer C32. Ajuste agora os capacitores variáveis C25, C26, C27, C30, C31 e C32 para que a leitura obtida seja no mínimo 1,5 volts. A ponta de prova pode ser usada também para medir outros pontos na qual se deseja medir a tensão de pico dos sinais de RF.

Para ajustar a saída de RF, conecte uma carga de 47 ohms (**veja figura 8**) no conector J3, e com a ponta de RF meça a tensão sobre ela. Ajuste o trimmer C32, assim como a distância entre L10 e L9, para que a tensão verificada seja o máximo possível (mínimo 1 volt). Não coloque em curto os indutores L9 e L10. Após terminado este ajuste retire a carga resistiva.

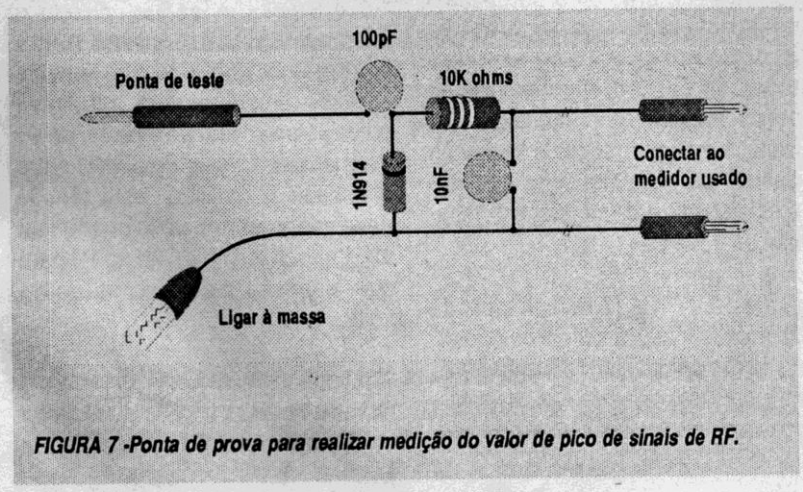


FIGURA 7 -Ponta de prova para realizar medição do valor de pico de sinais de RF.

Concluindo os ajustes regule o trimpot P3 para que a tensão medida no emissor do transistor T5 seja de aproximadamente 6 volts, e em seguida conecte o frequencímetro neste mesmo ponto e ajuste o trimmer C8 para uma freqüência exata de 4,5 MHz. Agora aplique os sinais de áudio e vídeo nos conectores J1 e J2 respectivamente e sintonize a televisão na mesma freqüência de transmissão do TV PIRATA; ajuste o ganho de vídeo (trimpot P2) para obter o melhor contraste e estabilidade de imagem possível, e ajuste o nível de áudio (trimpot P1) para que o volume tenha a mesma intensidade que uma emissora local. Pode ser necessário rever todos os ajustes para uma melhor qualidade de imagem possível.

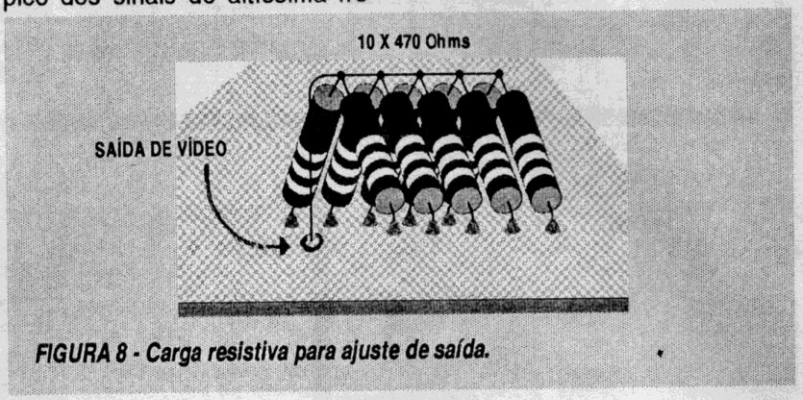


FIGURA 8 - Carga resistiva para ajuste de saída.

MONTAGEM FINAL

Obrigatoriamente a caixa na qual a placa for instalada deve ser metálica e devidamente aterrada. Use um cabo coaxial de 50 ohms o mais curto possível para interligar a antena na placa. Como fonte de alimentação de 12 volts podem ser usados baterias de Ni-Cd associadas que supram no mínimo 200 mA de corrente de consumo. Caso prefira poderá ser utilizado uma fonte de alimentação externa ou interna, dependendo da aplicação para a qual você utilizar sua TV PIRATA.

Recomendamos utilizar uma antena dipolo com hastes de 15 cm cada, perfazendo 30 cm entre as extremidades. Outras antenas podem ser utilizadas, desde que elas lhe proporcionem resultados satisfatórios.

PROJETOS

PROJETANDO UM AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA

Nas edições anteriores projetamos passo a passo uma fonte regulada e um pré-amplificador. Nesta edição concluiremos esta fase de projetos, ensinando passo a passo como projetar um amplificador de potência.

Desejamos projetar um amplificador de potência de características básicas, com capacidade para dissipar uma potência de 1 Watt sobre uma carga de 8 Ohms. Explicamos a seguir, detalhadamente, como fazer este projeto.

PRIMEIRO PASSO: Escolha do amplificador a ser projetado.

Conforme definimos, temos então uma carga R_L = 8 Ohms e nesta carga uma potência dissipada P_{RL} = 1 W.

A potência exigida pelo nosso projeto é relativamente baixa, com base neste item escolhemos o esquema para o nosso amplificador, apresentando-o na **figura 1.**

SEGUNDO PASSO: Cálculo do resistor de emissor dos transistores de saída.

Sabemos que os resistores R_E's têm como função aumentar a estabilidade de polarização dos transistores T_2 e T_3, logo, seus valores devem ser baixos, pois assim evitaremos uma dissipação de energia desnecessária. Temos então a seguinte regra:

$$0{,}5\ \Omega \leq R_E \leq 2\ \Omega$$

Para o nosso projeto escolheremos $R_E = 0{,}5\ \Omega$. A potência dissipada por R_E será calculado através da seguinte fórmula:

$$P_{RE} = \frac{2.P_{RL}.R_E}{R_L}$$

Sabemos que :

P_{RL} = 1 W
R_E = 0,5 Ω
R_L = 8 Ω

Portanto, teremos:

P_{RE} = 0,13 W

Consideramos então que P_{RE} = 1/4 W.

TERCEIRO PASSO : Cálculo de V_{cc}.

O amplificador escolhido para o nosso projeto é do tipo simetria complementar; a fórmula a seguir é usada para calcular a sua potência:

$$P_{RL} \cong \frac{(V_{CC} - 2V_{CES2})^2}{8(R_E+R_L)}$$

Onde:

V_{cc} = Tensão de alimentação do amplificador.

V_{CES2} = Tensão coletor - emissor de saturação de T_2.

R_E = Resistor dos emissores dos transistores de saída.

R_L = Resistor de carga (impedância do alto-falante).

Sabemos que nos transistores de silício o valor típico de V_{CES} é aproximadamente 0,3 Volts, enquanto que nos de germânio este valor é um pouco mais baixo, na ordem de 0,1 Volts. Supomos então que em nosso projeto serão utilizados transistores de germânio, teremos:

P_{RL} = 1 W
V_{CES2} = 0,1 V
R_E = 0,5 Ω
R_L = 8 Ω

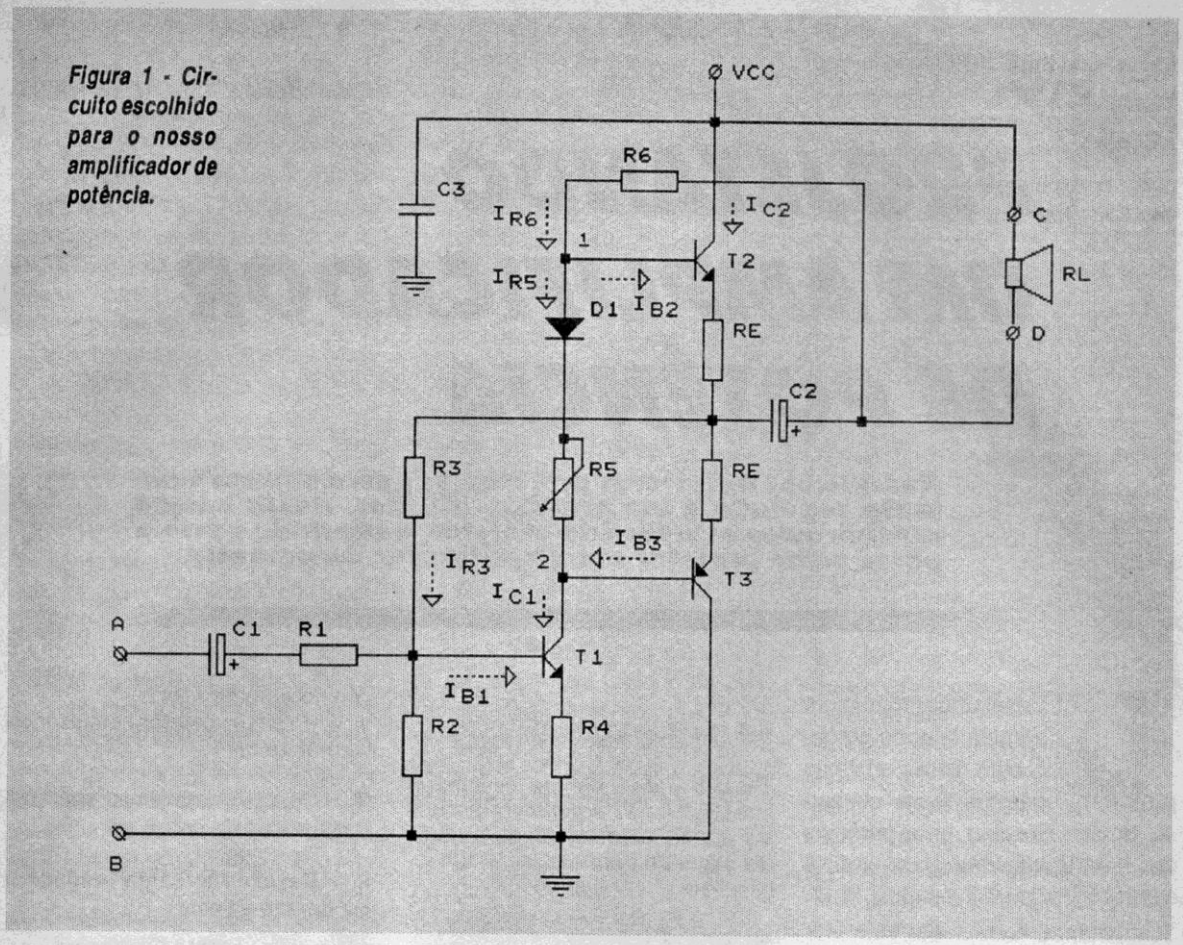
Portanto: Vcc = 8,45 V

Ao escolhermos a tensão de alimentação em um circuito transistorizado, é interessante que este valor seja múltiplo de 1,5 V, que é a tensão de uma pilha comum. Sendo assim, teremos V_{CC} = 9 V.

QUARTO PASSO: Escolha dos transistores de potência T_2 e T_3.

Para sabemos quais serão os transistores que utilizaremos, deve-

Figura 1 - Circuito escolhido para o nosso amplificador de potência.



mos calcular os valores de IC max, V_{CEmax} e P_{Cmax}. Utilizaremos então a seguinte fórmula:

$$I_{C2max} > \frac{V_{cc}}{2\,(R_L + R_E)}$$

Temos os seguintes valores:

V_{cc} = 9 V
R_L = 8 Ω
R_E = 0,5 Ω

Efetuando os cálculos encontramos que I_{C2max} > 530 mA.

Calculamos então a tensão coletor-emissor:

$$V_{CE2max} > \frac{V_{cc}}{2}$$ portanto: V_{CE2max} > 4,5 V.

A potência máxima dissipada nos coletores dos transistores de potência é dada por:
$P_{C2max} > 0{,}2\ P_{RL}$, encontramos então:

P_{C2max} > 200mW.

Temos agora os valores necessários para a escolha dos transistores T_2 e T_3, que devem possuir as mesmas características, sendo que um será do tipo NPN e o outro PNP. A seguir apresentamos os transistores escolhidos e suas características:

2N2430

P_{Cmax} = 1 W

2N2706

I_{Cmax} = 1 A
hFE ≅ 100
V_{CEmax} = 15 V

QUINTO PASSO: Escolha do transistor "driver", T1.

Analisando o circuito, podemos dizer que:

$I_{C1} = I_{B3} + I_{R5}$

Onde:
I_{C1} = corrente do coletor de T_1
I_{B3} = corrente da base de T_3
I_{R5} = corrente que passa por R_5

Temos que: $I_{C3} = I_{C2}$ e $I_{B3} = I_{C3}/h_{FE3}$

Sabendo-se que h_{FE3} = 100 teremos então: I_{B3} = 5mA

Como as correntes de base dos transistores T_2 e T_3 são iguais ($I_{B2} = I_{B3}$), concluímos que as correntes I_{R6} e I_{C1} são iguais.

Sendo $I_{R5} = 0{,}1 I_{R6}$, teremos que $I_{C1} = I_{B3}/0{,}9$.

Como $I_{C1max} > I_{C1}$ encontramos I_{C1max} > 6mA.

A tensão coletor-emissor é dada por:

$V_{CE1max} > V_{CC}/2$ e $P_{C1max} > I_{C1} \cdot V_{CE1}$.

Portanto as características de T1 serão:

I_{C1max} > 6mA
V_{CE1max} > 4,5V
P_{C1max} > 27 mW.

O transistor que escolhemos é o BC 238, um transistor de baixa potência com as seguintes características:

I_{Cmax} = 100mA
V_{CEmax} = 20V
P_{Cmax} = 300mW
h_{FEmin} = 110.

SEXTO PASSO: Cálculo de R_6.

Definiremos inicialmente $V_s = 0$, ou seja, não existe sinal de entrada. Como T_2 e T_3 operam em classe B, podemos dizer que $I_{C2} \cong I_{C3} \cong 0$, e por conseqüência $I_{B2} \cong I_{B3} \cong 0$. Teremos ainda que:

$V_{R6} \cong V_{CC}/2$ e $I_{R6} = I_{C1}$.

A corrente de polarização do coletor de T_1, é escolhida através da seguinte regra:

$0,1mA \leq I_{C1} \leq 5mA$,

em nosso caso escolheremos I_{C1} = 1mA, e portanto I_{R6} = 1mA .

Utilizando a lei de Ohm:

$$R_6 = \frac{V_{CC}/2}{IC1} = 4,5K\Omega.$$

Portanto usaremos $R_6 = 4,7K\Omega$.

SÉTIMO PASSO: Escolha de D_1 e Cálculo de R_5.

Sendo D_1 um diodo de compensação térmica, é necessário que ele seja confeccionado no mesmo material que os transistores de saída T_2 e T_3. Poderíamos utilizar qualquer diodo de sinal, ou até mesmo um diodo base - emissor de um transistor de germânio, mas utilizamos o diodo 1N4148 de germânio.

A tensão entre os pontos 1 e 2 da **figura 1** devem ser aproximadamente igual a 2 V_{BE2}, o resistor R_5 será calculado em função deste item, portanto:

$V_{R5} = V_{BE2}$

como já definido $I_{R5} = I_{R6} = I_{C1}$ para $V_s = 0$, sendo V_{BE2} = 0,2V (tensão base - emissor de um transistor de germânio) e I_{R5} = 1mA.
Através da lei de Ohm:

$$R_5 = \frac{V_{R5}}{I_{R5}} = 200W$$

Utilizaremos um trimpot no lugar de R_5, com um valor um pouco maior do que o calculado, permitindo assim ajustar a corrente quiescente (de polarização) do coletor dos transistores de saída. Com isto poderemos diminuir a distorção de cross over e colocar os transistores em condições de trabalhar na classe AB. Nosso trimpot terá o valor de 220Ω.

OITAVO PASSO: Cálculo de R_4.

Sabemos que V_{CE1} deve ter o maior valor possível, conseqüentemente V_{R4} será o menor possível, definimos então que $0,1 \leq V_{R4} \leq 1V$. Optaremos pelo valor mais baixo para V_{R4}, ou seja, V_{R4} = 0,1V.
Para $V_s = 0$, teremos $I_{R4} \cong I_{C1}$ conforme já definido anteriormente. Então:

$$R_4 = \frac{V_{R4}}{I_{R4}} = 100\Omega$$

NONO PASSO: Cálculo de R_3 e R_2.

Analisando o circuito da figura 1 verificamos que R_3 é um resistor de polarização e realimentação da base do transistor T_1, portanto teremos:

$$I_{R3} \cong I_{B1} \text{ e } I_{B1} = \frac{I_{C1}}{h_{FE1}}$$

Sabemos as seguintes características de T_1:

I_{C1} = 1mA, $h_{FE1} \cong 170$

V_{BE1} = 0,6V

Então:

$I_{R3} = I_{B1}$ = 6μA

Temos também os seguintes dados já calculados:

V_{R4} = 0,1V
V_{CC} = 9V

A queda de tensão sobre V_{R3} pode então ser calculada por:

$$V_{R3} = \frac{V_{CC}}{2} - V_{BE1} - V_{R4} = 3,8V$$

Através da lei de Ohm:

$$R_3 = \frac{V_{R3}}{I_{R3}} = 630K\Omega.$$

O valor comercial mais próximo é 620KΩ, o qual utilizaremos então, definimos a seguinte relação:

$$R_2 = \frac{R_3}{5}, \text{ portanto } R_2 = 124K\Omega.$$

Utilizaremos então o valor comercial mais próximo: $R_2 = 120K\Omega$.

DÉCIMO PASSO: Escolha de R_1.

Utilizaremos no lugar de R_1 um trimpot, permitindo desta maneira o ajuste do ganho do nosso amplificador. É através deste trimpot que poderemos também controlar o volume do amplificador. Por definição temos que $Z_1 \cong R_1$, ou seja, a impedância de entrada do nosso amplificador é aproximadamente igual ao resistor R_1. Geralmente definimos R_1 da seguinte forma:

$100K\Omega \leq R_1 \leq 1M\Omega$.

Para o nosso projeto utilizaremos então um trimpot com o valor de 270KΩ ($R_1 = 270K\Omega$).

DÉCIMO PRIMEIRO PASSO: Cálculo dos capacitores C_1, C_2 e C_3.

A função do capacitor C_3 é evitar que oscilações causadas pela alta corrente do transiente da fonte venha a prejudicar o desempenho do amplificador. Supondo uma ten-

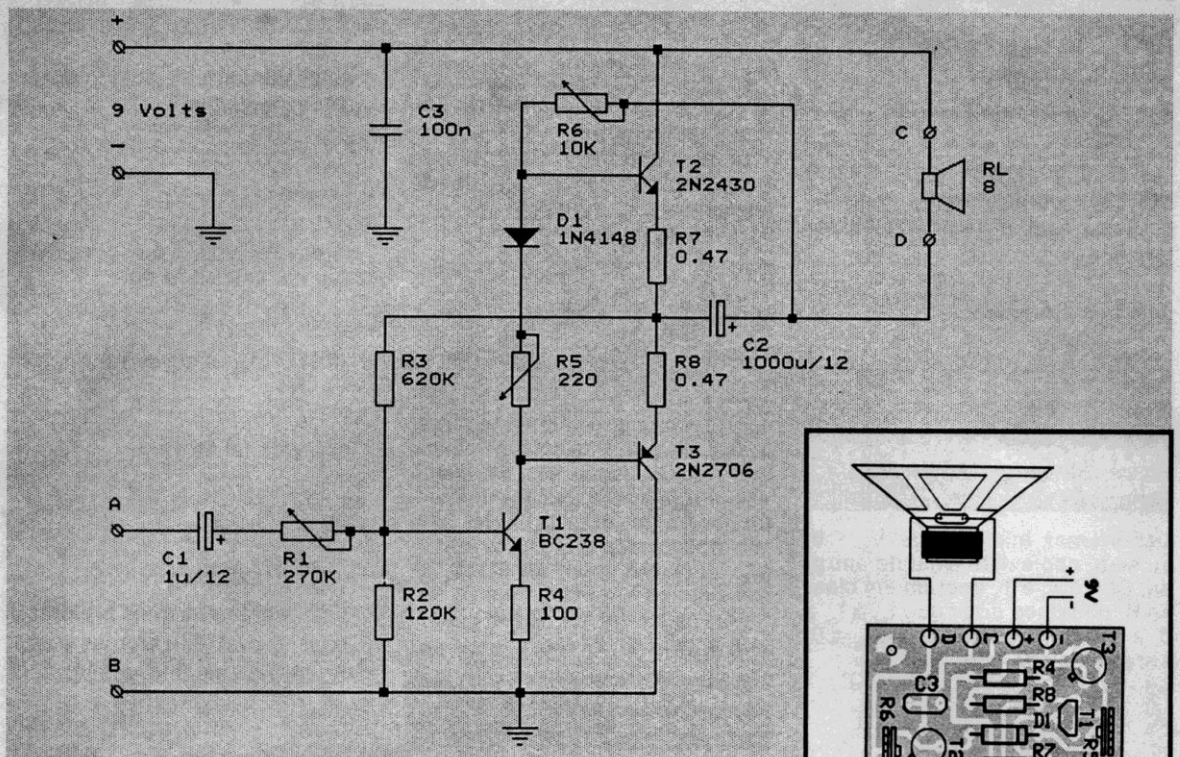


Figura 2 - Circuito com as alterações necessárias e os valores adotados para cada um dos componentes.

Figura 3

são nominal maior que V_{cc}, escolhemos C_3 conforme a seguinte regra:

$0.01\mu F \leq C_3 \leq 0.47\mu F$.

Utilizaremos $C_3 = 0.1\mu F$.

Os capacitores C_1 e C_2 atuam diretamente na resposta de freqüência do amplificador.

Calcularemos C_2 através da seguinte fórmula:

$$C_2 = \frac{1}{6{,}28 \cdot R_L \cdot f_{OL}}$$

Sabemos que:

$R_L = 8W$

$f_{OL} = 20HZ$ (freqüência de corte inferior)

Teremos:

$C_2 = 995 \cdot 10^{-6}$ F, tomaremos então $C_2 = 1.000\mu F \times 12V$.

A fórmula a seguir, será utilizada para o cálculo de C_1:

$$C_1 = \frac{1}{6{,}28 \cdot R_1 \cdot f_{OL}} = 0{,}03 \times 10^{-6}$$

Então

$C_1 = 0{,}03\mu F \times 12V$.

Podemos utilizar capacitores de valores bem maior que o calculado, com isso poderemos melhorar a resposta do nosso amplificador.

CONCLUSÃO:

Nosso amplificador foi calculado em classe AB, mas para diminuir a distorção de cross over, faremos ele funcionar em classe AB. Conseguiremos isto, trocando os resistores R_5 e R_6 por trimpot's com o dobro do valor inicialmente calculado. Ajustaremos em R_5 a corrente da fonte em aproximadamente 5mA, sem que tenhamos sinal na entrada. Com R_6 conseguiremos um ajuste de tal forma que a tensão entre os dois resistores dos emissores e o terra, será igual à metade da fonte, ou seja, a tensão no ponto central é igual a $V_{cc}/2$. Assim podemos garantir a excursão máxima da tensão sobre a carga.

Apresentamos finalmente, na **figura 2**, o circuito com as alterações necessárias e os valores adotados para cada um dos componentes utilizados.

Como nos projetos anteriores, apresentamos na **figura 3**, a placa de circuito impresso para a montagem do amplificador calculado.

MODELISMO

UM CONTROLE DE VELOCIDADE COM INÉRCIA

O controle de velocidade no ferromodelismo não correspondem a realidade, pois ela despreza o efeito da força inercial. Para solucionar este problema desenvolvemos um controle que aproxima ainda mais o modelismo a escala real.

Muitas pessoas tem um hobby ao qual se dedicam no tempo livre. Uma delas é o ferromodelismo, na qual temos as imensas locomotivas, vagões, trilhos, casas, árvores, etc... Reduzidas em escala e mantendo os detalhes o mais real possível. Apenas um detalhe foge a esta realidade; a força inercial presente no deslocamento de uma locomotiva, ou seja, a aceleração ou desaceleração na realidade ocorre gradativamente. No modelismo não ocorre o mesmo, pois a velocidade da locomotiva responde imediatamente a velocidade ajustada no controle.

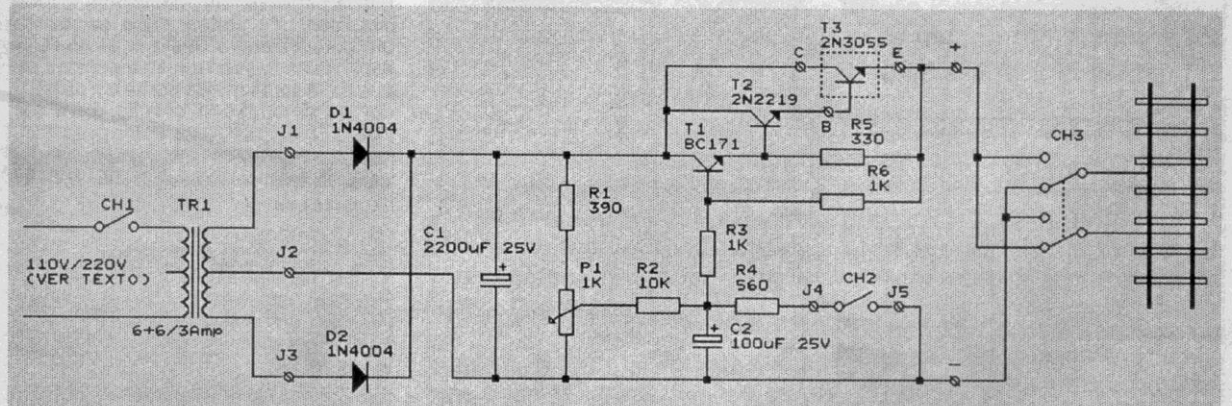
Para melhor compreender este efeito precisamos primeiro ter uma visão do que representa a velocidade real em escala reduzida. Sendo a escala mais comumente usada a 1/85, tomamos como exemplo uma locomotiva deslocando-se a uma velocidade de 100 Km/h, no modelismo, ela deve perfazer uma velocidade 1,17 Km/h (100/85). Esta velocidade encontrada não nos interessa em Km/h, pois as áreas ocupadas pelo ferromodelismo ocupam geralmente alguns metros quadrados. Precisamos então convertê-la em metros/minuto, obtendo então a velocidade final de 19,6 m/min.

Tomando como base um linha férrea de 19,6 metros, e ajustando a velocidade ao máximo da locomotiva, percebe-se que o deslocamento neste espaço ocorre num período muito menor que um minuto. Isto mostra que o controle de velocidade fornecido pela fábrica não obedece a escala. Para obter a velocidade real em Km/h, basta multiplicar o tempo percorrido neste espaço por 5,1.

Este problema pode ser facilmente resolvido; basta estabeleçer no controle de velocidade um ajuste correspondente a velocidade máxima e real da locomotiva em questão. Porém ainda persiste o problema da inércia, pois se variarmos a velocidade no controle entre o mínimo e máximo repentinamente, a composição responde imediatamente a esta velocidade. Seria o mesmo que estar dentro de um trem parado e em questão de um segundo ela atingisse a velocidade de 100 Km/h (por exemplo.). Façanha que nem os carros mais potentes conseguem estabelecer.

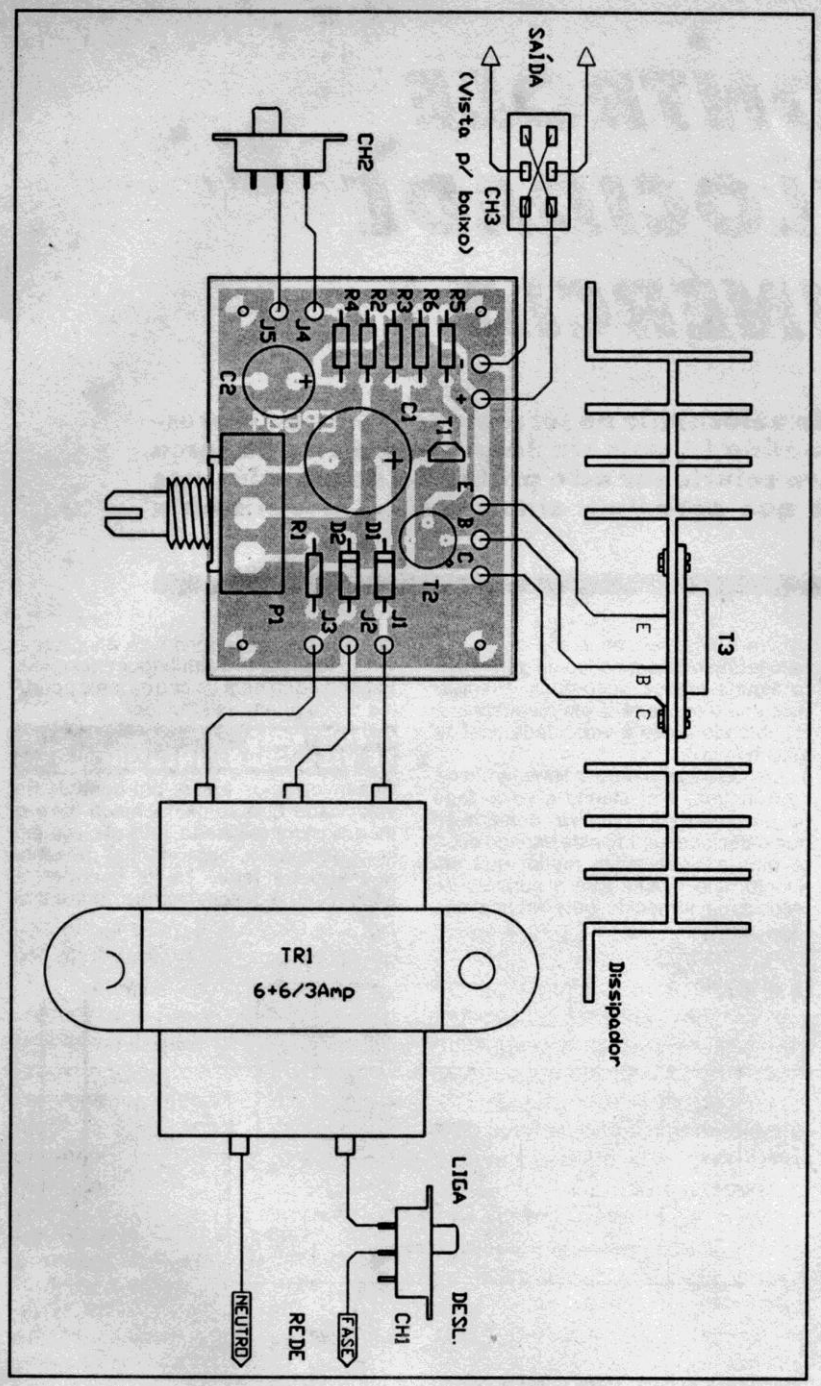
O CONTROLE DE VELOCIDADE INERCIAL

Desenvolvemos então, um controle de velocidade que aproxima ainda mais o modelismo a realidade, pois ela leva em consideração a força inercial presente nas escalas reais. Neste controle, a aceleração e desaceleração ocorre lentamente, mesmo quando variamos a velocidade repentinamente. Para simplificar, entraremos diretamente na explanação sobre o funcionamento do circuito elétrico (**figura 1**).



Circuito elétrico figura 1.

Analisando o circuito vemos inicialmente o transformador TR1. O primário deste deve ser adequado a rede local (110V ou 220V), caso prefira pode-se optar pela opção bivolt, sendo então necessário usar um transformador com primário de 110V+110V e adicionar uma chave seletora. No secundário temos uma



derivação central (Center Tape) que proporciona uma saída de 6V+6V. A corrente que o transformador deve suprir é de 3 Amp.

A próxima etapa é a retificação, realizada pelos diodos D1 e D2 e pelo capacitor C1. Sobre o capacitor teremos presente uma tensão DC de aproximadamente 17 volts, quando não houver consumo de corrente.

A regulagem da corrente de saída é realizada pelo potenciômetro P1 que em série com R1 permite um ajuste entre 0 e 12 volts. Supondo que o ajuste dela esteja totalmente voltado para a massa, teremos sobre o capacitor C2 uma tensão de 0 volts. Como a tensão de base do transistor T1 é a mesma que a tensão sobre o capacitor C2, significa que este transistor estará em estado de corte, subseqüêntemente, os transistores T2 e T3 também estarão cortados, ou seja, não haverá passagem de corrente para a saída. Note que os três transistores estão ligados em formato darlington, portanto, a corrente resultante na saída (ponto +) é igual a multiplicação dos ganhos dos três transistores pela corrente de base em T1.

Quando rotacionamos o potenciômetro, a corrente de saída não é ajustada no mesmo instante, pois o capacitor C2 ainda estará descarregado. Lentamente através do resistor R2 a tensão sobre o capacitor irá se igualar a tensão ajustada. Quando a tensão na base de T1 for o suficiente para permitir a condução deste transistor, teremos a passagem de uma corrente para a saída, esta que gradativamente aumenta na mesma proporção que ocorre a carga em C2. Desta forma um trem acelera lentamente até atingir a velocidade ajustada.

O mesmo ocorre quando voltamos o potenciômetro a posição inicial, porque o capacitor irá descarregar lentamente através de R2 até atingir 0 volts. Como resultado teremos a lenta desaceleração do trem até a parada.

Porém ainda é necessário a interrupção imediata da corrente, principalmente quando ocorre, por exemplo; um acidente com uma composição. Para tal, adicionamos uma chave que funciona como freio de emergência. Esta chave (CH2) deve ficar normalmente em aberto, e quando ela for fechada ocorre a descarga quase imediata do capacitor C2 através de R4, independentemente da posição de P1.

A chave CH3 permite reverter a polaridade da saída, fazendo com que o trem mude de sentido.

MONTAGEM

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso já disposta com os componentes. A montagem da placa não envolve nenhuma dificuldade. A placa foi desenhada para usar um potenciômetro rotativo linear. Se preferir pode ser usado um potenciômetro deslizante. Atenção especial deve ser dada ao transistor T3, que deve ser montada sobre um dissipador de calor. Todo circuito deve ser instalada em um caixa apropriada.

LISTA DE MATERIAL

Resistores

R1 - 390 ohm 1/4W
R2 - 10K ohm 1/4W
R3,R6 -1K ohm 1/4W
R4 - 560 ohm 1/4W
R5 - 330 ohm 1/4W
P1 - 1K ohm (potenciômetro linear)

Capacitores

C1- 2200uF/ 25V (eletrolítico radial)
C2-100uF/ 25V (eletrolítico radial)

Semicondutores

D1,D2 - Diodo retificador 1N4004 ou equivalente
T1 - Transistor NPN BC171 ou equivalente
T2 - Transistor NPN - 2N2219 ou equivalente
T3 - Transistor NPN - 2N3055 ou equivalente

Diversos

CH1,CH2 - Chave liga/desliga (qualquer)
CH3 - Chave HH c/ 2 pólos (qualquer)
TR1 - Transformador 6V+6V / 3 Amp 110V ou 220V
Placa de circuito impresso EP604, caixa, bornes,dissipador, porcas, etc...

DOMÉSTICO

UM TEMPORIZADOR DOMÉSTICO...

... é um circuito simples e de grande utilidade. Permitindo temporizar por um determinado tempo o funcionamento de televisores, ventiladores, exaustores, etc...

Os timer's são circuitos determinados a estabelecer um tempo de funcionamento, ou desativação, de um aparelho qualquer. A maioria dos disponíveis no mercado são mecânicos, e permitem programar num período de 24 horas, qualquer horário de quinze em quinze minutos. Os eletrônicos são muito mais caros, e os circuito também são mais complicados.

No entanto, em determinadas aplicações, necessitamos apenas ativar um certo aparelho por um período de uma ou duas horas. Por exemplo: um televisor, um exaustor de ar, um ventilador, etc... Desenvolvemos então um temporizador extremamente simples, que não só desativa o aparelho ligado a ela, como se autodesliga. Evitando assim, um consumo desnecessário de energia e aumentando a vida útil do mesmo.

O CIRCUITO

Na **figura 1** temos ilustrado o esquema elétrico do temporizador. Os pontos F e N correspondem a Fase e ao Neutro de uma rede elétrica respectivamente. Note que a tomada está ligada em série com o TRIAC e a chave CH1 tipo push-botton. Da mesma forma temos ligado o transformador TR1. Na tomada liga-se a carga, um ventilador por exemplo.

Quando acionamos a chave, ocorre a condução direta da corrente entre a fase e o neutro, passando pela carga e pelo transformador. Neste instante, teremos no secundário de TR1, uma tensão de aproximadamente 12 VAC. O diodo D2 e o capacitor C2 realizam a retificação desta tensão. Considerando C1 descarregado no instante que a chave foi acionada, teremos o transistor T2 saturado, porque a base do mesmo estará com um potencial baixo. Conseqüêntemente este transistor satura o transistor T1, que por sua vez "liga" o gate do TRIAC a tensão DC. Portanto, mesmo que a chave CH1 seja desacionada, o TRIAC mantém a passagem da corrente pela carga, ligando o ventilador.

A medida que o tempo percorre, teremos a carga do capacitor C1 através do resistor R3. Quando a tensão sobre o capacitor atingir um determinado valor, ocorre o corte dos transistores T1 e T2. Neste instante o gate do TRIAC fica em aberto, e no momento que a tensão AC da rede elétrica passar em 0 volts, ocorre o bloqueio do TRIAC. Evidentemente, a carga é desligada, assim como o transformador que alimenta todo o circuito. O diodo D1 realiza a descarga do capacitor C1 através de R4 quando o circuito é desligado.

Como vemos, o que determina o tempo de ativação do temporizador é a constante RC determinado pelo resistor R3 e pelo capacitor C1. Com os valores indicados no esquema, a temporização é de aproximadamente 30 minutos. Os valores destes componentes podem ser alterados livremente, adequando o circuito a sua necessidade. Quando aumentamos o valor do capacitor ou do resistor, teremos um aumento na tempo-

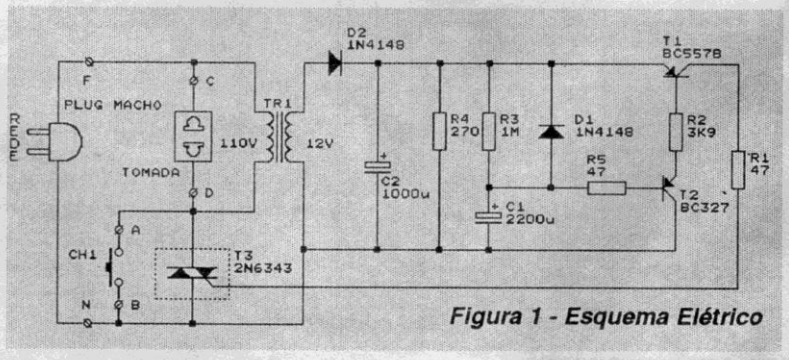


Figura 1 - Esquema Elétrico

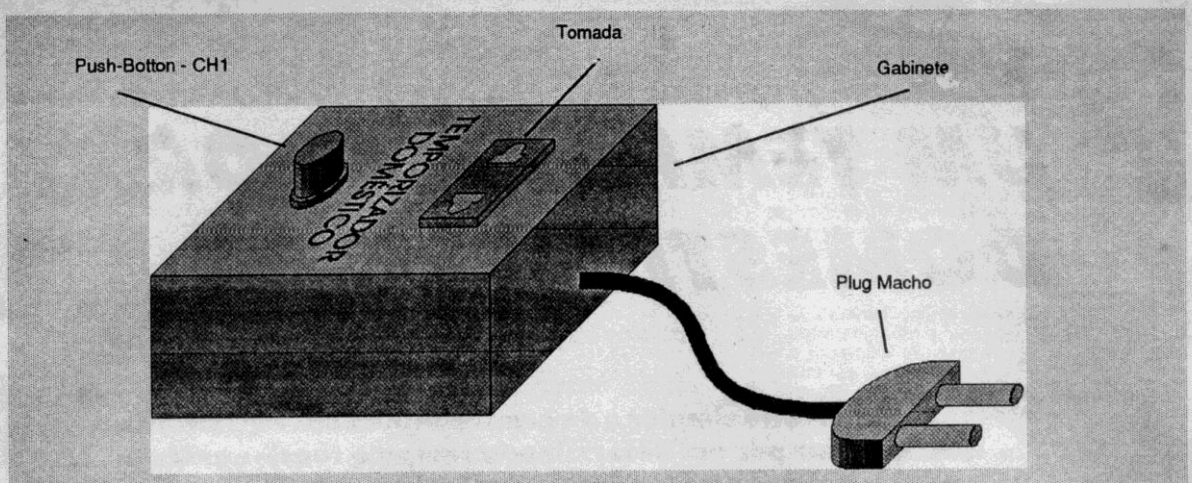


Figura 3 - Exemplo de uma montagem final para o temporizador

rização. Para tornar o temporizador mais versátil, substitua o resistor R3 por um potenciômetro. Se utilizar um potenciômetro de 1MΩ com C3 de 2200µF, pode-se variar o tempo entre 0 e 30 minutos.

O TRIAC utilizado não deve ser necessariamente o especificado no esquema. O cuidado deve ser tomado somente com relação a potência do mesmo e a pinagem. Consulte um manual de referência para saber qual TRIAC utilizar para uma determinada carga. Dependendo da potência dissipada pelo TRIAC, pode ser necessário colocar um dissipador de calor. O 2N6343 tolera uma tensão máxima entre seus terminais de 400V e uma corrente de 8 Amp.

Caso pretenda utilizar o temporizador em uma rede elétrica de 220 volts, substitua o transformador por outro com enrolamento primário de 220 volts.

MONTAGEM

Na **figura 2** temos a placa de circuito impresso (cód. EP601) com a devida disposição dos componentes. Note que todos os componentes estão dispostos nela, com exceção da chave CH1. Solde inicialmente os resistores, diodos, capacitores e os transistores. Foi reservado um espaço para adicionar um dissipador de calor para o TRIAC, caso necessário. Cuide para que ele esteja devidamente isolado com mica e bucha passante. Verifique se não houve curtos ou soldas mal feitas. Fixe o transformador na placa com porca e parafuso e interligue os terminais nas respectivas ilhas.

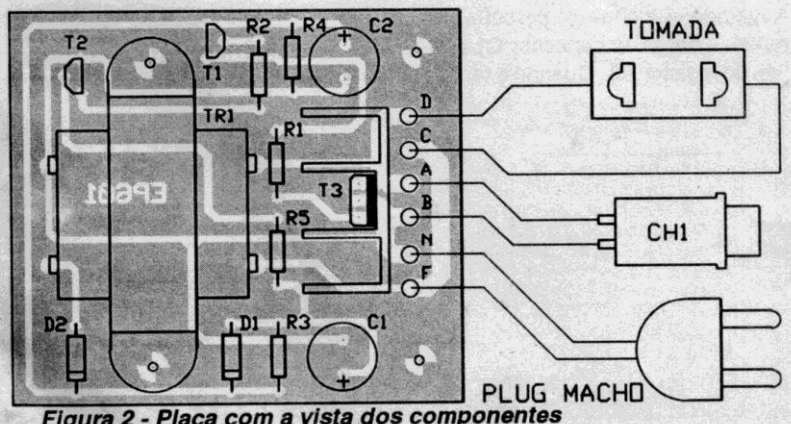


Figura 2 - Placa com a vista dos componentes

Na **figura 3** temos um exemplo de montagem do temporizador em um gabinete. A tomada, o push-botton e o plug macho, estão representados no esquema e na disposição dos componentes sobre a placa. Observe com atenção a interligação destes na montagem, pois uma troca de fio pode ocasionar um curto circuito na rede elétrica.

RELAÇÃO DE MATERIAL

Resistores (todos por 1/4 W)

R1,R5	47Ω
R2	3,9Ω
R3	1MΩ
R4	270Ω

Capacitores

C1 2200µF/25V (cap. eletr. radial)
C2 1000µF/25V (cap. eletr. radial)

Semicondutores

D1,D2	1N4148	(diodo retificador)
T1	BC557	(transt. PNP)
T2	BC327	(transt. PNP)
T3	2N6343	(TRIAC) ver texto

Diversos

TR1 Transformador 110V/12V 200mA (ver texto)
CH1 Chave tipo Push-Botton
Plug macho, tomada, fios, placa EP601, dissipador,
parafusos, porcas, gabinete, etc...

MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL (EP605A)

EP605A

MONITOR DE RÍTMO CARDÍACO DIGITAL (EP605B)

EP605B

CONTROLE INERCIAL (EP604)

EP604

MULTIPLEXADOR PARA OSCILOSCÓPIO (EP602)

EP602

TV PIRATA - LADO INFERIOR (EP501)

EP501

AMPLIFICADOR POTÊNCIA

TV PIRATA - LADO SUPERIOR (EP501)

TEMPORIZADOR DOMÉSTICO (EP601)

EP601

DICAS DE BANCADA

Como medir tensões CC abaixo da menor escala proporcionada pelo multímetro.

Os multímetro analógicos, em geral, não nos proporcionam uma medição adequada para baixos valores de tensão. Quando surge a necessidade de medir tensões abaixo da menor faixa normal proporcionada pelo multímetro, podemos usar a escala de mA para realizar tal medição, seguindo as seguintes orientações:

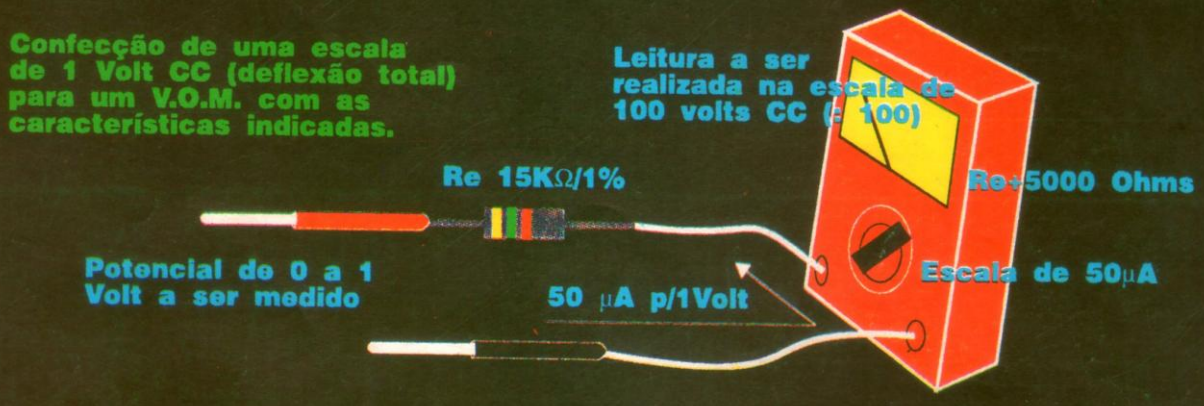
- Inicialmente procure obter junto ao manual do multímetro o valor da resistência interna de fundo da escala para, por exemplo, a escala de 50 μA.

- Supondo esta resistência ser de 5000 ohms e aplicando a lei de Ohm, deve ser aplicado 0,25V entre as pontas de prova para uma indicação de fundo de escala(0,25 V = 50 μA X 5000 ohms).

- Se desejar uma tensão de fundo de escala igual a 1 volt, deve-se colocar uma resistência em série (Re) de tal maneira que a corrente seja de 50 μA quando medido 1 volt. Aplicando a fórmula: 1 V = 50 μA X (Re + 5000 ohms) encontra-se Re = 15000 ohms.

- Podemos então realizar a leitura diretamente em uma escala de, por ex., 100 volts CC, dividindo a leitura obtida por 100.

- Na figura abaixo temos a ilustração do multímetro ligado com resistor para o exemplo dado:



Precausões necessárias:
Antes de medir a tensão desejada com o multímetro na escala de μA, realize a medida na escala DC mais baixa, tendo a certeza de que a tensão medida não exceda 1 volt (para o exemplo dado). Caso esta tensão seja muito maior que o fundo de escala desejado, ou ocorra erro no cálculo do resistor externo, pode ocorrer a queima do multímetro.