www.eletronicatotal.com.br

ELETRÔNICA TOTAL

Fora de Série

Ano 20 - Nº 141
Europa € 4,30 Brasil R$ 11,90

IHM (Interface Homem-Máquina)

Com PIC18F442 programado em BASIC

Tensão e Corrente

Muitos fazem confusão misturando volts e ampères

Fonte Chaveada

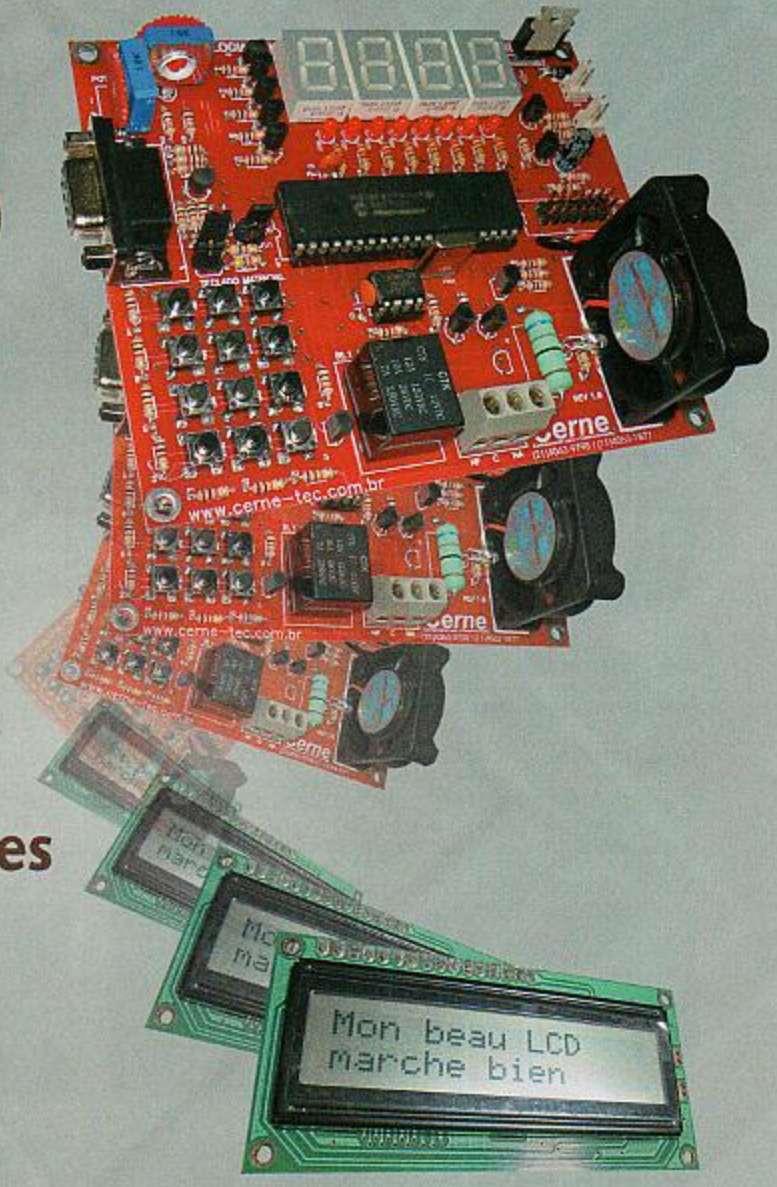
com o CI 555

Identificando Transistores

com o multímetro

Fontes de alimentação

10 projetos práticos



Curso Rápido de Telecom

Parte Final

Sinalização E1-R2-MFC e ISDN



ISSN 0103-4860

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

ELETRÔNICA TOTAL

www.eletronicatotal.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial
Luiz Henrique C. Bernardes,
Renato Paiotti,
Newton C. Braga

Redação
Daniele Aoki,
Natália F. Cheapetta,
Thayna Santos

Revisão Técnica
Eutiquio Lopez

Produção
Diego M. Gomes

Designers
Carlos C. Tartaglioni,
Diego M. Gomes

Colaboradores
Armando Porto,
Josenir Silvério da Silva,
Newton C. Braga,
Wagner Barth

PARA ANUNCIAR: (11) 2095-5339
publicidade@editorasaber.com.br

Capa
Arquivo Editora Saber

Impressão
Gráfica e Editora Parma

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista tel.: 121 926-7800

ASSINATURAS
www.eletronicatotal.com.br
fone (11) 2095-5335/fax (11) 2098-3366
atendimento das 8:30 às 17:30h

Eletrônica Total é uma publicação bimestral da Editora Saber Ltda. ISSN 0103-4960. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./ fax (11) 2095-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site www.sabermarketing.com.br, ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

Associada da:

anatec 28 anos
www.anatec.org.br

Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas

Editorial

Nesta edição apresentamos o último capítulo do Curso Rápido de Telecomunicações de autoria de Wagner Barth e Armando Porto. Este curso foi apenas uma introdução ao assunto que rege cada vez mais o dia-a-dia do mundo que vive conectado. Muitos não percebem que a telecomunicação está por toda parte e torna-se difícil concluir se um determinado aparelho pertence (ou não) a esta área apenas observando-o visualmente, ao contrário do que ocorria há alguns anos.

Por exemplo: quem diria que um mouse sem fio faz parte desta área!? Ou que uma "vending machine" está conectada também sem fio!? E o alarme instalado numa empresa, que está conectado com a base que protege o local por um módulo de telefonia celular!?

Um outro curso rápido que também se encerra nessa edição é o de Introdução à Eletrônica, que segue a mesma linha do anterior. Então, como o leitor poderá ver, temos ainda um longo caminho em nossas páginas para tratar de tudo isto, e apesar destes cursos encerrarem-se aqui, continuaremos a apresentar artigos sobre estes temas nas próximas edições.

No Brasil, ainda há uma falta muito grande de profissionais que conheçam bem a eletrônica básica analógica e que saibam trabalhar com a eletrônica digital. O acesso aos computadores e a infinitos cursos de programação faz com que muitos pensem que este assunto se reduz basicamente ao domínio de programação de microcontroladores, DSPs etc...

Ledo engano, muitos projetos não funcionam porque os responsáveis simplesmente não dominam a base da eletrônica e, por detalhes até de simples implementação, aquilo se torna um grande problema.

Nossa meta desde 1975, quando iniciamos as edições de revistas técnicas, foi disseminar o conhecimento nesta área e assim continuaremos a fazer. Se você domina algum assunto e pode contribuir com a nossa missão escrevendo artigos, não deixe de mandar sua ideia para a nossa redação.

Boa leitura!

Hélio Fittipaldi

Índice

Microcontroladores
Programação em BASIC para PIC mostrando Mensagens no Display LCD 4

Telecom
Curso Rápido de Telecom: Sinalização E1 R2-MFC e ISDN 8

Curso de Eletrônica
Lição 8: Como montar Circuitos 17

Como Funciona
Chaves Ópticas Darlington 24

Instrumentação
Identificando Transistores com o Multímetro 26
Gerador de Áudio para a Bancada 28

Soluções
Tensão e Corrente (volts e ampères) 30

Montagem
Três Osciladores para o Projetista 35
Monitor de Eventos sem fio 40
Transmissor Experimental de Ondas Curtas 45
Fonte Chaveada com o CI 555 49
10 Projetos Práticos de Fontes de Alimentação 53

Atendimento ao Leitor: atendimento@eletronicatotal.com.br

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. As consultas técnicas referentes aos artigos da Revista deverão ser feitas exclusivamente por cartas, ou e-mail (A/C do Departamento Técnico). São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros, principalmente nas montagens, pois tratam-se de projetos experimentais. Tampouco assumimos a responsabilidade por danos resultantes de imperícia do montador. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.

Transmissão de dados via laser

Para quem procura soluções de transmissão de dados via laser, a BlackBox traz na sua gama de produtos os adaptadores da linha LaserLink.

Explicação de funcionamento do *site* da BlackBox:

"Ao contrário dos dispositivos de rádio ou microondas, o equipamento Óptico em Espaço Livre (*FSO – Free Space Optical*) usa luz através do ar como meio de transmissão. Ele transmite luz em uma frequência em torno de 785 nm. Este comprimento de onda não requer uma licença, eliminando taxas de licença e custos de linhas privativas.

O equipamento FSO é usado para distâncias de 20 metros a 5 quilômetros e está disponível com uma grande variedade de interfaces e velocidades. Ao contrário do rádio e micro-ondas, o *laser*, por ser um feixe dirigido, torna a conexão mais segura contra invasões, pois é mais difícil de ser localizado por um rastreador de espectro.

Mais detalhes em: **www.catalogo-blackbox.com.br/Categoria/8/1/Wireless.html**

Teste de circuitos integrados digitais "ChipMaster Profissional"

O ChipMaster, indispensável para a área de manutenção, foi projetado para teste de circuitos integrados digitais de até 40 pinos.



Chip Master, da Quark, para teste de CIs digitais.

O instrumento, comercializado pela Quart, foi projetado para teste de circuitos integrados digitais de até 40 pinos através do soquete ZIF para componentes DIL. Possui uma interface RS-232 que permite comunicar com um software opcional (*Compact Link*). Este software, permite a atualização de *firmware* e criar novos CIs em sua biblioteca. Suas características são:

- Testes de dispositivos digitais tais como: TTL 54/74, CMOS, memórias, interfaces, periféricos, microprocessadores e LSI;
- Função *search* - permite que circuitos integrados desconhecidos sejam localizados de acordo com a sua biblioteca interna;
- Sistema capaz de detectar falhas intermitentes e de temperaturas em circuitos integrados;
- Testes realizados nos modos: single loop, false loop, true loop;
- Possibilita realizar testes de Circuitos integrados SMDs através de adaptadores (não inclusos);
- Saída RS-232 para comunicação com o software Compact Link para atualização de firmware e inclusão de novas rotinas de testes.

NXP lança chip único para 3DTV

O PNX5130 é a solução da NXP como o primeiro chip único para 3DTV, FRC (MEMC) e *local dimming*.

A NXP Semiconductors anunciou a disponibilidade do PNX5130, o primeiro processador de vídeo do mercado que permite 3DTV, *frame rate conversion (FRC)* e *local dimming backlight* em um único chip. Ao eliminar a necessidade de dispositivos externos FPGA para apoiar 3DTV, a NXP está fornecendo uma solução de custo/benefício muito eficaz de pós-processamento que permitirá levar os fabricantes de aparelhos de TV3D a preços competitivos para o mercado consumidor. O PNX5130 permite a conversão de todos os formatos populares 3DTV de linha, está disponível imediatamente e será demonstrado na CES 2010 em Las Vegas, Nevada, EUA.

"3DTV é o diferencial de novos produtos para sistemas de entretenimento doméstico", disse Vincent Vermeer, diretor de marketing de produto para os sistemas de TV digital da NXP Semiconductors. "Com a crescente popularidade dos filmes 3D, esperamos ver uma variedade muito maior de conteúdo 3D - incluindo a difusão de conteúdos e jogos - que se tornarão disponíveis para os telespectadores ao longo dos próximos dois anos. O desafio para os fabricantes de TV será como fazer a experiência de visualização 3D mais acessível para o consumidor médio. O PNX5130 é uma parte fundamental da solução - que combina suporte para 3DTV, FRC e *local dimming LED backlight* em um único chip integrado, reduzindo o custo total dos materiais."

STMicroelectronics amplia portfólio MEMS com acelerômetros Medium-G

A STMicroelectronics, líder no fornecimento de MEMS *(Micro-Electro-Mechanical Systems)* para aplicações portáteis e de consumo, lançou um sensor de três eixos com saída digital que pode detectar acelerações de até 24 g, ou cerca de 5x a força criada por um Fórmula Um ao brecar abruptamente. A combinação LIS331HH de múltiplas escalas acima de 10 g com tamanho reduzido, alta resolução, baixo consumo de energia e recursos inteligentes incorporados permite um sensoriamento de movimento de alta precisão para uma grande variedade de aplicações.

O mais novo acelerômetro MEMS da ST oferece uma saída extremamente precisa em toda faixa de ±6/±12/±24 g. O sensoriamento medium-g permite um monitoramento de vibração de alto nível e detecção de alto impacto sem perda de informações. Em aplicações para jogos, a detecção medium-g melhora a interface do usuário, acrescentando níveis de realismo jamais alcançados anteriormente.

Dois sinais de interrupção separados e altamente programáveis permitem a notificação imediata dos eventos desejados, como quando o valor da aceleração estiver acima/abaixo de um limite estabelecido pelo usuário.

Com o objetivo de contribuir para a redução do consumo de energia do sistema inteiro, o sensor de movimento LIS331HH da ST pode ser programado para operar no modo sleep-to-wake-up. Nesse modo, o acelerômetro mantém a cadeia de leitura ativa, consumindo menos de 10 µA, e "acorda" quando ocorrer algum evento, aumentando automaticamente a taxa de saída de dados.

O acelerômetro medium-g de saída digital da ST proporciona alta estabilidade dentro de uma grande faixa de temperatura para zero-g offset e sensibilidade. Seu *design* robusto e ultracompacto oferece uma capacidade de resistência a grandes choques de até 10.000 g. A capacidade incorporada de autoteste permite que o cliente verifique o funcionamento do sensor depois de ser montado, sem a necessidade de fazer nenhum movimento com a placa.

O LIS331HH é compatível pino-a-pino e *firmware* com todos os sensores de baixa g das famílias LIS331DL/DLx. Com um invólucro ambientalmente correto de 3 x 3 x 1 mm, o dispositivo está em produção, com preço unitário de US $1,25 para volumes na faixa de 10.000.

Texas Instruments lança conversor com o menor consumo de energia do mercado

O ADS4149 utiliza 30% menos energia em aplicações wireless, de teste e medição.

A Texas Instruments Incorporated apresentou o primeiro de uma nova série de conversores analógico para digital (ADCs) de alta velocidade, com baixo consumo de energia e excelente dinâmica de desempenho através de amplos sinais de banda larga, de DC até 550 MHz. Com nível máximo de taxa de amostragem de 250 MSPS, o ADS4149 de 14 bits consome até 30% menos energia enquanto apresenta 3 dB de relação sinal-ruído (SNR), o maior em qualquer ADC de baixo consumo de energia do mercado. Esta combinação de energia e desempenho permite maior eficiência e densidade, além de melhorar o alcance e a sensibilidade em aplicações de defesa, teste e mensuração, e comunicações.

"Os projetistas de aplicações banda larga têm o desafio de oferecer sistemas menores e mais portáteis que aumentem a eficiência e, ao mesmo tempo, atendam às especificações de alto desempenho", explicou o gerente de aplicações analógicas da TI, Antonio Azevedo. "Esta nova classe de ADCs é referência em baixo consumo de energia e permite que os projetistas criem sistemas mais densos e compactos que ampliem a vida útil da bateria em rádios e equipamentos para testes".

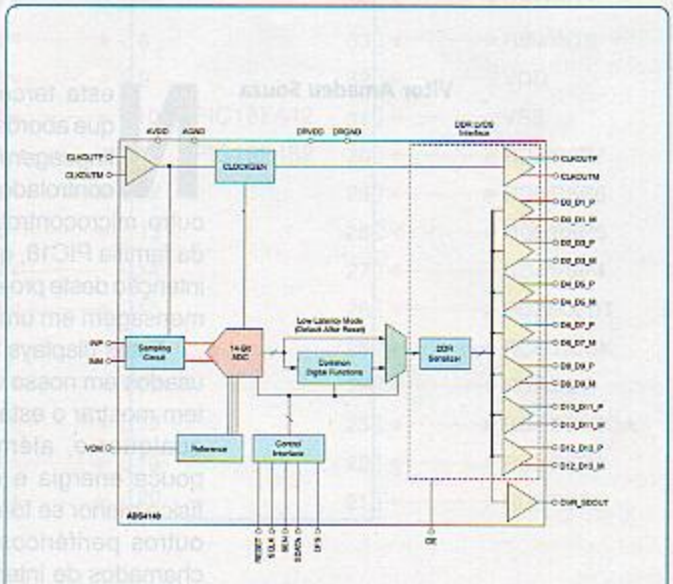


Diagrama de blocos do ADC - ADS4149, da Texas Insruments

Programação em BASIC para PIC mostrando Mensagens no Display LCD

Vitor Amadeu Souza

Nesta terceira série de artigos que abordam a programação na linguagem BASIC para o microcontrolador PIC, iremos utilizar outro microcontrolador mais poderoso da família PIC18, que é o PIC18F442. A intenção deste projeto é poder exibir uma mensagem em um *display* do tipo LCD.

Estes displays são hoje largamente usados em nosso dia-a-dia, pois permitem mostrar o estado de um dispositivo qualquer e, além disso, consomem pouca energia e ocupam um espaço físico menor se forem comparados com outros periféricos. São normalmente chamados de interfaces IHM (*Interface Homem-Máquina*) porque possibilitam que o usuário de um sistema acompanhe o funcionamento de alguma máquina através dele.

Na **figura 1** vemos o display utilizado no projeto, chamado de alfanumérico, pois mostra caracteres e números.

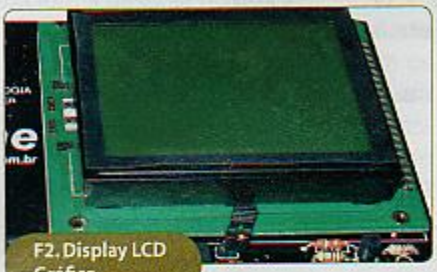
Apesar do display do tipo alfanumérico também suportar o modo gráfico, sua maior utilização é para o modo alfanumérico. Outro display muito usado também é o chamado display gráfico, que pode ser observado na **figura 2**.

A pinagem do display LCD alfanumérico obedece normalmente à configuração da **figura 3**.

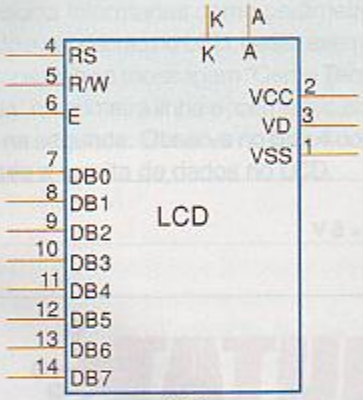
Note que existem oito pinos que vão do DB0 até o DB7. Estes pinos são os pinos de dados do LCD. É por meio deles que o microcontrolador irá se comunicar com este dispositivo e mostrar uma mensagem em uma dada posição. A função dos pinos RS, R/W e E é controlar a comunicação que é feita através do barramento de da-



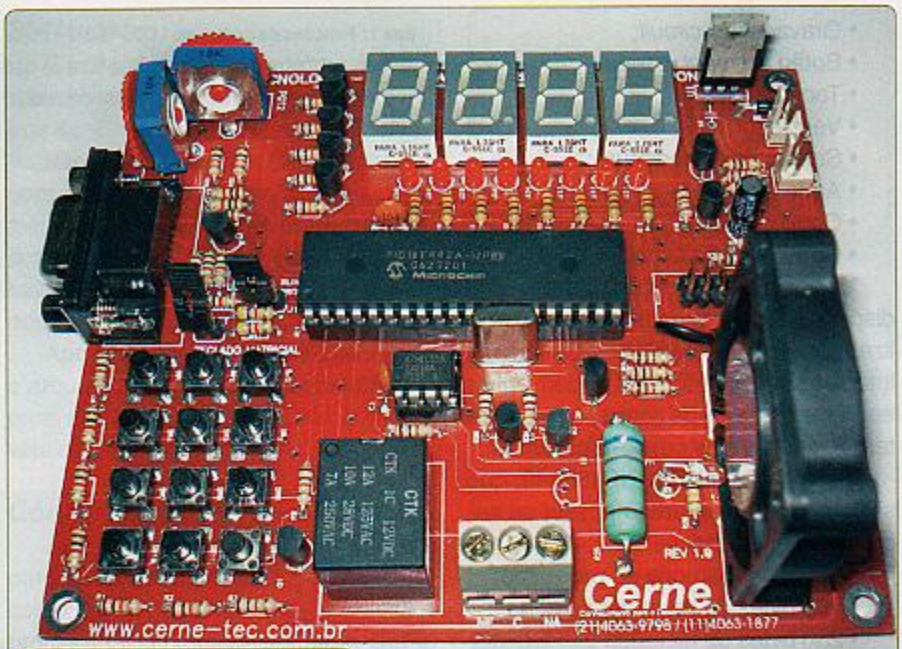
F1. Display LCD alfanumérico.



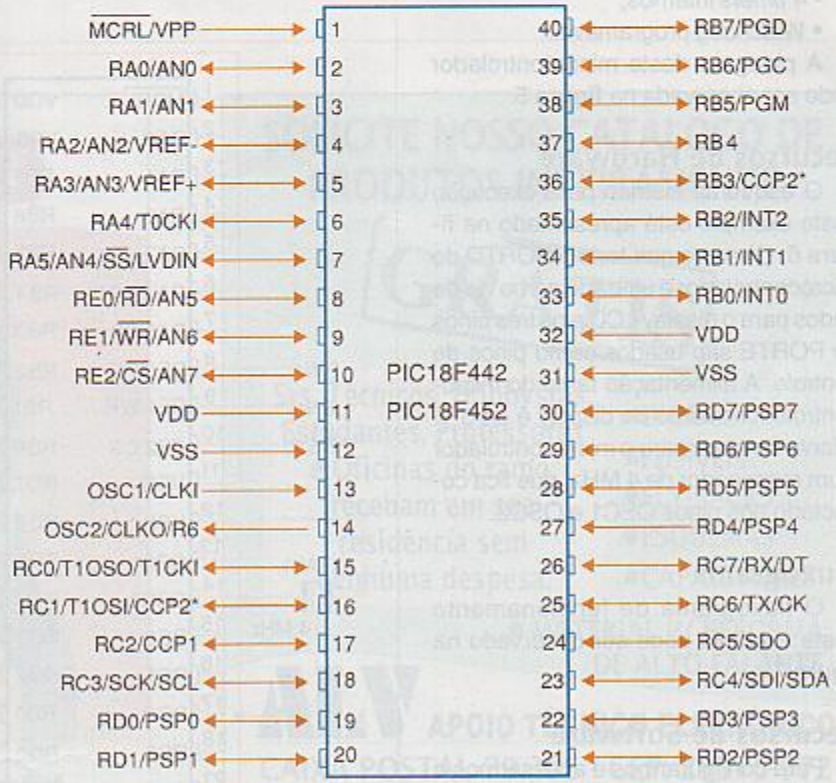
F2. Display LCD Gráfico.



F3. Pinagem do display LCD 16x2.



F4. Placa PICLAB18F442 desenvolvida pela Cerne Tecnologia.



F5. Pinagem do microcontrolador PIC18F442.

dos entre o microcontrolador e o display. Os pinos VCC e VSS são empregados para alimentar o display. A alimentação típica é de 5 V. Pelo pino VO é possível controlar o contraste, e finalmente, através dos pinos K e A ligar ou não sua *backlight* (luz de fundo).

Para esta experiência, faremos uso da placa didática PICLAB18F442 desenvolvida pela Cerne Tecnologia. Esta placa pode ser vista na **figura 4**.

Alguns recursos que esta placa disponibiliza para o desenvolvedor são:

- LCD alfanumérico;
- Displays de LEDs de 7 segmentos;
- Varredura de LEDs;
- Memória serial EEPROM 24C04 (protocolo I²C);
- Varredura de Teclas;
- Acionamento de cargas externas;

- Gravação *in-circuit*;
- Botão de *reset* manual;
- Tacômetro;
- Ventilador;
- Sensor de temperatura;
- Aquecedor;
- Conversão A/D;
- Comunicação serial RS-232.

Vamos utilizar o recurso Display LCD disponibilizado por esta placa para realizarmos nossa experiência. Os leitores interessados em adquiri-la podem entrar em contato através de nossa página na internet, que é **www.cerne-tec.com.br**.

O microcontrolador PIC18F442, que será o tema deste artigo possui as seguintes características:

- 16 kB de memória de programa;
- 768 bytes de memória de dados;
- 256 bytes de memória EEPROM;
- Processamento de até 10 MIPS;
- Conversor AD;
- USART;
- Comunicação I²C;
- Módulo CCP;
- 4 *timers* internos;
- *Watchdog* programável.

A pinagem deste microcontrolador pode ser observada na **figura 5**.

Recursos de Hardware

O esquema elétrico para execução deste exemplo está apresentado na **figura 6**. Observe que todo o PORTD do microcontrolador é utilizado como via de dados para o display LCD e os três pinos do PORTE são usados como pinos de controle. A alimentação tanto do microcontrolador quanto do display é de 5 V. A fonte de *clock* para o microcontrolador é um ressonador de 4 MHz, que fica conectado aos pinos OSC1 e OSC2.

Fluxograma

O fluxograma de funcionamento deste exemplo pode ser observado na **figura 7**.

Recursos de Software

Para configurarmos e acessarmos o LCD existem três funções básicas que permitem isso no mikroBASIC. Estas funções estão apresentadas no **box 1**.

A primeira função configura em quais pinos estão ligados os pinos de controle e dados do display LCD no microcontro-

Box 1: Funções de acesso ao LCD.

```
lcd8_config(porta de controle, porta de dados, RS, EN, RW, D7, D6, D5, D4, D3, D2, D1, D0)
lcd8_init(porta de controle, porta de dados)
lcd8_out(linha, coluna, dados)
```

Box 2: Configurando os pinos de I/O.

```
lcd8_config(porte, portd, 2, 1, 0, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0)
```

Box 3: Inicializando o LCD.

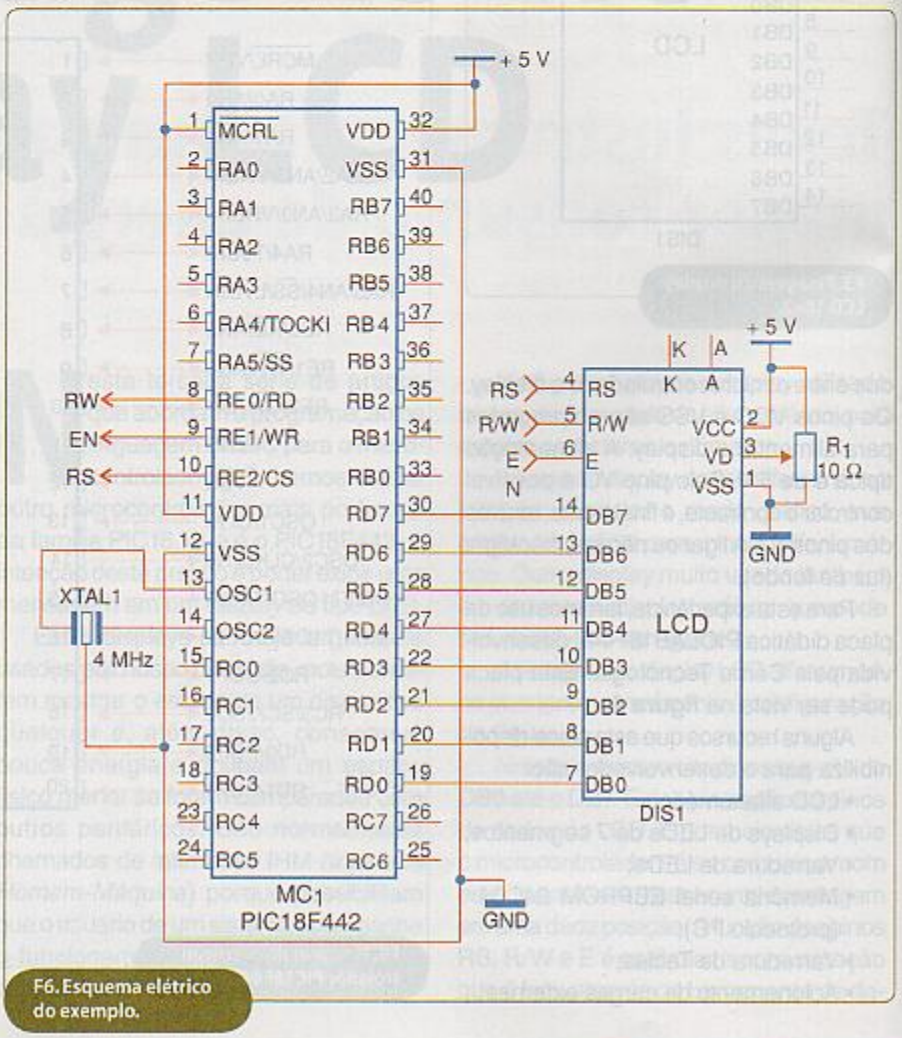
```
lcd8_init(porte, portd)
```

Box 4: Escrevendo dados no LCD.

```
lcd8_out(1,1,"Cerne Tecnologia")
lcd8_out(2,1,"cerne-tec.com.br")
```

Box 5: Programa de controle do LCD.

```
program display
      adcon1=7
      trise=0
      trisd=0
      lcd8_config(porte,portd,2,1,0,7,6,5,4,3,2,1,0)
      lcd8_init(porte,portd)
      lcd8_out(1,1,"Cerne Tecnologia")
      lcd8_out(2,1,"cerne-tec.com.br")
end
```



F6. Esquema elétrico do exemplo.

lador. No nosso caso, de acordo com o esquema elétrico apresentado os pinos de controle RS, EN e RW estão ligados no PORTE nos pinos 2, 1 e 0 respectivamente. Já os pinos de dados estão ligados ordenadamente nos pinos do PORTD. Deste modo, esta função ficaria da forma descrita no **box 2**.

A segunda função tem a incumbência de inicializar o LCD de acordo com os pinos recém-configurados através da função `lcd8_config`. Os parâmetros passados para esta função são a porta de controle e os dados. Verifique no **box 3** como ficaria a sua chamada:

Após este processo de inicialização do display, finalmente podemos mostrar um dado no mesmo. Para isso, utilizaremos a função `lcd8_out`, que escreve na linha e coluna informadas como parâmetro o dado a ser escrito no LCD. Neste exemplo iremos exibir a mensagem "Cerne Tecnologia" na primeira linha e "cerne-tec.com.br" na segunda. Observe no **box 4** como ficaria a escrita de dados no LCD.

Software

O software completo que possibilitará apresentar os dados no display está no **box 5.**

Não esqueça de criar um projeto novo para o microcontrolador PIC18F442 no mikroBASIC e configure os *configurations bits* de forma com que o oscilador seja XT e deixe o *Watchdog* e LVP desativados.

Após compilar este arquivo, transfira o arquivo *hex* gerado pelo mikroBASIC para a placa Cerne PICLAB18F442 e veja o resultado!

Conclusão

As interfaces homem-máquina fazem parte do nosso cotidiano e entender como funcionam é fundamental para o profissional da área tecnológica. CLPs, taxímetros, celulares são apenas alguns exemplos do vasto campo onde elas são utilizadas. Nos próximos artigos irei abordar outra IHM muito importante, o display gráfico. Ressalto, novamente, que quaisquer dúvidas, em relação à matéria poderão ser encaminhadas para **vitor@cerne-tec.com.br.**



F7. Fluxograma.

TATUINO



Programação Super Fácil
Código Aberto
Comunidade na internet
Centenas de projetos prontos
16k de memória
13 Inputs/Outputs
Comunicação USB

www.tato.ind.br

SOLICITE NOSSO CATÁLOGO DE PRODUTOS INTEIRAMENTE

GRÁTIS

Srs. Técnicos, Hobbystas, Estudantes, Professores e Oficinas do ramo, recebam em sua residência sem nenhuma despesa.

- DIODOS
- FUSÍVEIS
- FLY-BACKS
- ESQUEMAS
- CAPACITORES
- MATERIAL P/ REFORMA DE ALTO FALANTE

ALV APOIO TÉCNICO ELETRÔNICO
CAIXA POSTAL 79.306 - CEP: 25515-972
SÃO JOÃO DE MERITI - RJ Tel: (21) 2756-1013
pedidos@alvapoio.com.br (21) 2656-6918

Ou baixe pelo site
www.alvapoio.com.br

Patrocínio:
DigiVoice

Curso Rápido de Telecom

Parte 4

Sinalização E1 R2-MFC e ISDN

Neste último capítulo do nosso minicurso de telecom iremos estudar a sinalização de tronco E1 mais utilizada pela telefonia convencional no Brasil, o E1-R2-MFC

Wagner Barth
Armando Porto

Sempre que existe a necessidade de se acompanhar uma instalação, ou até mesmo de se executar uma manutenção em um PABX que possua um tronco digital nos perguntamos: "E se o problema não for comigo, como eu provo isso?". Se a sinalização do tronco digital E1 for do tipo R2-MFC é fácil, basta que a conheçamos e assim poderemos analisar um arquivo de log(*trace*) contendo a troca de sinalização entre o PABX e o tronco E1 da PSTN, e identificar se a falha está ocorrendo no lado do PABX ou do lado da prestadora de serviços.

E1 – R2-MFC

E1 é um sistema TDM (Time Division Multiplex) projetado para comportar 32 canais de 64 kbps, desta forma, podemos afirmar que um *link* que possua 32 canais de 64 kbps pode nos oferecer 2048 kbps ou 2 Mbps, por esse motivo é comum ouvirmos também um link E1 ser chamado carinhosamente de "link 2 Mega".

Dos 32 canais digitais disponíveis neste link, um canal é utilizado para sincronismo, o canal 0, este sincronismo se faz necessário pois o link E1 possui sinalização de modo síncrono. Outro canal, o canal 16, é usado para sinalização e os demais canais restantes são empregados para o tráfego de voz e/ou dados, ou no caso da sinalização de canal associado (CAS) também para sinalização, respectivamente os canais de 1 a 15 e de 17 a 31.

Este sistema permite trafegar vários tipos de sinalizações, sendo o R2-MFC a sinalização mais comum em uso nos sistemas de telefonia pública comutada no Brasil. Esta sinalização também é chamada de CAS (*Channel Associated Signalling*), pois vinculado ao canal de áudio trafega outro tipo de sinalização, a sinalização MFC (Multi Frequencial Compelida).

O R2-MFC está dividido em duas sinalizações distintas: o R2 que é a sinalização de linha e o MFC que é a sinalização de registro.

A sinalização de linha (R2) é responsável pela informação do estado da linha, ou seja, se o canal que desejamos verificar está em uso, livre, bloqueado, chamando, desconectando uma chamada, etc. A sinalização de registro (MFC) é responsável por informar o número de origem de uma chamada, que identifica o assinante A, e também por informar o número de destino da chamada para que a prestadora de serviços possa encaminhar a ligação ao assinante B.

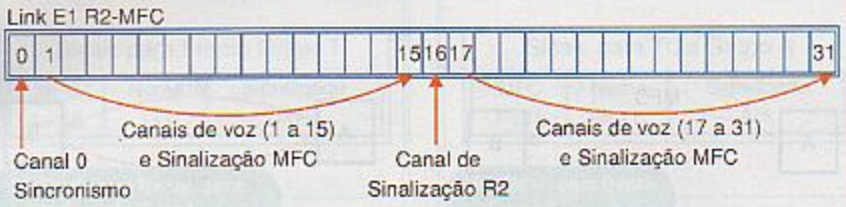
Como um padrão adotado no Brasil e em muitos países, a sinalização de linha (R2) está presente no canal 16 do link E1 e a sinalização de registro (MFC) está associada ao canal de áudio da ligação. Um exemplo de um link ou *frame* E1 pode ser visto na **figura 1**.

R2

A sinalização de linha R2 é composta pela variação de dois bits e seu significado depende da direção e do estado da chamada.

Os bits de sinalização R2 são denominados ABCD. Os bits C e D são fixos, variando somente os bits A e B. No Brasil o mais comum é que C e D sejam 0 e 1, respectivamente.

São possíveis portanto quatro combinações destes bits:

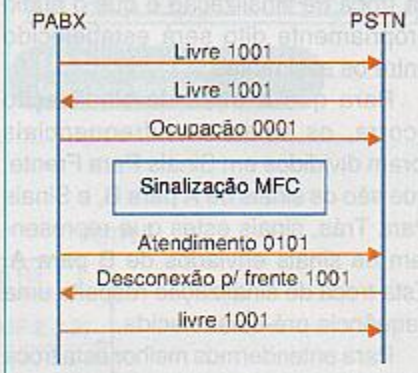


F1.Frame E1

Sinais para Frente	ABCD	Hexa
Livre	1001	9
Ocupação	0001	1
Bloqueio	1101	D
Desligar para Frente	1001	9

Sinais para Trás	ABCD	Hexa
Livre	1001	9
Confirmação de Ocupação	1101	D
Atendimento	0101	5
Desligar paraTrás	1101	D

F2. Estados possíveis de R2



F3. Diagrama de ocupação de um canal E1/R2 - MFC

- 0001
- 0101
- 1001
- 1101

Como existem mais de quatro variações de estados de R2 possíveis, as combinações dependem da interpretação do estado anterior, ou seja, como exemplo um canal sinaliza atendimento pois obrigatoriamente seu estado anterior é o de confirmação de ocupação, um canal confirma ocupação somente se seu estado anterior é livre. Na **figura 2** temos os possíveis estados de R2.

Quando um PABX tenta iniciar uma chamada de saída ele necessita ocupar um canal do link E1, para isso o sistema busca um canal que esteja livre e o ocupa, o canal E1 do PABX ao receber a confirmação de ocupação dá início ao processo de troca da sinalização MFC, onde serão passados os dígitos do telefone de destino e o número da origem (tronco do PABX). Após o término da sinalização MFC, caso o telefone de destino esteja livre para receber ligações irá tocar e, ao ser atendido, a PSTN enviará a sinalização de Atendimento ao PABX. Ao término da chamada, caso a desconexão seja feita pelo PABX, um sinal de desconexão para frente será enviado e a confirmação de desconexão (Livre) será mandada pela PSTN. Na **figura 3** vemos o diagrama de ocupação de um canal E1 R2-MFC.

Sinalização MFC (Multifrequencial Compelida)

O que é na verdade este MFC? São tons multifrequenciais, normalmente compostos por duas frequências determinadas por normas que irão estabelecer significados dependendo da sequência em que forem transmitidos, nas **tabelas 1 e 2** podemos exemplificar quais são estas frequências e quais os tons MFC que elas representam.

É por meio da sinalização MFC que é feita a troca de informações entre o terminal que origina a chamada e o terminal responsável por encaminhar esta chamada ao destino. Como vimos, a sinalização MFC ocupa o mesmo canal utilizado para trafegar a voz, isso ocorre antes do circuito entre os

Sinalização Para Frente

	Frequência em Hz					
MFC	F0=1380	F1=1500	F2=1620	F3=1740	F4=1860	F5=1980
1	X	X	–	–	–	–
2	X	–	X	–	–	–
3	–	X	X	–	–	–
4	X	–	–	X	–	–
5	–	X	–	X	–	–
6	–	–	X	X	–	–
7	X	–	–	–	X	–
8	–	X	–	–	X	–
9	–	–	X	–	X	–
10	–	–	–	X	X	–
11	X	–	–	–	–	X
12	–	X	–	–	–	X
13	–	–	X	–	–	X
14	–	–	–	X	–	X
15	–	–	–	–	X	X

T1. Frequências e tons MFC

assinantes estar estabelecido, neste momento o canal de voz estará sendo utilizado apenas para sinalização entre os terminais, e somente após o término da troca de sinalização é que o áudio propriamente dito será estabelecido entre os assinantes.

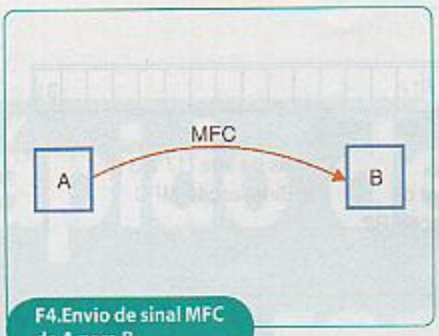
Para que a troca de sinalização ocorra, os sinais multifrequenciais foram divididos em Sinais Para Frente, que são os sinais de A para B, e Sinais Para Trás, sinais estes que representam os sinais enviados de B para A. Esta troca de sinalização respeita uma sequência pré-estabelecida.

Para entendermos melhor esta troca de sinalização vamos imaginar que uma chamada está sendo iniciada de um PABX, que possui um tronco E1 do tipo R2-MFC conectado a uma operadora de telefonia pública. No momento em que o PABX ocupa um canal do link E1 inicia-se a troca de sinalização entre PABX e PSTN, agora identificados como A (PABX) e B (PSTN).

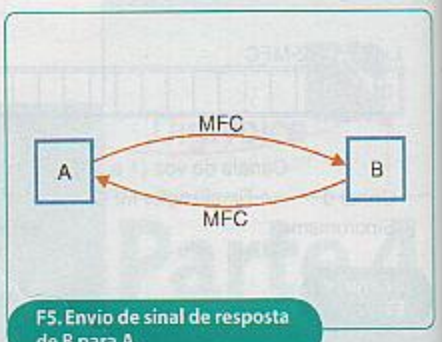
É enviado um sinal MFC de A para B, chamado de sinal para frente, normalmente este sinal significa uma informação, como por exemplo o primeiro dígito do número de destino, ou a categoria do assinante que está originando a chamada, observe a **figura 4.**

No momento que B reconhece o sinal MFC enviado por A, este devolve um outro sinal MFC para trás, ou seja um sinal de resposta, confirmando o recebimento do sinal enviado por A. Na maioria das vezes a confirmação de recebimento também significa uma solicitação para que A prossiga com a sinalização, **figura 5**.

Quando A reconhece o sinal MFC enviado por B, cancela o envio do sinal para a frente, na **figura 6**.



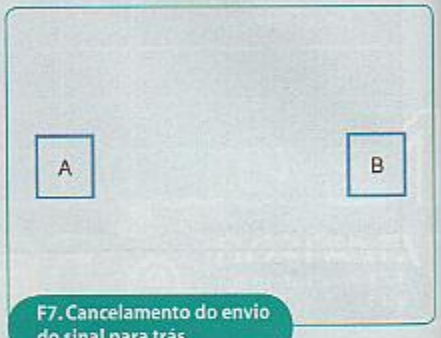
F4.Envio de sinal MFC de A para B



F5. Envio de sinal de resposta de B para A



F6. Cancelamento do envio do sinal para frente



F7. Cancelamento do envio do sinal para trás

Quando B reconhece que houve a interrupção do envio do sinal para a frente, fornecido por A, ele interrompe o envio do sinal para trás. Neste momento o sistema E1-R2/MFC estaá pronto para dar sequência a uma nova troca de sinalização, veja na **figura 7**.

Obs.: Esta troca de sinalização pode, em determinadas situações, ser interrompida, e após um determinado tempo de espera (*time-out*) ocorrerá uma sinalização do tipo MFP (Multi Frequencial Pulsada) como tentativa de continuar a troca de sinalização entre os terminais.

Sinalização Para Trás

	Frequência em Hz					
MFC	F6=1140	F7=1020	F8=0900	F9=0780	F10=0660	F11=0540
1	X	X	–	–	–	–
2	X	–	X	–	–	–
3	–	X	X	–	–	–
4	X	–	–	X	–	–
5	–	X	–	X	–	–
6	–	–	X	X	–	–
7	X	–	–	–	X	–
8	–	X	–	–	X	–
9	–	–	X	–	X	–
10	–	–	–	X	X	–
11	X	–	–	–	–	X
12	–	X	–	–	–	X
13	–	–	X	–	–	X
14	–	–	–	X	–	X
15	–	–	–	–	X	X

T2. Frequências e tons MFC

Grupos de Sinalização MFC

Os sinais MFC estão divididos em dois grupos de sinais: os Sinais para Frente representados pelos Grupo I e Grupo II e os Sinais para Trás designado pelos Grupo A e Grupo B.

O Grupo I define principalmente os dígitos enviados, utilizados para determinar o número de destino e origem de uma chamada, **figura 8.**

Grupo II representa principalmente a categoria do terminal que está originando a chamada, acompanhe na **figura 9.**

O Grupo A representa o reconhecimento/solicitação do recebimento do sinal para frente, na **figura 10.**

Sinais para Frente Grupo I

MFC 1 - 15	Nome I - i	Significado Dígito

F8. Sinais para frente representados pelo Gupo I

Sinais para Trás Grupo A

MFC 1 - 15	Nome A - i	Significado Ack

F9. Sinais para frente – Grupo II

Sinais para Frente Grupo II

MFC 1 - 15	Nome II - i	Significado Categoria

F10. Sinais para trás representados pelo Grupo A

Sinais para Trás Grupo B

MFC 1 - 15	Nome B - i	Significado Estado do Chamado

F11. Sinais para trás – Grupo B

O Grupo B representa o estado do chamado, observe a **figura 11**.

Agora podemos estudar uma troca de sinalização MFC, para isso utilizaremos o seguinte exemplo:

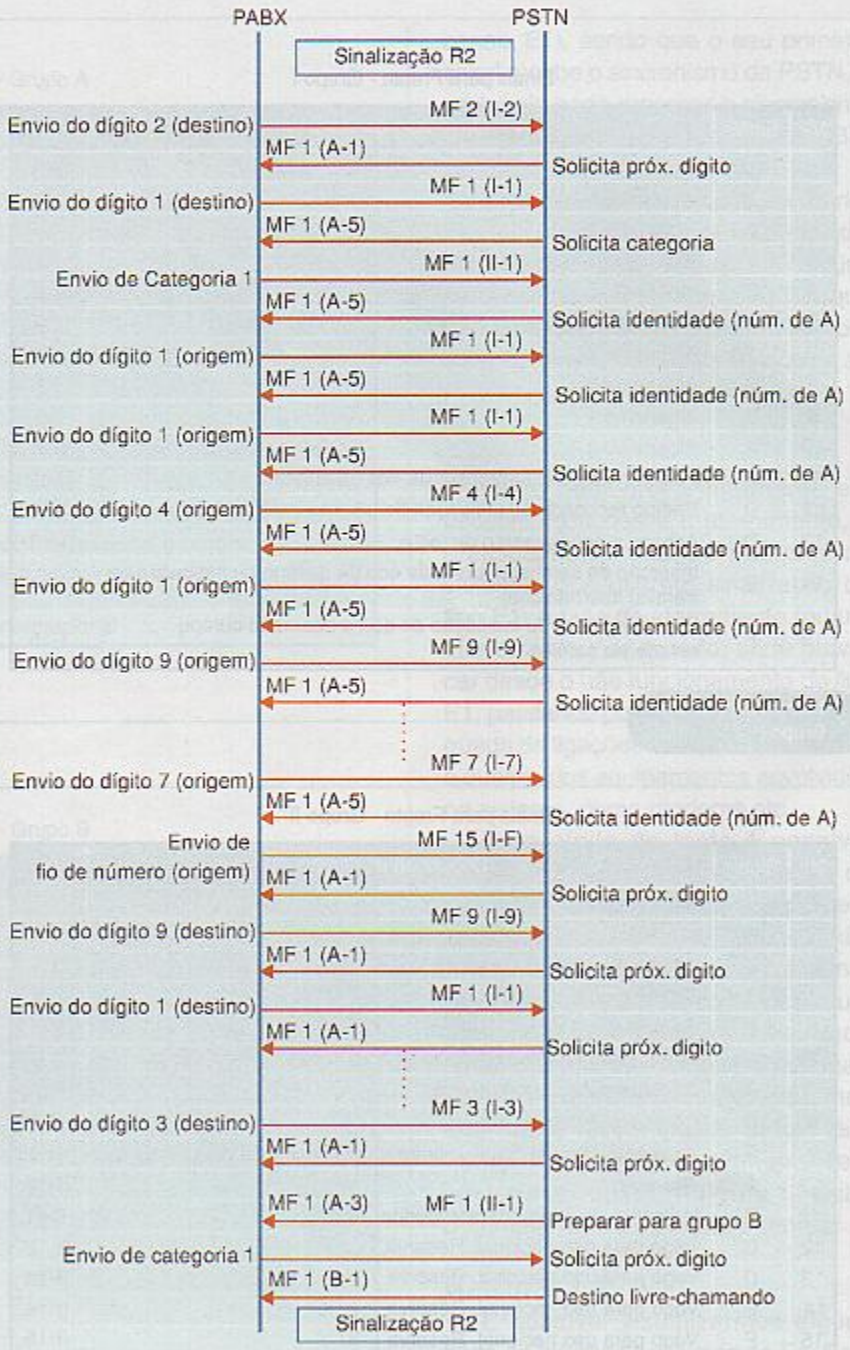
Está sendo feita uma chamada telefônica de um PABX para a PSTN, o número de destino é de um telefone fixo local, por exemplo: 21916363. O tronco-chave do PABX possui o número 11-41952557, este número serve para identificar o originador da chamada. A sequência da troca de sinalização pode ser vista pelo diagrama da **figura 12**.

Os significados dos MF de cada um dos grupos utilizados na sinalização MFC no Brasil podem ser conhecidos nas **tabelas 3 a 6.**

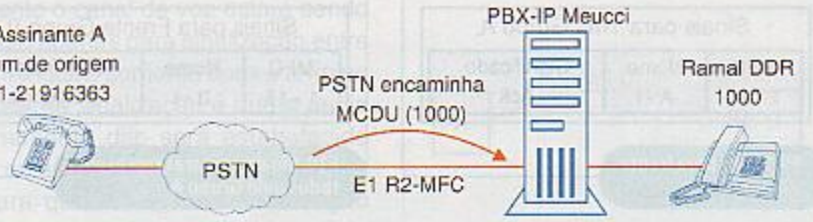
Log de Sinalização E1 R2-MFC com placas DigiVoice e Asterisk

Utilizando-se placas de voz DigiVoice junto à aplicação de PBX-IP Asterisk é possível obter um log da sinalização E1 R2-MFC. Digitando-se no console do Asterisk o comando *dgv r2 log on*, serão gerados arquivos no formato texto contendo a troca de sinalização R2 e MFC. Estes arquivos poderão ser encontrados no diretório */var/log/voicelib/* como debug-<ch>, onde ch é o número do canal que está sendo monitorado.

Na **figura 13** temos um exemplo onde um assinante realiza uma chamada por meio da PSTN para uma empresa que possui o número de



F12. Sequência de troca de sinalização entre PABX e PSTN



F13.Exemplo de aplicação de uma chamada via PSTN

Sinais para Frente - Grupo I

MF	Sinais	Descrição do Sinal	BR
1	1	Algarismo 1	I-1
2	2	Algarismo 2	I-2
3	3	Algarismo 3	I-3
4	4	Algarismo 4	I-4
5	5	Algarismo 5	I-5
6	6	Algarismo 6	I-6
7	7	Algarismo 7	I-7
8	8	Algarismo 8	I-8
9	9	Algarismo 9	I-9
10	A	Algarismo 0	I-10
11	B	Inserção de semi-supressor de eco na origem	I-11
12	C	Pedido recusado ou indicação de trânsito internacional	I-12
13	D	Acesso a equipamento de teste	I-13
14	E	Inserção de semi-supressor de eco de destino ou indicação de trânsito internacional	I-14
15	F	Fim de número ou indicação de que a chamada cursou enlace via satélite	I-15

T3.Sinais para frente – Grupo I

Sinais para Frente - Grupo II

MF	Sinais	Descrição do Sinal	BR
1	1	Assinante comum	II-1
2	2	Assinante com tarifação especial	II-2
3	3	Equipamento de manutenção	II-3
4	4	Telefone público local	II-4
5	5	Telefonista	II-5
6	6	Transmissão de dados, equipamento comerciais de dados	II-6
7	7	Telefone público interurbano	II-7
8	8	Chamada a cobrar	II-8
9	9	Assinante comum-Serviço entrante internacional	II-9
10	A	Reserva	II-10
11	B	Indicativo de chamada transferida	II-11
12	C	Vago para uso nacional, Reserva	II-12
13	D	Vago para uso nacional, Reserva	II-13
14	E	Vago para uso nacional, Reserva	II-14
15	F	Vago para uso nacional, Reserva	II-15

T4. Sinais para frente – Grupo II

telefone 21911000. Esta empresa ao receber da PSTN a ligação, encaminhará a chamada a um ramal configurado como DDR. Isto ocorre pois a PSTN encaminha ao PABX da empresa somente os dígitos finais da ligação, denominados MCDU (Milhar-Centena-Dezena-Unidade), e o PABX ao receber estes números está programado para encaminhar a chamada ao ramal.

Devemos observar também que o PABX estará recebendo, além da MCDU, o CID (CallerID - Identificador do Assinante Chamador), neste caso o número 11-21916363. O log da sinalização obtido neste exemplo é mostrado na **box 1**.

Sincronismo

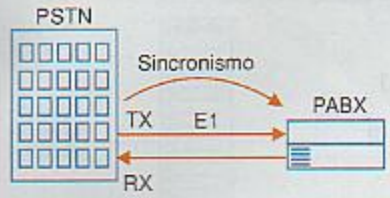
Quando tratamos de sinalizações do tipo E1 devemos tomar alguns cuidados, principalmente com relação ao sincronismo do link E1, uma vez que este é Síncrono, ou seja, existe a necessidade de uma fonte geradora de *clock* para que seja feito o alinhamento do link.

A fonte geradora de clock confiável em sistemas que utilizam links E1 será sempre a operadora de telefonia pública (PSTN), a **figura 14** ilustra o caminho do clock fornecido pela PSTN.

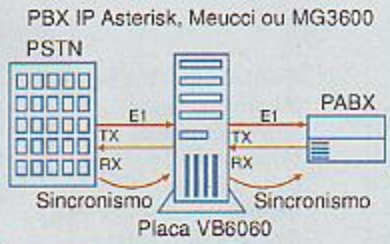
Sincronismo utilizando-se placas DigiVoice

Quando utilizamos placas DigiVoice devemos configurar as mesmas para receber ou gerar sincronismo, dependendo da aplicação desejada. As placas VB3030 (um canal E1) podem receber ou gerar sincronismo. As placas VB6060 (dois canais E1) podem receber o sincronismo em um dos canais, repassando o sinal de clock recebido para o outro canal, assim como gerar sincronismo nos dois canais consequentemente.

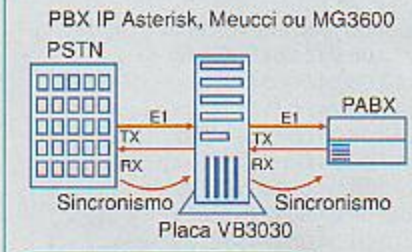
Na **figura 15** vemos o exemplo de um sistema de interconexão de uma rede PSTN e um PABX convencional utilizando uma plataforma Asterisk, PBX-IP DigiVoice Meucci ou Media Gateway MG3600 com a função de Media Gateway PassThrough, que possibilita agregar facilidades como operadoras VoIP. Neste sistema usamos uma placa VB6060 (dois



F14. Caminho de clock PSTN



F15. Interconexão PSTN – PABX convencional



F16. Outro exemplo de interconexão PSTN - PABX

Sinais para Trás - Grupo A

MF	Sinais	Descrição do Sinal	BR
1	1	Enviar o próximo algarismo (n+1)	AI-1
2	2	Enviar o primeiro algarismo transmitido	A-2
3	3	Preparar para recepção de sinais do grupo B	A-3
4	4	Congestionamento na rede nacional	A-4
5	5	Enviar categoria e identidade do assinante chamador	A-5
6	6	Reserva	A-6
7	7	Enviar algarismo N-2	A-7
8	8	Enviar algarismo N-3	A-8
9	9	Enviar algarismo N-1	A-9
10	A	Vago para uso nacional, reserva	A-10
11	B	Enviar indicação de trânsito internacional	A-11
12	C	Reserva	A-12
13	D	Enviar indicação do local registrador internacional de origem	A-13
14	E	Solicitar informação da necessidade de inserção de semi supressor de eco no destino	A-14
15	F	Congestionamento na chamada internacional	A-15

T5. Sinais para trás – Grupo A

Sinais para Trás - Grupo B

MF	Sinais	Descrição do Sinal	BR
1	1	Linha de assinante livre com tarifação	I-1
2	2	Linha de assinante ocupada	I-2
3	3	Linha de assinante com número mudado	I-3
4	4	Congestionamento	I-4
5	5	Linha de assinante livre sem tarifação	I-5
6	6	Linha de assinante livre com tarifação e colocar retenção sob controle de assinante chamado	I-6
7	7	Linha de assinante fora de serviço	I-7
8	8	Linha de assinante fora de serviço para tráfego terminado	I-8
9	9	Vago para uso nacional, Reserva	I-9
10	A	Vago para uso nacional, Reserva	I-10
11	B	Vago para uso nacional, Reserva	I-11
12	C	Vago para uso nacional, Reserva	I-12
13	D	Vago para uso nacional, Reserva	I-13
14	E	Vago para uso nacional, Reserva	I-14
15	F	Vago para uso nacional, Reserva	I-15

T6. Sinais para trás - Grupo B

canais E1), sendo que o seu primeiro canal recebe o sincronismo da PSTN, e assim ela pode repassar o sincronismo por meio de seu segundo canal ao PABX, automaticamente.

Na **figura 16** temos outra interconexão, porém o sistema de PBX-IP utilizado neste exemplo é composto de duas placas E1 de um canal cada. A placa que está conectada à PSTN deverá receber o clock, e a placa que está conectada ao PABX legado deverá gerar clock.

Aterramento

Outro fator muito importante em telecomunicações é o aterramento, e principalmente quando tratamos de sistemas que utilizem sinalização do tipo E1. A falta de aterramento (ou um aterramento inadequado) pode provocar desde o não funcionamento do link E1, passando por instabilidades, como queda de ligações e ruídos, até mesmo a queima dos equipamentos envolvidos no sistema, como modems etc.

Para efeito de teste é possível interligar com um "jumper" todos os terras existentes entre os equipamentos. Uma vez que esta interconexão é feita e o sistema volta a funcionar perfeitamente, temos como causa um aterramento inadequado, devendo então ser providenciado um novo aterramento para o sistema. Lembramos que não é recomendado deixar este "jumper" entre os equipamento sem um terra adequado. A **figura 17** exibe o "jumper" entre os equipamentos.

Alarmes E1

É possível visualizarmos alguns tipos de alarmes em sistemas E1. Esta visualização nos auxilia na resolução de problemas com a interconexão.

Box 1: Log de sinalização

```
meucci:/var/log/voicerlib # cat debug-1
<12:08:24.60642> R2(rx): <<-.....1          (Ocupação)
<12:08:24.60664> R2(tx): ->>.....d          (Conf. Ocupação)
<12:08:24.60717> MF(rx): <<-.....1  I-1     (Algarismo 1)          (MCDU 1)
<12:08:24.60718> MF(tx): ->>.....1  A-1     (Enviar próximo)
<12:08:24.60845> MF(rx): <<-.....a  I-10    (Algarismo 0)          (MCDU 10)
<12:08:24.60846> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar categoria)
<12:08:24.60973> MF(rx): <<-.....1  II-1    (Assinante comum)
<12:08:24.60974> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:24.61099> MF(rx): <<-.....1  I-1     (Algarismo 1)          (1)
<12:08:24.61100> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:24.61229> MF(rx): <<-.....1  I-1     (Algarismo 1)          (11)
<12:08:24.61230> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.61357> MF(rx): <<-.....2  I-2     (Algarismo 2)          (112)
<12:08:25.61358> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.61493> MF(rx): <<-.....1  I-1     (Algarismo 1)          (1121)
<12:08:25.61493> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.61613> MF(rx): <<-.....9  I-9     (Algarismo 9)          (11219)
<12:08:25.61613> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.61741> MF(rx): <<-.....1  I-1     (Algarismo 1)          (112191)
<12:08:25.61741> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.61877> MF(rx): <<-.....6  I-6     (Algarismo 6)          (1121916)
<12:08:25.61877> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.61997> MF(rx): <<-.....3  I-3     (Algarismo 3)          (11219163)
<12:08:25.61997> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.62133> MF(rx): <<-.....6  I-6     (Algarismo 6)          (112191636)
<12:08:25.62133> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:25.62253> MF(rx): <<-.....3  I-3     (Algarismo 3)          (1121916363)
<12:08:25.62253> MF(tx): ->>.....5  A-5     (Enviar identidade)
<12:08:26.62381> MF(rx): <<-.....f  I-15    (Fim de numero)
<12:08:26.62381> MF(tx): ->>.....1  A-1     (Enviar próximo)
<12:08:26.62485> MF(rx): <<-.....a  I-10    (Algarismo 0)          (MCDU 100)
<12:08:26.62485> MF(tx): ->>.....1  A-1     (Enviar próximo)
<12:08:26.62613> MF(rx): <<-.....a  I-10    (Algarismo 0)          (MCDU 1000)
<12:08:26.62613> MF(tx): ->>.....3  A-3     (Prep. para Grupo B)
<12:08:26.62741> MF(rx): <<-.....1  II-1    (Assinante comum)
<12:08:26.62741> MF(tx): ->>.....1  B-1     (Assinante livre com tarifação)
<12:08:27.64308> MF(tx): ->>.....0
<12:08:33.03852> MF(tx): ->>.....0
<12:08:35.05888> R2(tx): ->>.....5          (Atendimento)
<12:08:35.05893> R2(rx): <<-.....1
<12:08:35.05893> R2(tx): ->>.....5          (Desligar para trás)
<12:08:39.10219> R2(tx): ->>.....d
<12:08:40.11539> R2(rx): <<-.....9
<12:08:40.11539> R2(tx): ->>.....9          (Livre)
```

Obs.: Todas as informações que estão entre parênteses não aparecem no log de sinalização gerados, eles foram adicionados manualmente com a finalidade de mostrar passo-a-passo a troca da sinalização.

Os modems fornecidos pelas operadoras de telefonia pública costumam possuir LEDs que indicam os *status* de alarmes.

Nos sistemas que utilizam placas DigiVoice em conjunto com plataformas Asterisk, PBX-IP DigiVoice Meucci ou Media Gateway MG3600, também é possível visualizarmos alarmes no console do Asterisk (>CLI) digitando o comando:

```
dgv show alarms <card/all>
```

O resultado do comando pode ser visto na **figura 18.**

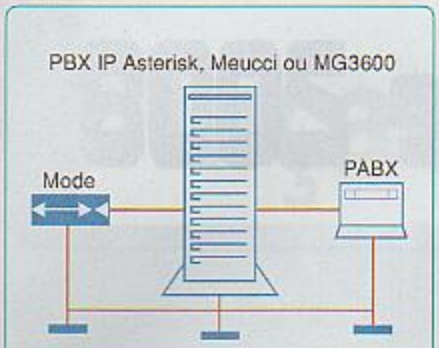
E1- ISDN

Tecnologia desenvolvida pela ITU (*International Telecommunications Union*). Surgiu em meados de 1980 e é utilizada até hoje. Como recursos disponibilizados temos a transmissão de voz, dados e imagem, em tempo real, além do fato de ser totalmente digital, ponta a ponta.

A sinalização ISDN (*Integrated Services Digital Network*) também é conhecida como RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados).

Acesso básico ou BRI

Destinado ao uso doméstico ou para pequenas empresas, ISDN-BRI (*Basic Rate Interface*), composto por dois canais de 64 Kbps (*B channels*) e um canal de sinalização 16 Kpbs (D



F17. Jumper entre equipamentos

channels), também conhecido como ISDN 2B + D totalizando 144 Kbit/s.

Acesso primário - PRI

PRI (*PRImary Multiplex*), constituído de 30 canais de 64 Kbps (*B channels*). Utiliza também um canal D de 64 Kbps formando um conjunto 31B + D totalizando 2048 Kbps. Este link E1 é fornecido diretamente pelas operadoras de telefonia para o cliente. As placas DigiVoice suportam ISDN quando utilizadas com a solução para telefonia IP Asterisk, PBX-IP DigiVoice Meucci ou Media Gateway MG3600.

Canal D

É utilizado tanto em ISDN do tipo BRI ou PRI, com a finalidade de trafegar os dados responsáveis pelas informações dos canais B, como protocolo de transmissão de dados, tipo de equipamento, além de informações de interesse da companhia telefônica, como taxas, data e horas de conexão entre outros.

Uma das diferenças que temos entre o ISDN e o R2 MFC, é que no ISDN a transmissão dos dados referentes aos canais B trafegam por um único canal (canal D), desta forma o ISDN também é conhecido como CCS (*Common Channel Signalling*).

Na **figura 19** é mostrada a estrutura de um link E1 ISDN-PRI.

CRC 4

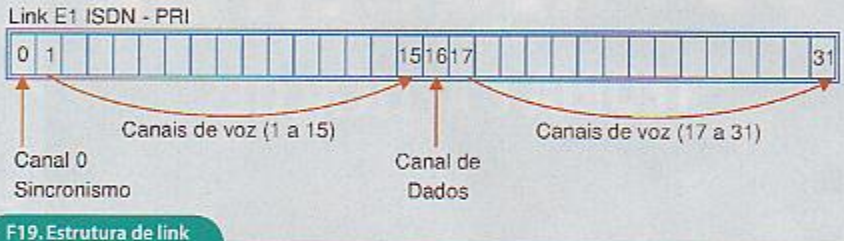
CRC - *Cyclic Redundancy Check*: método de verificação de erros usado em vários protocolos para detecção de erros de transmissão em bits. Existem vários graus de verificação de erro do tipo CRC, identificados como CRC-4, CRC-16, CRC-32 e assim por diante, utilizando base 2 para determinação dos graus. Quanto maior o grau, maior a capacidade de detecção.

O CRC-4 é empregado para verificação de erros em enlaces E1, normalmente em enlaces do tipo E1 ISDN-PRI.

```
+---[ Span: 1 ]---------------+---[ Span: 2 ]---------------+
|                              |                             |
|  ALARM_LOSS       Off   000  |  ALARM_LOSS       Off   000 |
|  ALARM_AISS       Off   000  |  ALARM_AISS       Off   000 |
|  ALARM_AIS16S     Off   000  |  ALARM_AIS16S     Off   000 |
|  ALARM_SYNC       Off   000  |  ALARM_SYNC       Off   000 |
|  ALARM_MFSYNC     Off   000  |  ALARM_MFSYNC     Off   000 |
|  ALARM_RAIS       Off   000  |  ALARM_RAIS       Off   000 |
|  ALARM_CRC4SYNC   Off   000  |  ALARM_CRC4SYNC   Off   000 |
|  ALARM_RSLIP            000  |  ALARM_RSLIP            000 |
|                              |                             |
|  Ultimo Reset:               |  Ultimo Reset:              |
|  2008-02-19 17:42:25         |  2008-02-19 17:42:25        |
|                              |                             |
+------------------------------+-----------------------------+

    Descricoes dos Alarmes:
      |
      |_ ALARM_LOSS     - Indicacao de Perda de Sinal.
      |_ ALARM_AISS     - Status de Indicacao de Alarme.
      |_ ALARM_AIS16S   - Indicacao de Alarme no Canal 16.
      |_ ALARM_SYNC     - Perda de Sincronismo de Quadro.
      |_ ALARM_MFSYNC   - Perda de Sincronismo de Multiquadro.
      |_ ALARM_RAIS     - Indicacao de Alarme Remoto.
      |_ ALARM_CRC4SYNC - Erro de CRC-4.
      |_ ALARM_RSLIP    - Escorregamento.
```

F18. Visualização de alarmes em sistemas E1



F19. Estrutura de link E1 ISDN-PRI

Implantação de Sistemas E1

Quando realizamos a implantação de sistemas que utilizem links E1, devemos seguir alguns princípios básicos para evitarmos dificuldades neste processo.

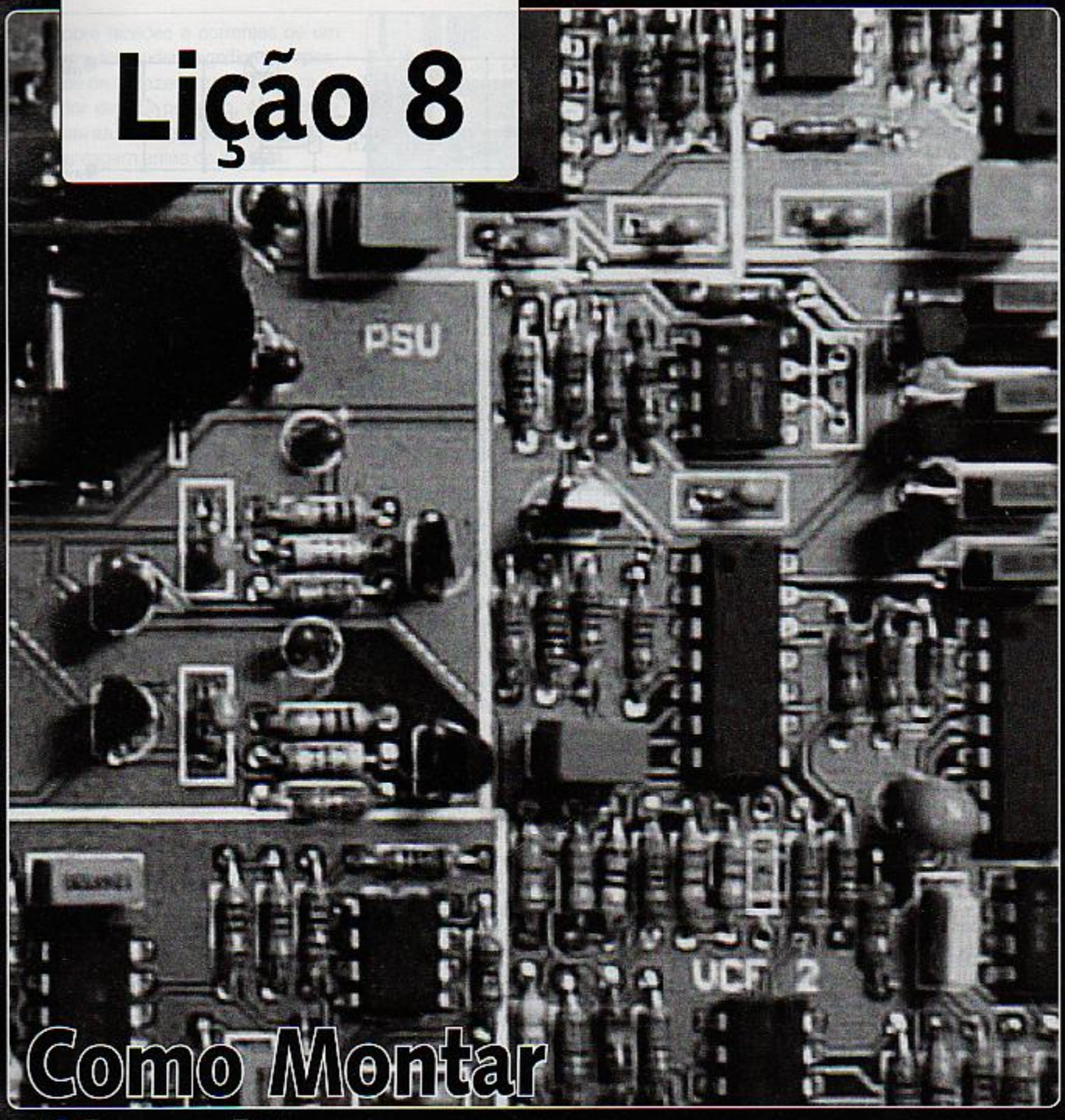
Sincronismo, como já vimos a fonte confiável de clock sempre será a operadora PSTN, somente em casos onde esta não estiver presente poderemos escolher outra fonte de clock;

Número de dígitos enviado pelas operadoras (apenas para sinalização do tipo R2). Normalmente as operadoras PSTN enviam quatro dígitos (MCDU) com a finalidade do PABX tratá-los como DDR, porém podemos encontrar operadoras que utilizem apenas três dígitos (CDU) e neste caso deve-se configurar adequadamente o sistema, pois senão, o PABX não identificará o número entrante DDR e não completará a chamada recebida, Log de Sinalização, Aterramento.

Conclusão

Terminamos nosso Minicurso de Telecom, e acreditamos que os leitores que nos acompanharam nestes quatro capítulos tenham adquirido os conhecimentos necessários sobre este maravilhoso universo conhecido como Telefonia, que nos oferece uma imensa gama de oportunidades de negócios. Em breve estaremos trazendo aos leitores artigos sobre *upgrades* de sistemas de telefonia PABX, e outras novidades. Até a próxima! T

Lição 8



Como Montar Circuitos

Nesta última lição aprenda como montar circuitos.

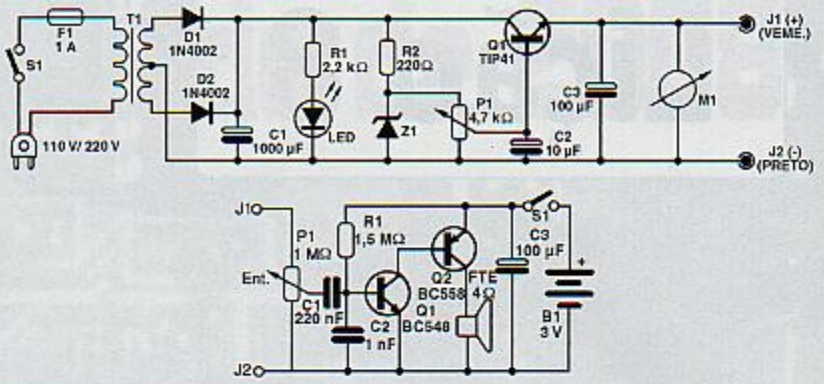
Viabilidade de um projeto

As publicações técnicas especializadas estão repletas de projetos eletrônicos interessantes. O leitor poderá encontrar desde simples transmissores e alarmes, que usam poucos componentes, até projetos sofisticados que se baseiam em microprocessadores ou circuitos lógicos digitais, usando muitos componentes. Ao pensar em montar um projeto obtido de uma publicação, ou de um esquema conseguido de um amigo, é preciso ter muito cuidado. O seu grau de experiência em montagens, a viabilidade dos componentes, a necessidade de equipamentos especiais para ajustes ou programação, tudo isso deve ser analisado. Assim, a viabilidade de um projeto é o ponto principal que vai determinar se o leitor tem condições ou não de montá-lo. Para isso, devem ser analisados os seguintes pontos:

O projeto está dentro de minha capacidade de execução?

Muitos leitores iniciantes, que ainda não têm experiência em soldagem, que não sabem fazer uma boa placa de circuito impresso e que até têm dificuldades no manuseio de certos componentes acham que podem montar qualquer coisa e se dão mal. Se você é ainda iniciante, deve dar preferência a projetos que não sejam críticos, ou seja, trabalhem com sinais muito fracos ou frequências elevadas. Deve ainda dar preferência a projetos que usem apenas transistores ou poucos circuitos integrados simples. Circuitos do tipo exibido na **figura 1**, que têm poucos componentes, são os ideais para os iniciantes.

Veja que esses circuitos podem ser tanto montados em pontes de terminais quanto em placas de circuito impresso relativamente simples de confeccionar. Se o projeto exigir circuitos integrados, que eles sejam de tipos simples com 4 a 16 terminais. Você deve certificar-se que pode fazer uma placa de circuito impresso boa para este tipo de projeto. Somente se for muito experiente e tiver recursos em sua oficina de montagem, deverá pensar em montar circuitos críticos como:



F1. Circuitos simples que podem ser montados pelos leitores com menos experiência.

- Amplificadores de alta potência
- Fontes de mais de 5 A
- Transmissores potentes
- Circuitos de RF complexos
- Circuitos digitais complexos

Na **figura 2** mostramos a complexidade de uma placa de circuito impresso para uma montagem digital. Note que as trilhas devem ser finas e com pequenos espaçamentos. Não deve haver nenhuma falha nessas trilhas.

Todas as especificações de componentes estão disponíveis no material que eu disponho para seguir?

Se o leitor for experiente, um esquema com todos os valores de componentes é suficiente para se poder realizar a montagem. A placa de circuito impresso pode ser projetada com facilidade. No entanto, para os leitores menos experientes é preciso ter informações completas para a montagem, tais como:

- Diagrama com todos os valores de componentes e/ou lista de material detalhada
- Desenho da placa de circuito impresso
- Detalhes construtivos para os pontos mais críticos
- Informações sobre o ajuste e uso

A falta de informações como detalhes de construção de bobinas, terminais de ligação de um circuito integrado, informa-

Complexidade dos circuitos

Os circuitos modernos tornam-se cada vez mais complexos, mas esta complexidade está presente na forma de circuitos integrados especializados. Assim, cada vez mais, todas s funções de um aparelho estão embutidas em um ou poucos chips que reúnem milhares ou mesmo milhões de transistores. O número de componentes que rodeiam estes componentes é relativamente pequeno, porém a complexidade dos circuitos, se analisarmos o que existe dentro do chip (circuito integrado), é enorme. Para estes circuitos a única possibilidade de reparo ocorre quando os componentes externos apresentam problemas.

Quanto aos próprios chips, nem sempre sua substituição é viável pelo fato de não ser possível encontrá-los, e também pela dificuldade de troca, pois são componentes com terminais extremamente próximos e em grande quantidade, exigindo ferramentas apropriadas. Nestes casos, não temos outra alternativa senão tentar trocar a própria placa que nem sempre compensa pelo custo, ou simplesmente abandonar o aparelho, adquirindo um novo.

Na verdade, o custo cada vez menor dos chips e da parte eletrônica está tornando conveniente a troca de equipamento quando ele queima, partindo-se para um de tecnologia moderna. Conserta-se cada vez menos. Para o projeto, a alternativa atual, quando não se trata de alguma coisa muito simples, é partir dos microcontroladores que contêm todos os recursos para se elaborar um projeto com poucos componentes externos.

ções sobre tensões e correntes de um transformador, podem significar a impossibilidade de se fazer uma montagem. O montador deverá portanto, conferir se tem todas as informações necessárias a uma montagem antes de iniciá-la.

Possuo os recursos para sua elaboração?

Para os projetos simples, as ferramentas básicas de trabalho mais os recursos de soldagem e elaboração de placas de circuito impresso são mais do que suficientes para sua realização. No entanto, há projetos que requerem instrumentos ou recursos especiais para sua elaboração. Outros projetos exigem que o montador tenha um multímetro para fazer ajustes ou medidas de tensão. Em alguns casos pode-se até exigir que o montador tenha instrumentos mais sofisticados como geradores de sinais, geradores de função e até mesmo um osciloscópio, como o mostrado na **figura 3**.

Esse instrumento será usado na observação das formas de onda do circuito e, evidentemente, o leitor deverá saber como fazer isso. Finalmente, temos os exemplos de projetos que usam microprocessadores ou microcontroladores, como o da **figura 4**.

Os microprocessadores são programados por um computador. Para essa finalidade, numa porta do computador é ligada uma placa de emulação, que tem um soquete onde o microprocessador ou microcontrolador é encaixado, conforme ilustra a **figura 5**.

O programa que vai ser usado deve então ser obtido pelo montador (da internet, em listagem ou outra fonte) e transferido para o microprocessador. Somente depois disso o microprocessador, com o programa, é colocado na placa do aparelho em que ele vai ser utilizado.

Os componentes usados estão à disposição no mercado que eu tenho acesso?

Nas publicações desta Editora nos preocupamos em usar componentes que possam ser encontrados com facilidade. De nada adianta darmos projetos sofisticados, se os componentes



F2. Um placa complexo com muitos componentes, que exig bastante experiência para a montagem.

Mais sobre as especificações dos componentes

Com o grande número de componentes disponíveis e a complexidade de alguns, nem sempre as poucas especificações dadas em um diagrama são suficientes para se fazer um projeto. Desta forma, quando se trabalha com estes componentes de maior complexidade como semicondutores (transistores, circuitos integrados, microcontroladores, tiristores, etc. é preciso contar com uma documentação mais completa. As folhas de dados consistem no recurso utilizado para esta finalidade. Uma folha de dados ou datasheet contêm todas as informações sobre a utilização de um determinado componente. Assim, ao fazer um projeto, será interessante acessá-las estas folhas de dados para certificar-se de que todas as condições de funcionamento do componente estão sendo satisfeitas no projeto. Estas folhas, além de tensões, correntes e potências, contêm normalmente gráficos com a resposta de frequência, dados para o cálculo de componentes e muito mais. Em alguns casos são dados até circuitos de exemplo de aplicação do componente.

Mais instrumentos

O multímetro e o osciloscópio não são os únicos instrumentos com os quais pode contar o praticante da eletrônica. Além deles, existem muitos outros que podem ser de grande utilidade numa bancada, principalmente se o leitor se tornar um praticante avançado da eletrônica ou ainda um profissional. Dentre os instrumentos adicionais que podem ser adquiridos pelo leitor, destacamos:

Capacímetro
Este instrumento testa e mede capacitores, sendo ideal para as oficinas de reparação, uma vez que a maioria dos defeitos que ocorrem em equipamentos eletrônicos se deve a problemas com capacitores. Tipos digitais de custo acessível podem ser encontrados nas casas especializadas.

Teste de transistores
Se bem que muitos multímetros já incorporem esta função, os tipos mais sofisticados medem o ganho e até identificam seus terminais. Tipos digitais portáteis de preço acessível são disponíveis.

Frequencímetro
Este instrumento é de grande utilidade para quem trabalha com sinais, como transmissores, receptores de rádio, etc. Ele permite realizar a calibração segura destes equipamentos e detectar falhas de funcionamento.

Gerador de funções
Este é um equipamento de grande utilidade para testes em geral, pois ele gera os sinais que servem de prova ou para ajuste de uma infinidade de equipamentos. Tipos de preços acessíveis podem ser adquiridos.

Componentes de sucata

Componentes novos são sempre desejáveis na elaboração de qualquer projeto. Além da confiabilidade, pois temos certeza de que nunca foram usados, não corremos o risco de pegar um componente queimado e com isso comprometer o nosso projeto. Hoje, com a maioria dos equipamentos eletrônicos sendo "descartável", visto que ao apresentarem defeitos é mais fácil e barato comprar um novo do que consertar, temos uma excelente fonte de componentes na sucata de nossa própria casa, ou mesmo de ferros-velhos e oficinas de reparação.

Quem não tem tem um rádio, aparelho de som ou TV antigo abandonado em um canto da casa sem a mínima possibilidade de ser recuperado? Se esse é o seu caso, ou mesmo se você ganhou uma placa de algum aparelho que não mais funciona, por que não desmontá-lo e aproveitar os componentes que ainda podem ser usados? É claro que para isso existe um critério, uma vez que é preciso saber o que podemos aproveitar, para não cair no risco de termos uma caixa com componentes duvidosos que podem comprometer um projeto.

Os mais fáceis de se aproveitar quando desmontamos algum equipamento antigo são os componentes de maior porte que podemos testar ou comprovar o estado pela inspeção visual. Nesse caso incluímos:

Alto-falantes, jaques, plugues, soquetes, interruptores

Pela simples inspeção visual é possível saber se um alto-falante está bom. O teste com uma pilha para ver se ele "estala" quando encostamos nos seus terminais é outro que pode ajudar. Soquetes, jaques e interruptores podem ser analisados dando-se uma olhada se funcionam, se não apresentam sinais de oxidação ou contatos quebrados.

Potenciômetros

Os potenciômetros podem ser aproveitados desde que não estejam excessivamente deteriorados (o que pode ser constatado visualmente). O teste da medida da variação de sua resistência permite verificar se ele está bom. No livro "Multímetros" ensinamos como fazer este teste.

Lâmpadas e fusíveis

Uma lâmpada pode ser provada com multímetro, ou mesmo visualmente, assim como o fusível. Se o filamento ou elemento interno estiver aberto, ela não poderá ser usada. No caso das lâmpadas, antes de retirar do aparelho em que se encontram, procure saber com que tensão elas funcionam. Se estiver no mostrador de um velho rádio que tem válvulas que começam com "6", por exemplo, a lâmpada provavelmente será de 6 V. Se as válvulas forem da série "12", então a lâmpada será de 12 V.

Capacitores variáveis

Os capacitores variáveis de rádios transistores (miniatura) dificilmente apresentam problemas, podendo ser retirados e aproveitados.

Transformadores

Os transformadores podem ser aproveitados em muitos casos, desde que verifiquemos antes seu estado e conheçamos suas características.

Antes de tirarmos um transformador de uma placa, ou de um velho aparelho, será importante anotarmos se ele é um transformador de força (alimentação), quais são os terminais que vão ligados à rede de energia, e ainda se é de 110 (117) V ou 220 (240 V). Medindo a continuidade, podemos saber se esse transformador está bom, em curto ou aberto, e com isso ligá-lo à rede de energia para fazer testes e descobrir suas outras características. Em alguns casos, isso pode ser facilitado pela indicação das tensões dos outros enrolamentos, o que ajuda muito. No entanto, se isso não ocorrer, podemos fazer sua medida com o multímetro. O conhecimento da corrente máxima do secundário já é mais difícil, mas pode-se ter uma ideia pelo tamanho do transformador, ou ainda pela espessura do fio do secundário. Quanto mais grosso o fio do enrolamento secundário, maior será a corrente que ele pode fornecer.

Resistores, diodos, capacitores e LEDs podem ser aproveitados em muitos casos, desde que tenhamos alguns cuidados na verificação de suas características e estado.

Resistores e indutores

Com os resistores normalmente não há nenhum problema em se fazer seu aproveitamento, desde que sejam retirados com cuidado do circuito (o superaquecimento pode alterar seu valor) e testados com o multímetro, para se verificar se estão bons. Nessa retirada é importante que os terminais não sejam cortados muito curtos, pois isso dificultaria seu uso.

O mesmo acontece em relação a pequenos indutores que podem ser facilmente testados com a ajuda de um multímetro. As bobinas dos circuitos de RF também podem ser aproveitadas, mas seu uso é mais problemático, pois geralmente não possuem valores, sendo especificamente projetadas para o aparelho na qual devem funcionar.

Capacitores

Capacitores cerâmicos, poliéster e outros tipos "secos" não apresentam problemas se forem retirados com cuidado evitando o excesso de calor. Se o leitor possuir um capacímetro para testar e conferir o valor será ótimo, mesmo porque ele pode ficar em dúvida em relação aos códigos de marcação.

Mais críticos são os capacitores eletrolíticos que têm um eletrólito que perde suas propriedades com o tempo, principalmente se esses componentes ficarem fora de uso. Os eletrolíticos deterioram apresentando fugas, entrando em curto e perdendo a capacitância. Desse modo, qualquer eletrolítico que seja retirado de um circuito deve ser testado, se possível com um capacímetro.

De qualquer forma, observando que o eletrolítico apresenta sinais de vazamento, estufamento ou ainda algum tipo de corrosão, descarte-o.

Não o deixe junto com os demais componentes aproveitados, pois a substância que vaza do seu interior poderá acabar estragando-os. Se o equipamento de onde eles forem tirados for muito antigo, não use esses componentes.

Diodos

O teste dos diodos é simples, podendo ser feito com o multímetro ou provador de continuidade. Normalmente, pela aparência podemos saber se temos um diodo retificador ou outro. Esse outro, entretanto, exige certo cuidado pois não poderemos saber se é um diodo zener ou um diodo de uso geral, a não ser que examinemos cuidadosamente o circuito.

Um diodo ligado à base de um transistor numa fonte de alimentação, por exemplo, é um zener. O problema é apenas saber qual é a sua tensão. De qualquer forma, conseguindo-se tirar o diodo do circuito intacto e comprovando que ele está bom, é possível utilizá-lo em projetos sem muitos problemas. Eles servirão nos casos em que se necessita

de um diodo retificador ou um diodo de uso geral.

LEDs

Para os LEDs o aproveitamento é simples, uma vez que o teste pode ser feito com um circuito de prova, desde que eles não sejam do tipo infravermelho. Se o LED acender no teste realizado, então ele se encontra em bom estado. Este teste também é interessante, pois permite identificar a polaridade do componente, caso não exista marcação ou um terminal mais curto, pois certamente na montagem ambos são cortados do mesmo tamanho.

Outros

Sensores como os LDRs, solenoides e motores também podem ser aproveitados desde que verifiquemos antes se eles estão em condições de funcionamento. Como sempre, o cuidado será ter certeza de que o componente está bom e que suas características sejam conhecidas.

O aproveitamento de semicondutores é mais complicado, principalmente se forem tirados de placas comerciais onde é comum que o fabricante adote seu próprio código. Fazendo testes com o multímetro é possível descobrir se é NPN ou PNP. Os testes também servem para descobrir se o transistor está bom ou não. Esses transistores poderão ser usados em projetos em que se exijam componentes de uso geral. Se forem de potência, também poderemos testá-los e descobrir se são NPN ou PNP, classificando-os como transistores de potência de uso geral.

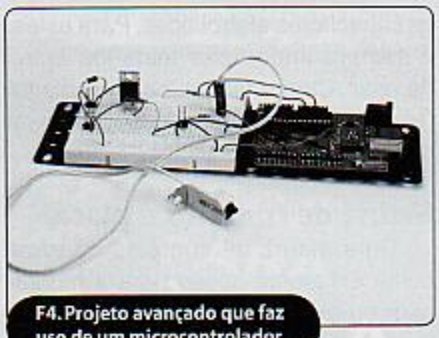
Se o leitor possui um teste de transistores, será interessante verificar o ganho e assim descobrir se eventualmente é um transistor Darlington. Veja que o teste de identificação NPN ou PNP se falhar, poderá indicar, não que o transistor esteja ruim, mas que seja eventualmente um MOSFET de potência...

Para SCRs e TRIACs o aproveitamento só poderá ser feito se tivermos certeza de que são tais componentes, examinando o circuito ou ainda tendo a sorte de contar com a identificação e fazendo um teste para verificar se está em bom estado.

Com os circuitos integrados a situação é bem mais complicada. A não ser que tenhamos certeza de que se trata de um circuito conhecido pela identificação no seu invólucro, dificilmente um teste com um multímetro ou outro instrumento permitirá saber do que se trata, e nesse caso tanto o teste como o aproveitamento não serão possíveis.



F3. Um osciloscópio de modelo simples



F4. Projeto avançado que faz uso de um microcontrolador

não puderem ser obtidos. No entanto, mesmo usando componentes comuns, muitas vezes ocorrem faltas momentâneas, quer seja devido ao consumo, quer devido ao fato deles serem importados. Assim, por mais simples que seja o projeto, sempre verifique antes se você pode obter todos os componentes, principalmente transistores e circuitos integrados.

Existem ajustes ou pontos críticos que eu não tenho condições de fazer?

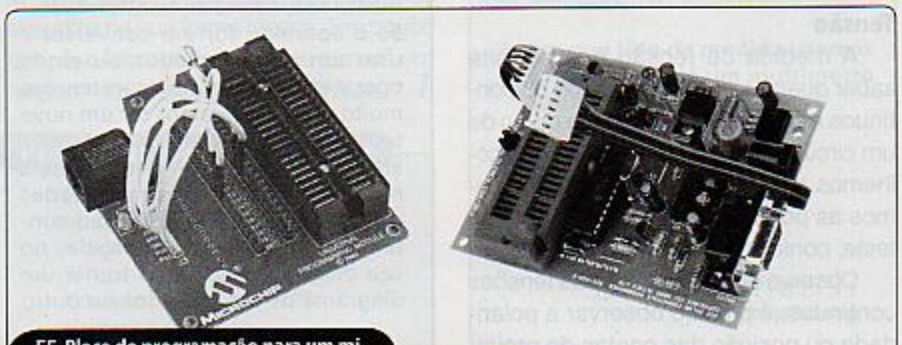
Como já explicamos, alguns projetos requerem ajustes feitos com instrumentos especiais. Não basta ter esses instrumentos. É preciso também saber como manuseá-los. Por isso, leia sempre todo a descrição do projeto para verificar se não há nenhum tipo de ajuste crítico que exija equipamentos ou técnicas que você não possua ou domine.

Obtendo componentes

É muito simples obter componentes eletrônicos para a montagem. O leitor tem diversas opções para isso. A primeira consiste em frequentar as lojas de grandes centros como São Paulo, que estão em sua maioria localizadas na região da rua Santa Ifigênia. Entretanto, para os leitores de lugares distantes, isso não é tão simples. Assim, como opção para esses leitores existem as lojas que vendem materiais eletrônicos pelo correio como a Eletrônica Rei do Som (**www.reidosom.com.br**), Farnel (**www.farnel.com.br**), RS (**www.rs.com.br**) e outras.

Todavia, é preciso especificar corretamente os componentes adquiridos e deve haver um pedido mínimo. Não se compra um simples transistor de R$ 0,80 quando o próprio frete custa muito mais. A forma de compra normalmente envolve um depósito em conta determinada pelo vendedor, e depois passa-se o número do comprovante para que a remessa seja providenciada. O tempo depende do tipo de remessa escolhida. É claro que, se o leitor tiver pressa, o custo da remessa, via Sedex, por exemplo, será maior.

Uma outra forma alternativa de se obter componentes é desmontando velhos aparelhos. Neste caso, entretanto, aproveita-se muito mais os componentes passivos como resistores, capacitores e diodos, pois nem sempre transistores e circuitos integrados são de tipos comuns. Capacitores comuns e resistores raramente se estragam com o tempo, o que não ocorre com



F5. Placa de programação para um microcontrolador ou microprocessador

os capacitores eletrolíticos. Para estes, é sempre importante testá-los antes de usar. Com o tempo, os capacitores "ressecam" perdendo a capacitância e não funcionando mais.

Matriz de contatos e placa

Uma matriz de contatos consiste numa excelente opção para a montagem ou desenvolvimento de projetos. De acordo com a **figura 6**, essa matriz é formada por furos que possuem contatos interligados.

Encaixando os componentes nesses furos, podemos experimentar circuitos sem a necessidade de solda e reaproveitando os componentes para outras montagens. Todo leitor que gosta de desenvolver projetos ou pretende experimentar um circuito antes de montá-lo em definitivo, deverá ter uma matriz de contatos. Depois de feita a montagem e testada, os componentes podem ser soldados definitivamente numa placa de circuito impresso.

Testes básicos com o multímetro

De todos os instrumentos, o mais barato, mais simples de usar e com maior quantidade de utilidades é o multímetro. Para os leitores que desejam fazer montagens eletrônicas, a posse de um multímetro ajuda muito, pois permite diagnosticar falhas e testar componentes de forma simples. Na **figura 7** temos o aspecto de um multímetro analógico comum, do tipo que recomendamos para nossos leitores. Com o tempo, adquirindo mais prática no uso, o leitor poderá adquirir um tipo mais avançado como o digital.

Com o multímetro podemos realizar basicamente três tipos de medidas:

Tensão

A medida de tensão nos permite saber quantos volts (alternados ou contínuos AC ou DC) existem num ponto de um circuito. Para essa finalidade, escolhemos a escala apropriada e encostamos as pontas de prova no circuito em teste, conforme mostra a **figura 8**.

Observe que na medida das tensões contínuas, é preciso observar a polaridade ou posição das pontas de prova.



F6. Matriz de contatos de 550 pontos



F7. Multímetro analógico comum de baixo custo

Usando o multímetro

Na rede de energia e em algumas partes dos aparelhos eletrônicos encontramos tensões alternadas. Na maior parte dos circuitos eletrônicos entretanto, temos tensões contínuas. A diferença entre os dois tipos de tensões já foi analisada em artigos desta mesma revista e pode ser vista na maioria dos cursos de eletrônica, incluindo o nosso Curso Básico de Eletrônica.

Para o leitor é importante saber que para a medida dos dois tipos de tensão, o instrumento usado, que é o multímetro, deve ser ajustado de formas diferentes. Além disso, é importante que o leitor saiba em que pontos de um circuito achamos tensões alternadas e tensões contínuas.

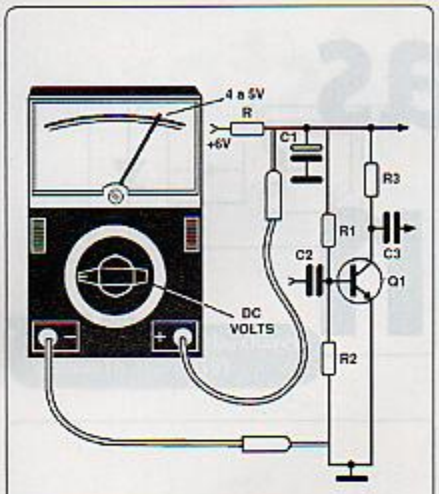
As tensões alternadas são encontradas na entrada de energia com valores algo elevados (110 ou 220 V) e depois do transformador com valores menores até o diodo, ou diodos retificadores. A partir do diodo não temos mais tensões alternadas, mas sim tensões contínuas, e seu valor será da mesma ordem de grandeza que a do enrolamento secundário do transformador.

Se o aparelho for um conversor e usar um transformador, ou ainda operar em alguns pontos com tensões muito altas, poderemos ter um novo setor em que encontramos tensões alternadas. No geral, entretanto, a maioria das tensões encontradas nos aparelhos eletrônicos são contínuas e normalmente indicadas no seu diagrama. Assim, ao tomar um diagrama de um televisor ou outro aparelho descobrimos nos pontos principais as indicações das tensões que devem ser medidas com o uso de um multímetro comum.

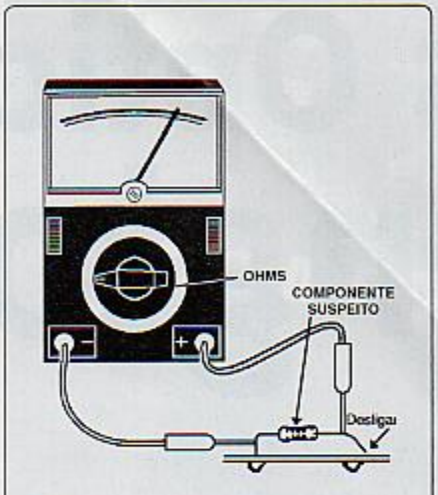
Se, ao analisar uma etapa de um determinado aparelho encontrarmos tensões muito diferentes daquelas indicadas no seu diagrama, isso é sinal de que alguma coisa está errada na etapa em que essas medidas são feitas. Transistores abertos ou em curto, resistores com valores alterados ou abertos, capacitores abertos ou em curto, ou ainda, transformadores com problemas são as principais causas de defeitos nos circuitos que afetam suas tensões.

Mesmo sem o diagrama de um aparelho, com alguma experiência e conhecendo o princípio de funcionamento do aparelho, o profissional de reparação consegue saber se algo vai mal pela medida de tensão, pois já tem uma idela da ordem de grandeza da tensão que deve encontrar em cada ponto de um circuito. Uma diferença de tensão maior ou muito menor indica que o componente está com problemas, ou ainda existem defeitos nos componentes pesquisados.

Da mesma forma, sabemos que cada etapa de um aparelho só funciona se receber a alimentação normal. O procedimendo da medida da tensão numa etapa é, portanto, muito importante para se localizar problemas tanto das etapas como da própria fonte de alimentação de um aparelho.



F8. Multímetro sendo utilizado numa medida de tensão



F9. Multímetro sendo utilizado para uma medida de resistência

Corrente

As medidas de corrente envolvem a interrupção do circuito em teste, por isso não são recomendadas, principalmente para os leitores que ainda não dominam as técnicas de utilização do multímetro.

Resistência

Para medir uma resistência, devemos escolher a escala apropriada em ohms. Os fatores x1, x10, x100, x1k indicam por quanto devemos multiplicar o valor encontrado na escala para obter o valor do resistor ou resistência desejado. Assim, para medir pequenas resistências devemos escolher uma escala de acordo com o valor previsto. Também precisamos zerar o multímetro. Para isto, encostamos uma ponta de prova na outra e atuamos sobre o controle "zero adj" até que a agulha marque zero na escala (toda para a direita).

Depois, para medir a resistência de um componente num circuito, desligamos um de seus terminais e encostamos as pontas de prova, observe a **figura 9**.

Muitos componentes podem ser testados pela medida da sua resistência, mas o leitor precisa saber que resistência deve ter cada componente quando bom, e isso é matéria para um curso mais completo. Os resistores, por exemplo, devem ter os valores dados pelas faixas coloridas; os fusíveis devem ter resistência nula. Os capacitores devem ter uma resistência infinita e assim por diante.

Sugerimos o nosso Curso Básico de Eletrônica como complementação de tudo que vimos até agora assim como o livro *"Instrumentação – Multímetros"*.

Conclusão

Nestas oito lições deste Curso Rápido vimos apenas uma breve introdução à Eletrônica, que é muito mais ampla. Se o leitor desejar ir além, deverá partir para cursos regulares ou então adquirir o nosso Curso Básico de Eletrônica que é a literatura ideal para complementar o que vimos, numa primeira etapa conceitual.

Além disso, para praticar sugerimos acompanhar nossas publicações realizando sempre que possível as montagens descritas. Comece com as mais simples e, à medida que for adquirindo confiança e prática, parta para as mais complexas e ao mesmo tempo procure entender como cada uma funciona, buscando informações em nosso *site*, consultando nossa enciclopédia e lendo artigos anteriores que abordam os assuntos na sua forma teórica. Em pouco tempo, o leitor certamente se tornará um "expert" em montagens eletrônicas. T

Pesquisar na enciclopédia

- Formas de onda
- Matriz de contatos
- Diagramas
- RF
- Corrente alternada
- Corrente contínua

Questionário

1. Um esquema não apresenta os valores dos componentes usados. Sua montagem é viável?
a) sim, pois podemos usar qualquer valor de componente
b) sim, se fizermos testes com os componentes
c) não
d) Somente se o desenho da placa de circuito impresso estiver disponível.

2. Um montador sem experiência em circuitos de alta frequência deve montar receptores de FM complexos?
a) sim, se tiver o material disponível
b) sim, pois a placa de circuito impresso é simples
c) somente se tiver todos os componentes
d) não, se não souber fazer placas de circuito impressos

3. Em que caso temos um ajuste crítico num aparelho, exigindo instrumentos especiais?
a) ajuste feito por um *trimpot* sem necessidade de instrumento
b) Ajuste de frequência com base num rádio comum
c) Ajuste de forma de onda e tensão
d) Ajuste de volume ou intensidade de som

4. Quais dos seguintes componentes não é recomendável aproveitar de equipamentos antigos?
a) resistores
b) capacitores de poliéster
c) transistores e diodos
d) capacitores eletrolíticos

5. Uma matriz de contatos serve para:
a) Teste e desenvolvimento de protótipos
b) Ajuste de circuitos
c) Medida de tensões
d) Montagem de projetos críticos

6. Em que tipo de medida usamos o "zero adj" de um multímetro analógico comum?
a) Tensão
b) Corrente
c) Resistência
d) Em todas elas

Respostas: 1.C; 2.D; 3.C; 4.D; 5.A; 6.C

www.novasaber.com

Chaves Ópticas Darlington

Newton C. Braga

Chaves ópticas são elementos fundamentais nos sistemas de medida e controle eletrônico de máquinas industriais e em outras aplicações que envolvam peças móveis. Dois componentes importantes para esse tipo de uso são as chaves TIL160 e TIL161, da Texas Instruments, que possuem transistores Darlingtons na parte receptora. Neste artigo damos as características desses componentes

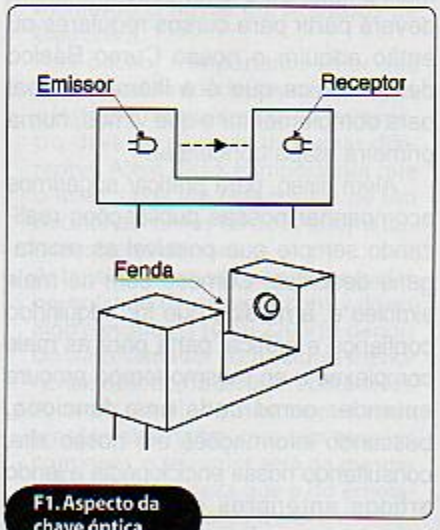
As chaves ópticas são formadas por um emissor de infravermelho e um receptor para essa radiação, mas numa disposição que permita a interrupção desse feixe por uma peça que passe por uma fenda, conforme mostra a **figura 1**.

Se a peça que passar pela fenda for uma roda denteada, por exemplo, podemos usar o dispositivo para contar as revoluções dessa peça com facilidade, pois a cada interrupção e restabelecimento do pulso de infravermelho no sensor será gerado um pulso.

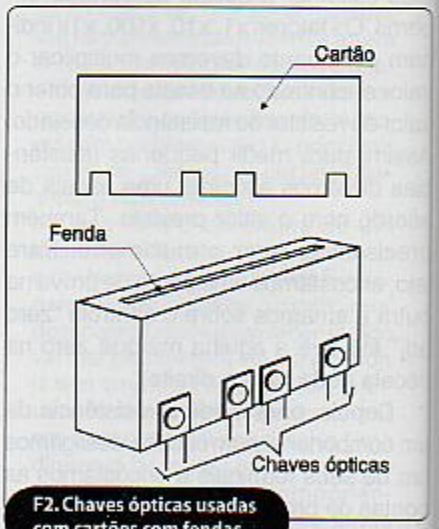
Outra possibilidade de aplicação é utilizar um conjunto dessas chaves, que podem ser acionadas numa certa combinação, por cartões dotados de fendas, conforme um código que permite que somente eles acionem uma máquina ou abram uma passagem em uma zona de segurança, vide **figura 2**.

Muitos outros usos em todos os campos de atividades podem ser imaginados para esses úteis dispositivos.

Diferentemente dos acopladores ópticos, que são fechados e servem apenas para transferir um sinal na forma óptica, as chaves ópticas são abertas e podem ser controladas por objetos que passam pela fenda.



F1. Aspecto da chave óptica

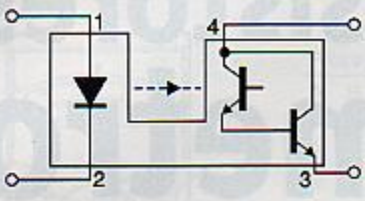


F2. Chaves ópticas usadas com cartões com fendas

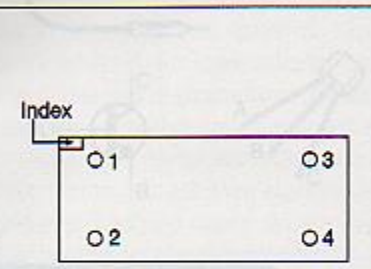
TIL160/TIL161

As chaves ópticas TIL160 e TIL160 da Texas, as quais também podem ser encontradas com a mesma designação fabricadas por outras empresas, são formadas por um emissor de infravermelho e um fototransistor Darlington na configuração ilustrada na **figura 3.**

Dentre os principais destaques desse componente, que é apresentado em invólucro com o formato desenhado na **figura 4**, temos:



F3. Circuito interno das chaves ópticas TIL 160/TIL161



F4. Invólucro e pinagem

Destaques:

- Compatível com TTL Standard
- Pode ser montado diretamente em placa de circuito impresso
- Possui transistor Darlington na detecção
- As características da fenda conferem alta resolução na comutação (1,02mm).

Máximos absolutos (a 25 °C)

- Tensão inversa máxima na fonte: 3 V
- Corrente contínua na fonte: 40 mA
- Tensão máxima emissor/coletor, no receptor: 30 V
- Tensão máxima base/emissor, no receptor: 7 V
- Dissipação total do sensor: 100 mW
- Tensão máxima entre sensor e emissor: 4 kV

Características elétricas:

- V(BR)CEO: 30 V (min)
- V(BR)ECO: 7 V (tip)
- Ic(off): 5 mA (tip)
- VF (para o LED): 1,2 V (tip); 1,6 V (máx)
- Ic(on): 3,5 mA (tip) para o TIL160 e 1 mA (tip) para o TIL161.

Aproveite



Indispensável ao estudante ou hobista que deseja adquirir, complementar ou reciclar conhecimentos específicos da eletrônica aplicada a mecatrônica.

Conteúdo:

1. Eletrônica para Mecatrônica;
2. Motores de corrente contínua;
3. Transistores como chaves;
4. Pontes H;
5. Controles lineares de potência;
6. Controles PWM de potência;
7. Motores de passo;
8. Sensores;
9. Sensores II;
10. Circuitos inteligentes;
11. Controle remoto e sensoriamento remoto;
12. Segurança.

www.novasaber.com

Identificando Transistores com o Multímetro

Newton C. Braga

Um dos problemas que aflige muitos técnicos é a identificação dos terminais de um transistor desconhecido, retirado de um equipamento que não funciona, ou ainda adquirido e guardado para ser usado depois de muito tempo, quando já nos esquecemos do que se tratava.

Neste artigo mostramos como identificar os terminais de um transistor bipolar NPN ou PNP, usando um multímetro comum

Um multímetro comum de tipo analógico pode ser um recurso de extrema eficiência na identificação dos terminais de emissor (E), coletor (C) e base (B) de um transistor comum.

Basta termos certeza de que a ponta de prova positiva desse multímetro esteja conectada ao polo positivo da bateria interna nas medidas de resistência, que tudo está resolvido.

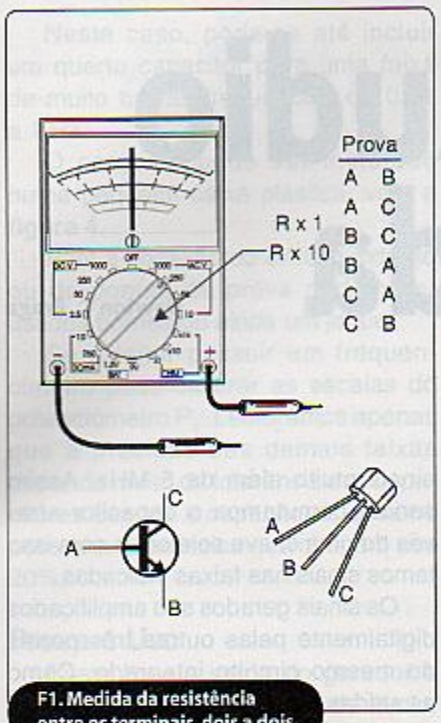
Utilizamos então um multímetro comum na escala OHMS x10 ou OHMS x1 e procedemos conforme a seguinte sequência.

- Meça a resistência entre os terminais do transistor, dois a dois, invertendo a posição da ponta de prova, conforme mostra a **figura 1**. Os dois terminais em que a resistência for alta nos dois sentidos já nos permite identificar o coletor e o emissor. Isso significa que o terminal que sobrou é, com certeza, a base. Já podemos anotar isso. Passamos então à prova que nos possibilita determinar o coletor e emissor, mas antes vejamos se o transistor é NPN ou PNP.
- Coloque a ponta de prova vermelha no terminal identificado como base. A ponta de prova preta serão então conectada a qualquer um dos outros dois terminais. Se a resistência lida for alta (algumas dezenas ou centenas de milhares de ohms ou mesmo megohms) é porque o transistor é PNP. Se for baixa, menor do que 10 k ohms, é porque o transistor é NPN. A **figura 2** ilustra como fazer essa prova.
- Passamos agora a identificar os terminais de coletor e emissor, já que conhecemos o terminal de base. Se o transistor for NPN, coloque a ponta de prova vermelha na base. Se for PNP, coloque a ponta de prova preta na base. A seguir, meça com a outra a ponta a resistência nos dois terminais restantes, anotando os valores.
- A resistência entre a base e o emissor será um pouco mais baixa do que a resistência entre base e coletor. Essa resistência poderá ficar entre algumas centenas de ohms e alguns milhares de ohms, para os transistores comuns. A **figura 3** exibe o procedimento.

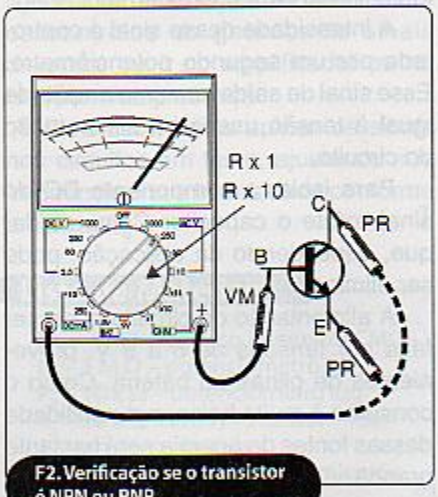
Se nessas duas últimas provas, onde deveríamos encontrar resistências baixas, forem encontradas resistências altas, é sinal que o transistor se encontra aberto. Por outro lado, se forem encontradas resistências muito baixas, onde deveriam ser encontrados valores altos, é sinal que o transistor se encontra em curto.

Poderá ocorrer também que os valores lidos não coincidam de modo algum com os esperados nesse teste. Nesse caso, o componente não é um transistor bipolar comum. Pode ser um FET, um SCR, um regulador de tensão ou qualquer outro componente eletrônico.

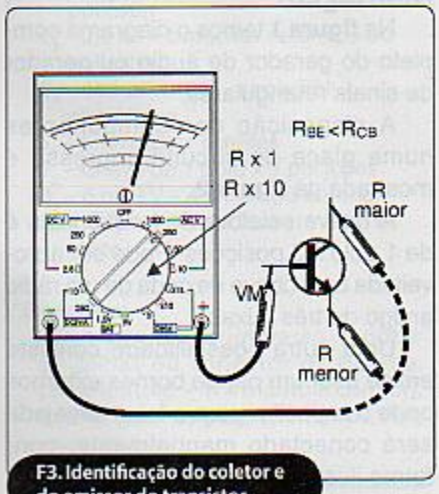
Esse teste se aplica a transistores NPN e PNP de pequena potência, baixa frequência ou RF, média potência, comutadores, média e alta potência e Darlingtons.



F1. Medida da resistência entre os terminais, dois a dois

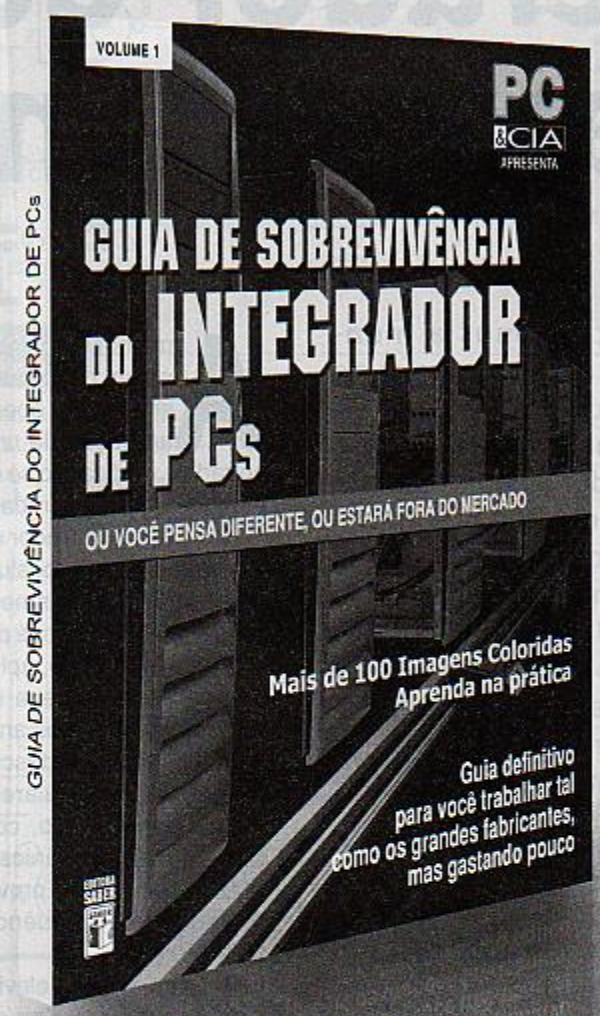


F2. Verificação se o transistor é NPN ou PNP



F3. Identificação do coletor e do emissor do transistor

Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



Aprenda sobre:
- Construção de um laboratório técnico
- Mitos e verdades sobre o aterramento elétrico, como fazer e medir corretamente
- Equipamentos ideais para proteção elétrica
- Montagem passo a passo de uma bancada de baixo custo protegida contra ESD
- PCs confiáveis, o que você precisa saber para ter uma montagem à prova de falhas
- Execução de testes de estresse e burn-in
- Restauração automatizada do sistema: entregue mais valor para seus clientes
- Medição de temperatura
- Check-List para montagem e testes de micro

Veja mais detalhes em
www.novasaber.com.br

Gerador de Áudio para a Bancada

Newton C. Braga

Descrevemos a montagem de um gerador de áudio, um instrumento de extrema utilidade para o reparador ou montador de equipamentos que trabalham com sinais de baixas frequências. Gerando sinais de 1 Hz até 1 MHz, este circuito pode ser usado no teste de amplificadores, receptores de rádio, transceptores, intercomunicadores e muito mais

A melhor maneira de se verificar se um circuito amplificador de sinais está operando é com a aplicação de um sinal na sua entrada e verificando se esse sinal aparece da forma esperada na sua saída.

Em um amplificador de áudio podemos, por exemplo, localizar etapas com problemas simplesmente injetando seus sinais. Também é possível ajustar receptores de rádio, aplicando, o sinal deste gerador em sua antena ou nas etapas que devemos analisar.

O gerador que descrevemos aqui, gera sinais retangulares de 1 Hz até 1 MHz. No entanto, como os sinais são ricos em harmônicas, eles podem ser usados até na prova de circuitos de rádio com frequências acima de 100 MHz.

Rádios de FM, televisores, sintonizadores, transceptores e muitos outros equipamentos de RF podem ser testados com a ajuda dos sinais produzidos por este circuito.

Como funciona

Uma das quatro portas NAND de um circuito integrado 4093 é ligada como um oscilador, onde a freqüência depende do capacitor e é ajustada numa faixa de 1 para 100 por um potenciômetro.

Com apenas três capacitores, podemos varrer três décadas de frequências, gerando sinais nas faixas de:

- 1 a 100 Hz
- 100 a 10 000 Hz
- 10 000 a 1 000 000 Hz.

Não podemos ir além, pois, com uma alimentação de 6 ou 9 V o circuito integrado 4093 não consegue produzir sinais muito além de 5 MHz. Assim sendo, comutamos o capacitor através de uma chave seletora e com isso temos sinais nas faixas indicadas.

Os sinais gerados são amplificados digitalmente pelas outras três portas do mesmo circuito integrado. Como as saídas dessas portas estão ligadas em paralelo, temos um sinal de boa intensidade para uso externo.

A intensidade desse sinal é controlada por um segundo potenciômetro. Esse sinal de saída tem uma amplitude igual à tensão usada na alimentação do circuito.

Para isolar a componente DC do sinal existe o capacitor C_2 na saída, que, dependendo da aplicação, pode ser eliminado.

A alimentação do circuito pode ser feita por tensões de 6 a 9 V, provenientes de pilhas ou bateria. Como o consumo é muito baixo, a durabilidade dessas fontes de energia será bastante grande.

Montagem

Na **figura 1** temos o diagrama completo do gerador de áudio ou gerador de sinais retangulares.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 2**.

A chave seletora de frequências é de 1 polo x 3 posições. Pode ser aproveitada uma chave de onda de um rádio antigo de três faixas.

Uma outra possibilidade consiste em se usar um par de bornes externos onde o capacitor para a faixa desejada será conectado manualmente, conforme ilustra a **figura 3**.

Neste caso, pode-se até incluir um quarto capacitor para uma faixa de muito baixas frequências de 0,01 a 1 Hz.

O conjunto pode ser instalado numa pequena caixa plástica, veja a **figura 4**.

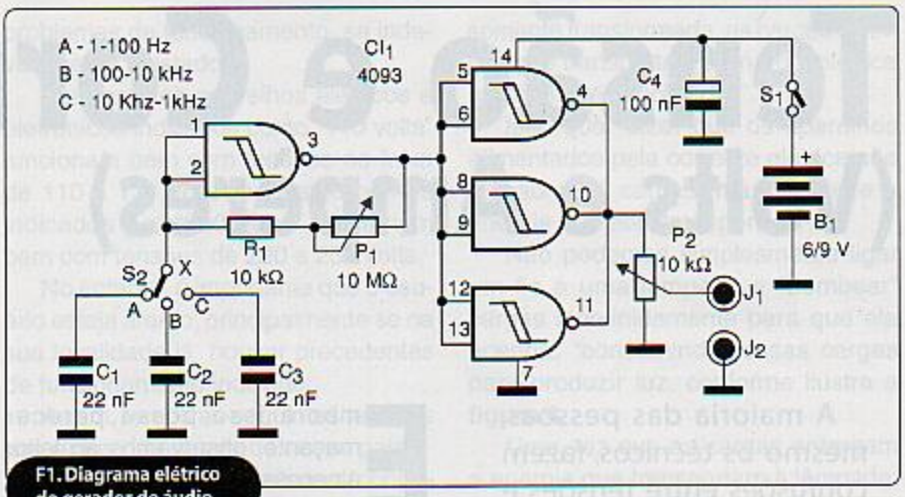
Para a conexão do circuito externo ou de pontas de prova podem ser usados bornes ou ainda um jaque.

Se o leitor possuir um frequencímetro pode calibrar as escalas do potenciômetro P_1. Lembramos apenas que a precisão das demais faixas depende muito da tolerância dos capacitores usados e capacitores comuns possuem tolerâncias que chegam aos 20%.

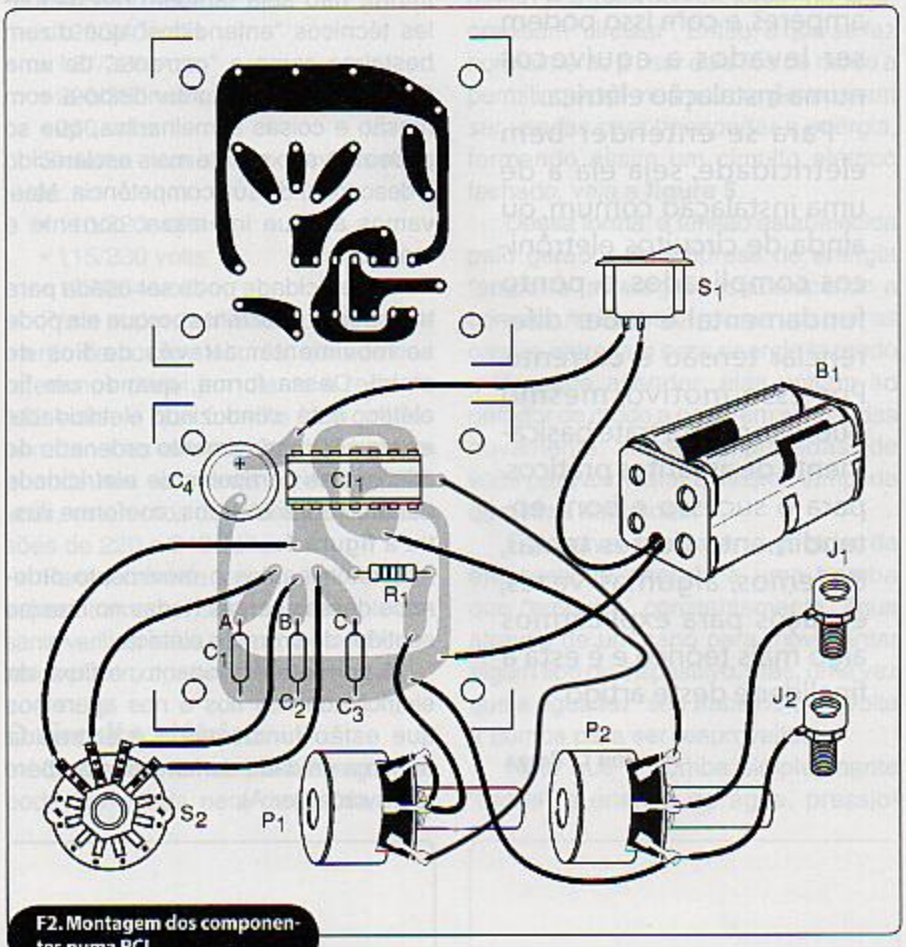
Prova e Uso

Basta ligar a saída do gerador à entrada de um amplificador de áudio, ou mesmo à antena de um rádio AM ligado fora de estação. Atuando sobre os controles do gerador de sinais devemos ouvir no amplificador ou no receptor sua presença.

Para usar, basta aplicar os sinais nos circuitos em teste, ajustando sua frequência e sua intensidade conforme a aplicação.



F1. Diagrama elétrico do gerador de áudio



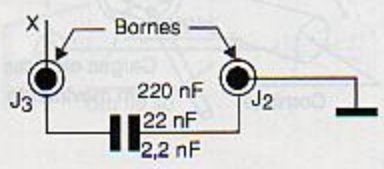
F2. Montagem dos componentes numa PCI

Lista de Materiais

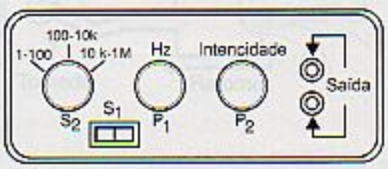
- CI_1 – 4093 – Circuito integrado CMOS
- P_1 – 1 M Ω – potenciômetro lin
- P_2 – 10 k Ω – potenciômetro log
- R_1 – 10 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
- C_1 – 220 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- C_2 – 22 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- C_3 – 2,2 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
- C_4 – 100 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
- S_1 – Interruptor simples
- S_2 – Chave de 1 polo x 3 posições
- B_1 – 6 ou 9 V – 4 pilhas ou bateria
- J_1, J_2 – Bornes isolados vermelho e preto

Diversos:

Placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou conector de bateria, caixa (patola – www.patola.com.br), botões para os potenciômetros, fios, solda, etc.



F3. Par de bornes p/ colocar o capacitor adequado



F4. Painel frontal para a caixa do gerador de áudio

Tensão e Corrente (Volts e Ampères)

A maioria das pessoas, mesmo os técnicos, fazem confusões entre tensões e correntes, misturando volts e ampères, e com isso podem ser levados a equívocos numa instalação elétrica.

Para se entender bem eletricidade, seja ela a de uma instalação comum, ou ainda de circuitos eletrônicos complicados, o ponto fundamental é saber diferenciar tensão e corrente. Por esse motivo, mesmo que esta revista trate basicamente de assuntos práticos, para o sucesso e bom entendimento desses temas, cedemos, algumas vezes, espaços para explicarmos algo mais teórico e é esta a finalidade deste artigo

Newton C. Braga

Embora isso possa parecer maçante, observamos ao leitor a necessidade de entender bem as próximas linhas para que, no futuro, não seja também um daqueles técnicos "entendidos" que dizem besteiras como a "corrente" de uma tomada é 110 V, confundindo-a com tensão e coisas semelhantes, que só podem levar o cliente mais esclarecido a desconfiar de sua competência. Mas, vamos ao que interessa: corrente e tensão.

A eletricidade pode ser usada para transportar a corrente porque ela pode se movimentar através de fios de metal. Dessa forma, quando um fio elétrico está conduzindo eletricidade, existe nele o movimento ordenado de minúsculas partículas de eletricidade denominadas elétrons, conforme ilustra a **figura 1**.

Denominamos o movimento ordenado dessas cargas (todas no mesmo sentido) de corrente elétrica.

A corrente é, portanto, o fluxo da eletricidade nos fios e nos aparelhos que estão funcionando e é medida em uma unidade denominada *ampère* (abreviada por A).

Assim, não existe a tal "corrente" de 110 volts!

Uma corrente, para se estabelecer por um fio, precisa de uma força externa, ou seja, de algum tipo de ação (externa) que "empurre" as cargas.

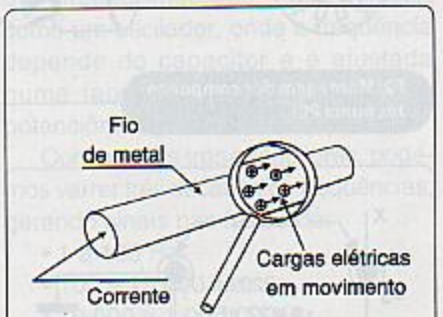
Essa pressão ou força externa é denominada "tensão elétrica" e é medida em volts (abreviado por V).

Desse modo, a tensão é a "CAUSA" da corrente; a corrente é o EFEITO. Sem uma não pode haver a outra.

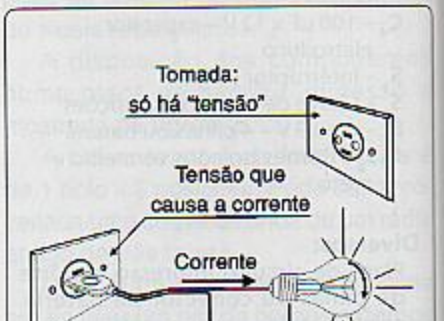
Observe, entretanto, que podemos estabelecer uma tensão num fio elétrico, mas sem circular corrente alguma: na ponta do fio, a tensão se manifesta e "fica à espera" de que alguma coisa seja ligada para que a corrente possa passar.

É o que acontece nas tomadas de força de sua casa: nelas pode existir uma tensão elétrica de 110 volts ou 220 volts, mas sem corrente alguma.

A corrente só existirá no momento que "ligarmos" a essa tomada alguma coisa, por exemplo, uma lâmpada, conforme mostra a **figura 2**.



F1. Fio elétrico conduzindo eletricidade



F2. Aparecimento da corrente ao ligarmos a lâmpada

Perceba, então, que uma tensão maior significa uma "pressão" maior para a corrente. É por esse motivo que, se ligarmos uma lâmpada que foi projetada para funcionar com uma tensão de 110 V numa tomada de 220 V, ela queimará: a "pressão elétrica" será demais, fazendo passar uma corrente maior do que ela é capaz de suportar.

Da mesma forma, se ligarmos uma lâmpada de 220 V numa tomada em que tenhamos só 110 V, ela não irá queimar, mas a "pressão elétrica" será insuficiente para produzir a corrente desejada, e a lâmpada acenderá com brilho reduzido (bem fraca!).

Esse mesmo raciocínio é válido para outros aparelhos que sejam ligados em tomadas de 110 V e 220 V, conforme a tensão para a qual tenham sido fabricados, ou para a qual tenham sido ajustados (muitos aparelhos possuem "chavinhas" que permitem programá-los para funcionar em 110 V, 115 V, 127 V ou 220V - observe sempre essas chavinhas antes de ligar qualquer um a uma tomada, e certifique-se sempre do valor da tensão que vai encontrar na tomada que irá utilizar).

As tensões de nossas redes de energia

Para consumo doméstico podemos encontrar diversos valores de tensões nas redes brasileiras. Essas tensões dependem do sistema de fornecimento, se ele é trifásico de 3 ou 4 condutores, ou se ele é monofásico de 3 condutores, conforme indica a **figura 3.**

Essas diferenças trazem algumas confusões e podem levar equipamentos mais sensíveis a apresentarem problemas de funcionamento, se indevidamente ajustados.

Em geral, os aparelhos elétricos e eletrônicos indicados como "110 volts" funcionam bem com tensões na faixa de 110 a 127 volts, enquanto que os indicados por "220 volts" funcionam bem com tensões de 220 a 254 volts.

No entanto, é importante que o usuário esteja atento, principalmente se na sua localidade já houver precedentes de funcionamento indevido.

Assim, temos as seguintes tensões nas redes de energia de nosso país:

Sistema trifásico de 3 ou 4 condutores:

- 115/230 volts
- 120/240 volts
- 127/220 volts
- 220/380 volts
- 220 volts

Sistema monofásico de 3 condutores:

- 110/220 volts
- 115/230 volts
- 127/254 volts

Para maior facilidade de entendimento de nossos leitores, quando nos referirmos daqui por diante à rede de 110 volts, o que for dito será válido para tensões entre 110 e 127 volts, e quando nos referirmos à rede de 220 volts, estaremos considerando as tensões de 220 a 240 volts.

Para o caso da tensão de 240 volts, especificamente, será sempre interessante verificar se os equipamentos alimentados podem operar com essa tensão.

O circuito elétrico

Da mesma forma que a energia não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada, as cargas elétricas que transportam a energia elétrica precisam ser "recicladas".

Isso quer dizer que os aparelhos alimentados pela corrente elétrica não "consomem" cargas, mas somente a energia que elas transportam.

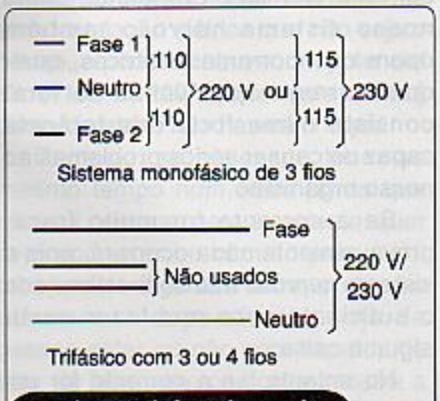
Não podemos simplesmente ligar um fio a uma lâmpada e "bombear" cargas indefinidamente para que ela acenda, "consumindo" essas cargas para produzir luz, conforme ilustra a **figura 4.**

Uma vez que as cargas entregam a energia que transportam à lâmpada, elas precisam continuar com seu movimento e ir para algum lugar, ou seja, precisam "circular". Então, o que se faz normalmente é usar dois fios de modo a permitir que as mesmas cargas possam ser usadas para transportar a energia, formando assim um circuito elétrico fechado, veja a **figura 5.**

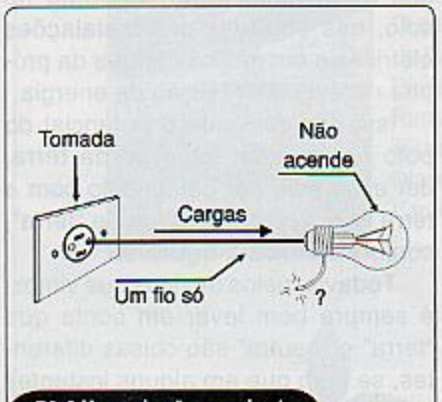
Dessa forma, a tensão estabelecida pelo gerador da empresa de energia "empurra" as cargas, estabelecendo a corrente na lâmpada, e uma vez que as cargas entregam essa energia fazendo a lâmpada acender, elas voltam ao gerador de modo a poderem ser usadas novamente, sendo "empurradas" de volta para alimentar a mesma lâmpada ou outras lâmpadas.

É possível comparar o gerador da empresa de energia a uma bomba que "empurra" constantemente água através de um cano para movimentar algum tipo de dispositivo, mas, uma vez que a água fez "seu trabalho", ela volta à bomba para ser reaproveitada.

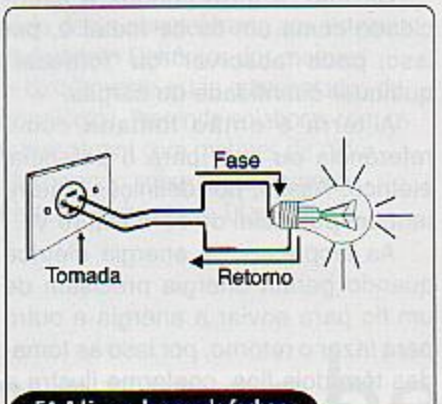
Note que a bomba simplesmente "repõe" a energia na água, pressio-



F3. Sistemas de fornecimento de energia p/ consuo doméstico



F4. A lâmpada não acende c/ um fio só



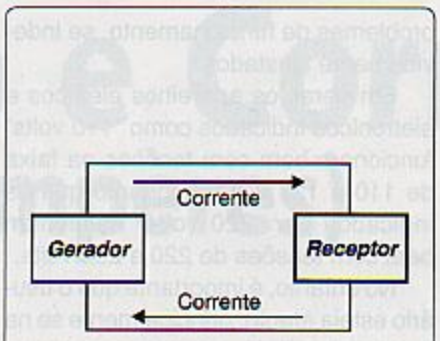
F4. A lâmpada acende fechando-se o circuito com 2 fios

nando. O mesmo acontece com o gerador que "repõe" a energia às cargas, que voltam a circular pelos fios.

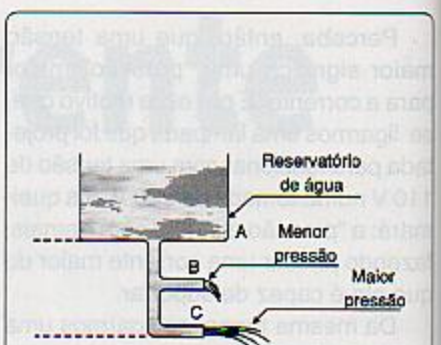
Tudo isso significa que, para que a energia elétrica possa ser usada, deve haver um percurso completo entre a tomada de energia que está ligada ao gerador e o aparelho alimentado, observe a **figura 6**.

Esse caminho fechado ou percurso fechado para a corrente é denominado "circuito elétrico".

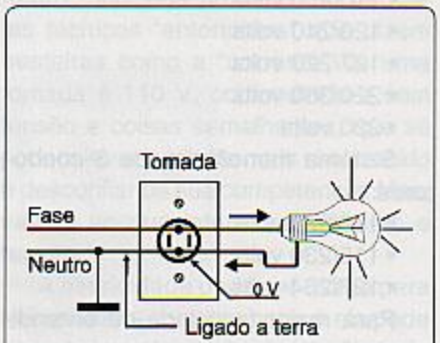
É por esse motivo que sempre precisamos de DOIS fios para alimentar qualquer aparelho elétrico: um serve para "enviar" a energia e outro para fazer o retorno.



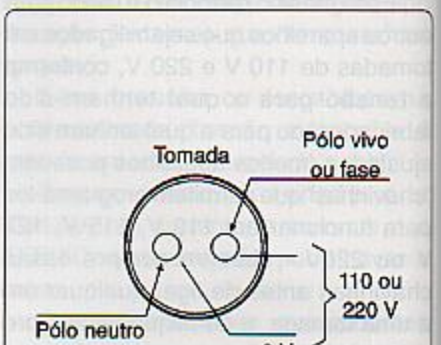
F6. Percurso completo entre o gerador e o receptor



F7. Comparação das pressões entre os pontos A, B e C



F8. As tomadas têm dois fios



F9. Polo neutro ligado ao terra das instalações

Terra e Neutro

Da mesma forma que só podemos falar na pressão da água num reservatório em relação a um nível de referência, só podemos falar na "pressão elétrica" em relação a uma tensão de referência.

Desse modo, conforme mostra a **figura 7**, entre os pontos A e B do reservatório há uma diferença de pressão ou potencial hidráulico menor do que a que existe entre os pontos A e C.

Para a represa a referência é o seu nível mais baixo, ou ainda pode ser considerado como o nível do mar. Esse nível pode ser interpretado como "zero" de pressões e a partir dele serão medidas todas as outras pressões.

Para a eletricidade o nível "zero" de tensão, ou seja, de "potencial elétrico", é um corpo para o qual todas as cargas podem se escoar quando pressionadas: a terra.

De fato, a terra conduz a eletricidade como um fio de metal e, por isso, pode "absorver" ou "fornecer" qualquer quantidade de cargas.

A terra é então tomada como referência ou zero para o potencial elétrico. Assim, por definição a terra tem um potencial de zero volt (0 V).

As empresas de energia elétrica quando geram energia precisam de um fio para enviar a energia e outro para fazer o retorno, por isso as tomadas têm dois fios, conforme ilustra a **figura 8**. O fio de retorno é denominado neutro, pois ele é aproveitado como um retorno comum para muitos circuitos.

Entretanto, de modo a ter algumas comodidades nas instalações, as empresas de energia costumam ligar esse fio de retorno ou neutro à terra, isso por meio de barras de metal que são enterradas profundamente no solo, nas entradas das instalações elétricas e em muitos lugares da própria rede de distribuição de energia.

Isso faz com que o potencial do polo neutro seja igual ao da terra, daí esse polo ser confundido com a terra e às vezes chamado de "terra", conforme indica a **figura 9**.

Todavia, pelos motivos que vimos, é sempre bom levar em conta que "terra" e "neutro" são coisas diferentes, se bem que em alguns instantes coincidam.

Tudo isso faz com que no outro polo possamos ter potenciais em relação à terra ou diferenças de potenciais diferentes, que podem ser 110 V ou 220 V, conforme o caso.

O choque elétrico

O corpo humano pode conduzir a corrente elétrica. Entretanto, como nosso sistema nervoso também opera com correntes elétricas, qualquer corrente que "venha de fora" consiste numa forte interferência capaz de causar sérios problemas ao nosso organismo.

Se a corrente for muito fraca, provavelmente nada ocorrerá, pois o sistema nervoso não será estimulado o suficiente para nos fazer sentir alguma coisa.

No entanto, se a corrente for um pouco mais forte, o sistema nervoso

já poderá ser estimulado e, então, poderemos ter algum tipo de sensação como, por exemplo, um "formigamento". Se a corrente for mais forte ainda, o estímulo já proporcionará a sensação desagradável do choque e até de dor.

Finalmente, uma corrente muito forte, além de poder paralisar órgãos importantes como o coração, pode ainda danificar as células, "queimando-as", pois correntes intensas quando encontram certa resistência geram calor.

A **tabela 1** nos mostra as diversas faixas de correntes e os efeitos que causam sobre o organismo humano.

Uma crença que deve ser examinada com muito cuidado, uma vez que muitas pessoas a aceitam como definitiva, é a de que usando sapatos de borracha não se leva choque, e portanto pode-se mexer à vontade em instalações elétricas. Nada mais errado!

Conforme já observamos antes, uma corrente elétrica só pode circular entre dois pontos, ou seja, é preciso haver um ponto com potencial mais alto e um ponto de retorno ou potencial mais baixo.

A terra é um ponto de retorno, pois conforme vimos, as empresas de energia a usam para ligar o polo neutro. Isso quer dizer que, se a pessoa estiver isolada da terra (usando um sapato com sola de borracha, ou estando sobre um tapete de borracha ou outro material isolante) um primeiro percurso para a corrente é eliminado, vide **figura 10**.

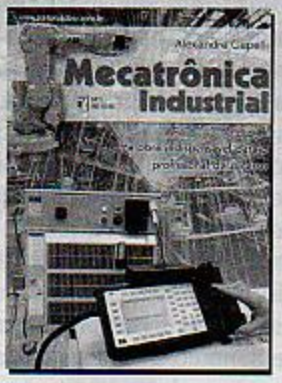
Isso significa que, se uma pessoa, nessas condições, tocar num ponto de uma instalação elétrica que não seja o neutro, e portanto houver um potencial alto (110 V ou 220 V), a corrente não terá como circular e não haverá choque.

Contudo, se a pessoa tocar ao mesmo tempo num outro ponto que ofereça percurso para a corrente, quer seja por estar no circuito para isso, ou por estar ligado à terra, o choque ocorrerá, independentemente da pessoa estar ou não com sapatos de sola de borracha, conforme mostra a **figura 11**.

Sensores Industriais
Fundamentos e Aplicações



Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo.



Mecatrônica Industrial

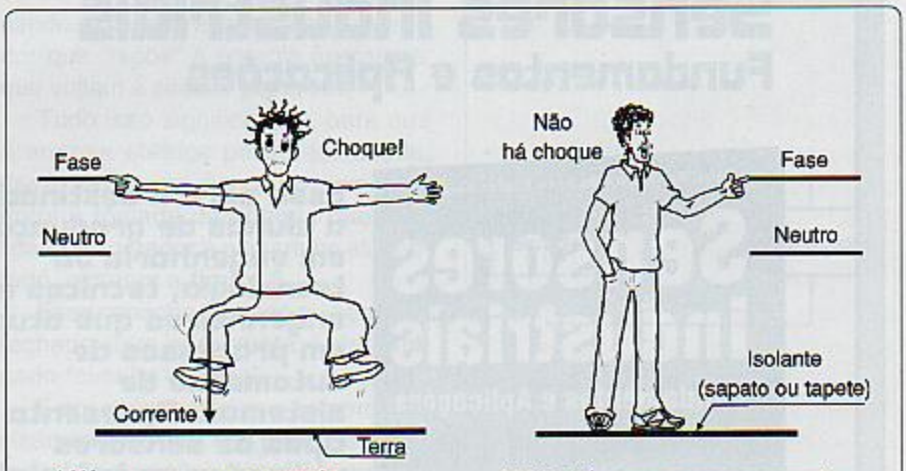
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



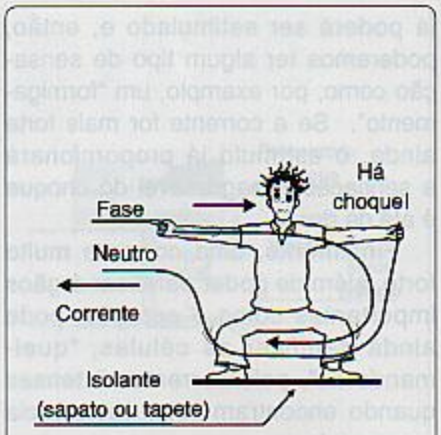
Injeção eletrônica de motores diesel

O conteúdo dessa obra refere-se aos sistemas de Gerenciamento Eletrônico dos motores Diesel, e basicamente estão apresentados de forma cronológica. Pretende colaborar com os Técnicos que atuam com motores de ciclo Diesel, discorrendo sobre funcionamento, Características, Regulagens, Diagnósticos.

novasaber
www.novasaber.com.br



F10. A pessoa pode(ou não) levar um choque



F11. Certamente a pessoa leva um choque!

É por isso que uma norma de segurança no trabalho com eletricidade é a de sempre se tocar apenas num ponto do circuito em que se está trabalhando, caso exista o perigo dele estar ligado. Nunca segurar dois fios, um em cada mão! Nunca apoiar uma mão em local em contato com a terra enquanto se trabalha com a outra!

Um fato interessante que pode ter sido notado pelos leitores, é que as pessoas podem sentir choques de maneiras diferentes.

Quem já não viu eletricistas calejados que seguram nas pontas de fios para saber se a tensão é 110 V ou 220 V?

O que acontece é que não é o fato da tensão ser 110 volts ou 220 volts que vai provocar a morte pelo choque, mas sim a intensidade da corrente que circula pela pessoa, conforme a tabela 1 que explicamos anteriormente.

Assim, 220 volts é mais perigoso do que 110 volts no sentido de que, para um mesmo circuito (que tenha determinada resistência) os 220 volts podem forçar a circulação de uma corrente mais intensa!

A intensidade da corrente que irá circular pelo corpo de uma pessoa dependerá justamente de como essa pessoa pode conduzir a eletricidade, e existem diferenças de indivíduo para indivíduo.

Diversos são os fatores que vão influir nessa "capacidade" que a pessoa tem de conduzir a corrente elétrica como:

Espessura da pele

Uma pele mais grossa é mais isolante que uma pele fina. Por esse motivo, os eletricistas "calejados" que possuem a pele dos dedos bem mais grossa (e suja!) quase não sentem choques, pois a intensidade da corrente que pode passar por ela é muito pequena.

Umidade

Uma pele molhada se torna excelente condutora de eletricidade, principalmente se for molhada de suor que, pela presença de sal, é mais condutora ainda.

Isso torna o choque nas condições de um banho extremamente perigoso, uma vez que as correntes podem ser dezenas de vezes maiores do que em condições normais.

Presença de cortes

Um corte coloca a parte "molhada" de nosso corpo que é formada pelo fluido sanguíneo e outros fluidos internos em contato direto com a eletricidade. Essa parte é um excelente condutor de corrente, aumentando em muito a sua intensidade em caso de choque.

Exposição de partes sensíveis

Um choque nos dedos, onde a pele é mais grossa, certamente será devido a uma corrente de muito menor intensidade do que se ele ocorrer numa parte mais sensível com pele mais fina ou úmida. Segurar um fio na boca pode ser terrivelmente perigoso para um técnico desavisado.

Existem normas de segurança para se trabalhar em instalações elétricas com o mínimo de perigo de choques, mas o correto é sempre DESLIGAR TUDO antes de mexer em qualquer ponto da instalação! T

100 µA a 1 mA	limiar da sensação
1 mA a 5 mA	formigamento
5 mA a 10 mA	sensação desagradável
10 mA a 20 mA	pânico, sensação muito desagradável
20 mA a 30 mA	paralisia muscular
30 mA a 50 mA	a respiração é afetada
50 mA a 100 mA	dificuldade extrema em respirar, ocorre a fibrilação ventricular
100 mA a 200 mA	morte
200 mA	ocorrem queimaduras severas

T1. Intensidades da corrente e seus efeitos

Três Osciladores para o projetista

Newton C. Braga

Os osciladores são circuitos importantes para muitos projetos. Se bem que seja relativamente simples conseguir configurações para as mais diversas aplicações, muitos leitores preferem partir de circuitos prontos, ganhando com isso um tempo precioso para seus projetos. Neste artigo damos algumas configurações de osciladores que podem ser de grande utilidade para os nossos leitores

Gerador de alta frequência econômico

Osciladores de altas frequências podem ser necessários em diversos tipos de aplicações industriais e de consumo como, por exemplo, em instrumentação, bancada de testes e ajustes, etc. Também são importantes os osciladores desse tipo para reparar aparelhos de rádio (AM ou FM), *receivers*, sintonizadores, intercomunicadores, e outros.

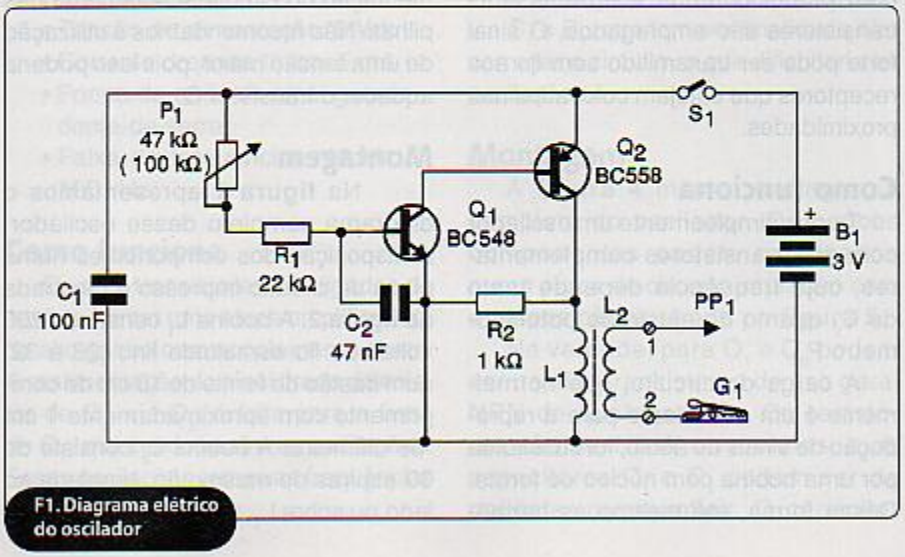
Um gerador de sinais capaz de produzir sinais de altas frequências com boa intensidade é indispensável. O aparelho que descrevemos neste artigo produz um sinal de boa intensidade em uma ampla faixa de frequências e é modulado com um tom de áudio, o que facilita bastante sua utilização que exige sinais desse tipo.

Se o leitor ainda não tem um gerador de sinais de pequeno porte ou mesmo um injetor de sinais, não pode perder esta oportunidade para contar, a partir de agora, com a ajuda desse tipo de equipamento. Por outro lado, se precisar de um circuito estável para geração de altas frequências, essa configuração pode ser de grande utilidade.

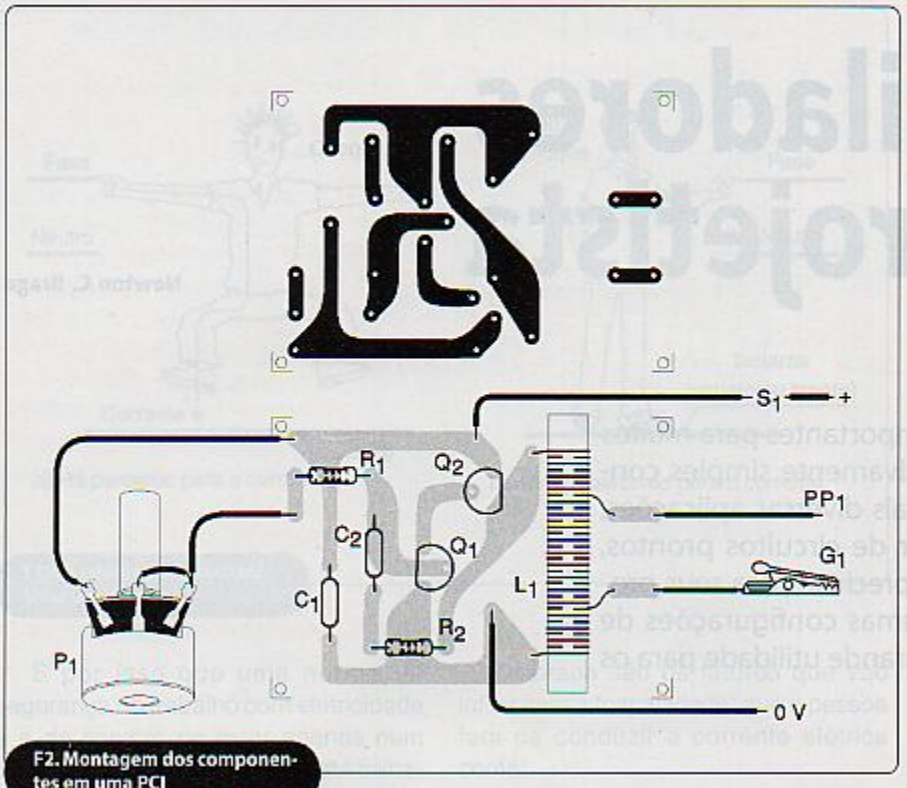
Um processo simples, rápido e eficiente para encontrar defeitos em receptores de rádio AM e FM, intercomunicadores e outros equipamentos de comunicação, é aplicando na sua entrada um sinal de RF. Pela maneira como esse sinal é reproduzido no alto-falante (ou fone) podemos localizar os estágios defeituosos. Esse mesmo sinal também pode ser útil para a realização de ajustes nas diversas etapas de equipamentos do mesmo tipo, levando-os a um melhor desempenho.

Em muitos artigos temos explicado como proceder para utilizar o injetor de sinais que, em princípio, é o mesmo procedimento usado para o caso de um pequeno gerador de sinais, o que quer dizer que o leitor tem várias referências sobre o assunto.

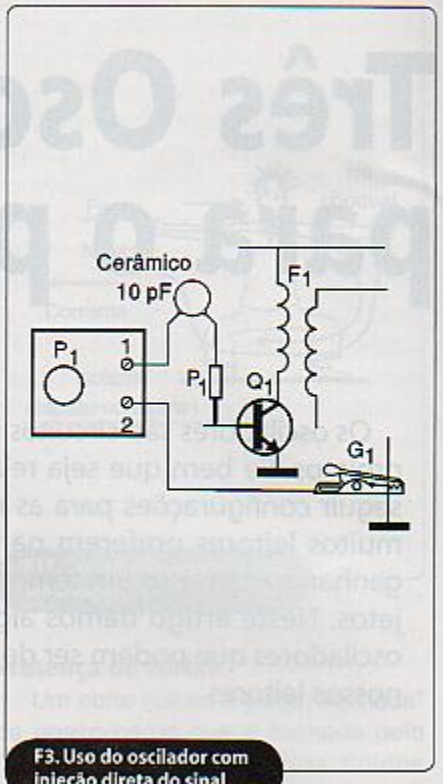
O importante para o leitor, agora, é ter seu pequeno gerador na versão econômica que apresentamos neste artigo, ou usar a configuração básica de oscilador de alta frequência para outras aplicações.



F1. Diagrama elétrico do oscilador



F2. Montagem dos componentes em uma PCI



F3. Uso do oscilador com injeção direta do sinal

O circuito apresentado é basicamente um gerador de áudio, mas que tem por carga uma bobina sintonizada em uma frequência elevada, ou ainda um choque de RF que permite que as harmônicas de altas frequências do sinal gerado passem para os aparelhos externos em teste. Essas frequências podem atingir valores que, inclusive, permitem sua utilização com equipamentos de ondas curtas, VHF ou mesmo FM.

A alimentação do circuito é feita com pilhas comuns e apenas dois transistores são empregados. O sinal forte pode ser transmitido sem fio aos receptores que estejam colocados nas proximidades.

Como funciona

Temos simplesmente um oscilador com dois transistores complementares, cuja frequência depende tanto de C_2 quanto do ajuste do potenciômetro P_1.

A carga do circuito, que normalmente é um alto-falante para a reprodução de sinais de áudio, foi subsituída por uma bobina com núcleo de ferrite. Dessa forma, até mesmo as harmônicas de altas frequências dos sinais gerados aparecem com intensidade na saída.

Se quisermos um acoplamento melhor com a ligação direta do gerador ao circuito em prova, podemos fazer isso através de um enrolamento adicional colocado sobre a bobina de carga. Nesse enrolamento ligaremos uma ponta de prova e uma garra-jacaré.

O capacitor C_2 que determina a frequência do oscilador, pode ter seu valor alterado numa ampla faixa. A alimentação do circuito é feita com duas pilhas. Não recomendamos a utilização de uma tensão maior, pois isso poderia aquecer o transistor Q_2.

Montagem

Na **figura 1** apresentamos o diagrama completo desse oscilador. A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 2**. A bobina L_1 consta de 200 voltas de fio esmaltado fino (28 a 32) num bastão de ferrite de 10 cm de comprimento com aproximadamente 1 cm de diâmetro. A bobina L_2 consiste de 30 espiras do mesmo fio, enrolada ao lado,ou sobre L_1. Os transistores admitem equivalentes, e os resistores são de 1/8 W com 5% ou mais de tolerância. Os capacitores podem ser de poliéster ou cerâmicos. Para a alimentação podem ser usadas duas pilhas pequenas em suporte apropriado.

Prova e uso

Para provar a unidade basta ligar S_1 e aproximar o aparelho de um rádio de ondas médias ligado a meio volume numa frequência livre. O sinal será ajustado em P_1 e deverá ser captado com facilidade.

Para usar o aparelho com diversos tipos de receptores que cubram desde a faixa de ondas médias até a faixa de VHF e que tenham boa sensibilidade, a injeção pode ser feita pela simples aproximação.

Para receptores menos sensíveis ou que estejam muito descalibrados, a injeção deve ser direta, feita da maneira mostrada na **figura 3**.

A garra deve ser ligada do lado negativo da alimentação e se não houver antena, o polo vivo (PP1) deve ser ligado à entrada das etapas através de um capacitor de 10 a 100 pF, cerâmico.

Lista de Materiais - 1

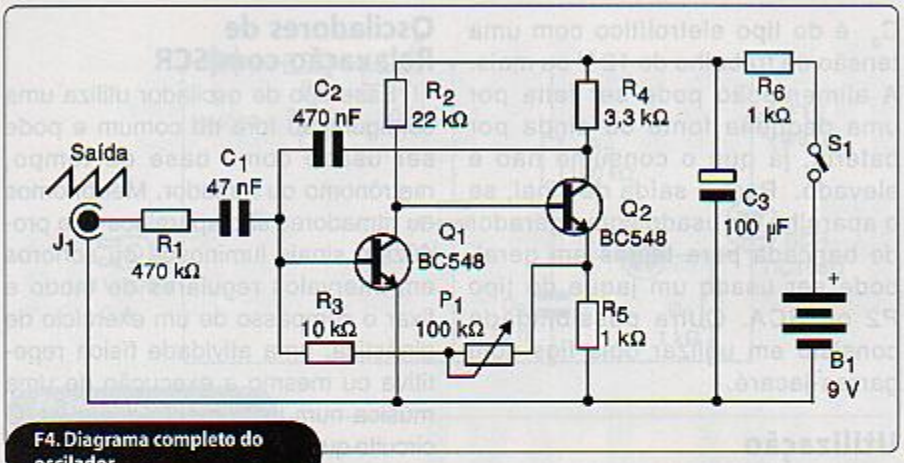
Semicondutores:
- Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
- Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
- R_1 - 22 k # - vermelho, vermelho, laranja
- R_2 - 1 k # - marrom, preto, vermelho
- P1 - 47 k # ou 100 k ohms - potenciômetro

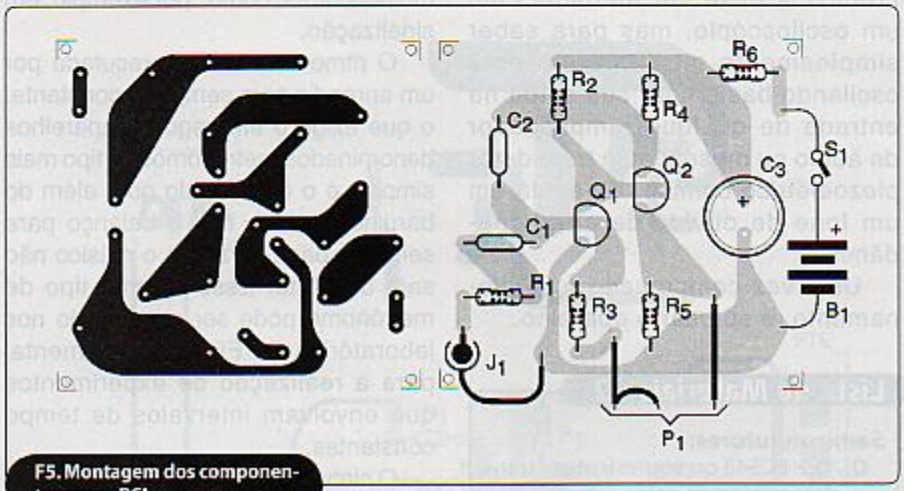
Capacitores:
- C_1 - 100 nF - cerâmico ou poliéster
- C_2 - 47 nF - cerâmico ou poliéster

Diversos:
- L_1, L_2 - bobinas - ver texto
- S_1 - Interruptor simples
- B_1 - 3V - 2 pilhas pequenas
- PP_1 - Ponta de prova vermelha
- G_1 - Garra jacaré

Placa de circuito impresso, suporte para duas pilhas, caixa para montagem, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.



F4. Diagrama completo do oscilador



F5. Montagem dos componentes numa PCI.

As etapas devem ser ajustadas segundo procedimentos indicados nos manuais dos fabricantes dos receptores.

Oscilador dente-de-serra

Os sinais cuja forma de onda é do tipo dente-de-serra, são gerados, geralmente, por osciladores de relaxação com transistores unijunção, PUTs (transistores programáveis unijunção), SCRs ou outros dispositivos semicondutores menos comuns. O circuito que abordamos nesse artigo opera com transistores comuns e sua frequência pode ser ajustada numa ampla faixa de valores.

O circuito que descrevemos pode servir de base de tempo para um osciloscópio de baixa frequência, como gerador de tom para instrumentos musicais ou mesmo em conversores A/D usados em instrumentos digitais de medida.

Sua principal característica está no fato de usar transistores comuns e por isso não ser crítico, e ser de fácil montagem.

A frequência dos sinais gerados depende do capacitor C_2 e é ajustada numa ampla faixa de valores por P_1. Para os valores desses componentes indicados no diagrama, a frequência pode ser ajustada entre algumas dezenas de hertz até aproximadamente 10 kHz.

Alterações do capacitor C_2 podem mudar essa faixa de operação.

Características:
- Tensão de alimentação: 9 Vdc
- Corrente drenada típica: 5 mA
- Forma de onda do sinal gerado: dente-de-serra
- Faixa de frequências: 10 Hz a 100 kHz.

Como funciona

Os dois transistores são ligados de modo a formar uma etapa amplificadora de alto ganho com acoplamento direto. A realimentação do sinal tirado do coletor de Q_2, via C_2, é feita para a base de Q_1, mantendo assim as oscilações. Essas oscilações tem suas frequências ajustadas por P_1.

Obtemos, então, na base de Q_1 sinais cuja forma de onda é do tipo dente-de-serra e, ao mesmo tempo, no coletor de Q_2, sinais retangulares, devido à comutação rápida desse segundo transistor.

O sinal pode ser retirado do circuito via C_1 e R_1, que tem por finalidade não carregar o circuito, o que dificultaria as oscilações.

Montagem

A **figura 4** mostra o diagrama completo do oscilador. Os poucos componentes podem ser fixados numa placa de circuito impresso com a disposição ilustrada na **figura 5**.

Na verdade, para Q_1 e Q_2 podem ser usados transistores de uso geral NPN de qualquer tipo. Os resistores são de 1/8 W ou maiores, e os capacitores C_1 e C_2 podem ser de poliéster ou styroflex. O capacitor ▶

C_3 é do tipo eletrolítico com uma tensão de trabalho de 12 V ou mais. A alimentação pode ser feita por uma pequena fonte ou ainda por bateria, já que o consumo não é elevado. Para a saída de sinal, se o aparelho for usado como gerador de bancada para testes em geral, pode ser usado um jaque do tipo P2 ou RCA. Outra possibilidade consiste em utilizar dois fios com garras-jacaré.

Utilização

A verificação da forma de onda produzida deve ser efetuada com um osciloscópio, mas para saber simplesmente se o circuito está oscilando basta ligar sua saída na entrada de qualquer amplificador de áudio ou mesmo num transdutor piezoelétrico comum, ou ainda em um fone de ouvido de alta impedância.

Uma vez comprovado o funcionamento, é só usar o aparelho.

Lista de Materiais - 2

Semicondutores:

Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalentes - transistores de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)

R_1 - 470 kΩ - amarelo, violeta, amarelo
R_2 - 22 kΩ - vermelho, vermelho, laranja
R_3 - 10 kΩ - marrom, preto, laranja
R_4 - 3,3 kΩ - laranja, laranja, vermelho
R_5, R_6 - 1 kΩ - marrom, preto, vermelho
P_1 - 100 kΩ - potenciômetro (ou trim-pot)

Capacitores:

C_1 - 47 nF (473 ou 0,047) – cerâmico ou poliéster
C_2 - 470 nF (474 ou 0,47) - cerâmico ou poliéster
C_3 - 100 µF/12V - eletrolítico

Diversos:

J_1 - jaque RCA
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 9 V - bateria ou fonte

Placa de circuito impresso, caixa para montagem, conector de bateria, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

Osciladores de Relaxação com SCR

Esse tipo de oscilador utiliza uma configuração fora do comum e pode ser usado como base de tempo, metrônomo ou ritmador. Metrônomos ou ritmadores são aparelhos que produzem sinais luminosos ou sonoros em intervalos regulares de modo a fixar o compasso de um exercício de ginástica, uma atividade física repetitiva ou mesmo a execução de uma música num instrumento qualquer. O circuito que propomos pode ser empregado com as finalidades sugeridas e muitas outras, como, por exemplo, em sinalização.

O ritmo da música executada por um aprendiz nem sempre é constante, o que exige o emprego de aparelhos denominados metrônomos. O tipo mais simples é o de pêndulo que, além do barulho (tic-tac), tem o balanço para servir de base para que o músico não saia do ritmo. Esse mesmo tipo de metrônomo pode ser encontrado nos laboratórios de Física Experimental para a realização de experimentos que envolvam intervalos de tempo constantes.

O circuito que apesentamos produz apenas o som, e com bom volume, servindo para estudantes de música, para o laboratório de Física e também para ginástica.

Nesse aparelho temos um oscilador de relaxação diferente, com base numa lâmpada néon e num SCR, que produzem pulsos (estalos) de boa intensidade num alto-falante. A faixa de frequências vai de fração de hertz até alguns hertz.

O aparelho é alimentado diretamente pela rede de energia de 110 V ou 220 V e tem excelente rendimento, levando-se em conta o pequeno número de componentes usados.

O leitor dispõe das seguintes possibilidades de uso para esse aparelho:

- Acompanhamento de música
- Fixação de ritmo para exercícios de ginástica ou dança
- Limitação de tempo por contagem de pulsos
- Experiências de Física.

Características:

- Tensão de alimentação: 110/220 VCA
- Consumo: 1 W (aprox.)
- Potência dos pulsos: 4 W (pico)
- Faixa de frequências: 0,05 a 10 Hz.

Como funciona

A tensão da rede de energia é retificada, servindo para carregar lentamente através de R_1 e P_1, o capacitor C_1. A carga desse capacitor determina a energia ou a potência do pulso sonoro a ser produzido.

Quando a tensão no capacitor atinge aproximadamente 80 V, que é a tensão de disparo da lâmpada néon, ao mesmo tempo, através de R_2 atinge o mesmo valor a tensão no capacitor C_2. Isso ocorre porque a constante de tempo de R_2 e C_2 é bem menor do que a do circuito formado por P_1, R_1 e C_1.

Com essa tensão, a lâmpada néon dispara e, com isso, a condução de uma corrente para a comporta do SCR.

O resultado final é que, com a condução do SCR, o capacitor C_1 é colocado praticamente em curto através do alto-falante. A descarga consequente é um pulso único de curta duração e grande intensidade, que produz um som no alto-falante.

Com a descarga do capacitor o SCR desliga e, novamente, o capacitor C_1 se descarrega até ser atingida outra vez a tensão de disparo da lâmpada néon e portanto do SCR.

A frequência é dada basicamente pelo velocidade com que C_1 se carrega, logo pode ser ajustada em P_1. Capacitores maiores para C_1 produzem pulsos mais intensos, mas existe um limite para esse valor, pois uma corrente muito alta na descarga pode danificar o SCR e o alto-falante.

Capacitores de até uns 20 µF com tensões de trabalho de pelo menos 150 V podem ser experimentados.

Montagem

Na **figura 6** temos o diagrama completo do metrônomo.

Como são usados poucos componentes, pode ser utilizada uma pequena placa de circuito impresso para a montagem. Assim, temos a disposição dos

componentes nessa placa mostrada na **figura 7**.

O resistor R_1 deve ser de 1 W e os demais são de 1/8 W ou maiores. O capacitor C_1 pode ser de poliéster ou um eletrolítico de 1 a 10 µF com tensão mínima de trabalho de 150 V. O capacitor C_2 deve ser de poliéster com pelo menos 150 V de tensão de trabalho.

Para a rede de 110 V pode ser usado o SCR TIC106B e para a rede de 220 V recomenda-se o TIC106D. A lâmpada néon e o potenciômetro são de tipos comuns.

Para o diodo D_1 temos o 1N4004 (ou 1N4007) se a rede for de 110V, mas se for de 220 V deve ser usado somente o 1N4007. O alto-falante é de 4 ou 8 ohms com pelo menos 10 cm de diâmetro.

Prova e uso

Um ponto importante a ser observado neste projeto é que sua alimentação é feita diretamente pela rede de energia e por isso seu circuito está submetido a tensões elevadas, capazes de causar choques perigosos.

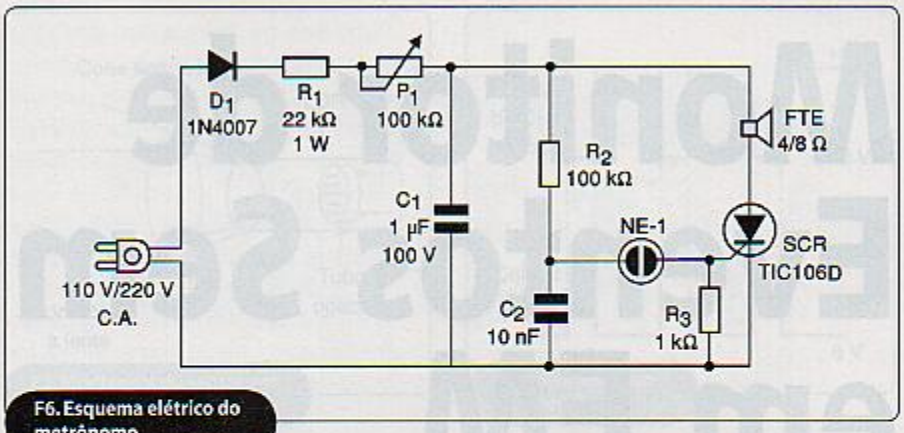
Portanto, ao testá-lo, o leitor deve tomar todas as precauções em relação a isso e, na montagem, deve isolar ou fechar na caixa todas as partes que possam causar choques pelo contato.

Ligando o aparelho na rede de alimentação e ajustando-se P_1 devemos ter piscadas da lâmpada néon e, ao mesmo tempo, a emissão de estalos ritmados pelo alto-falante.

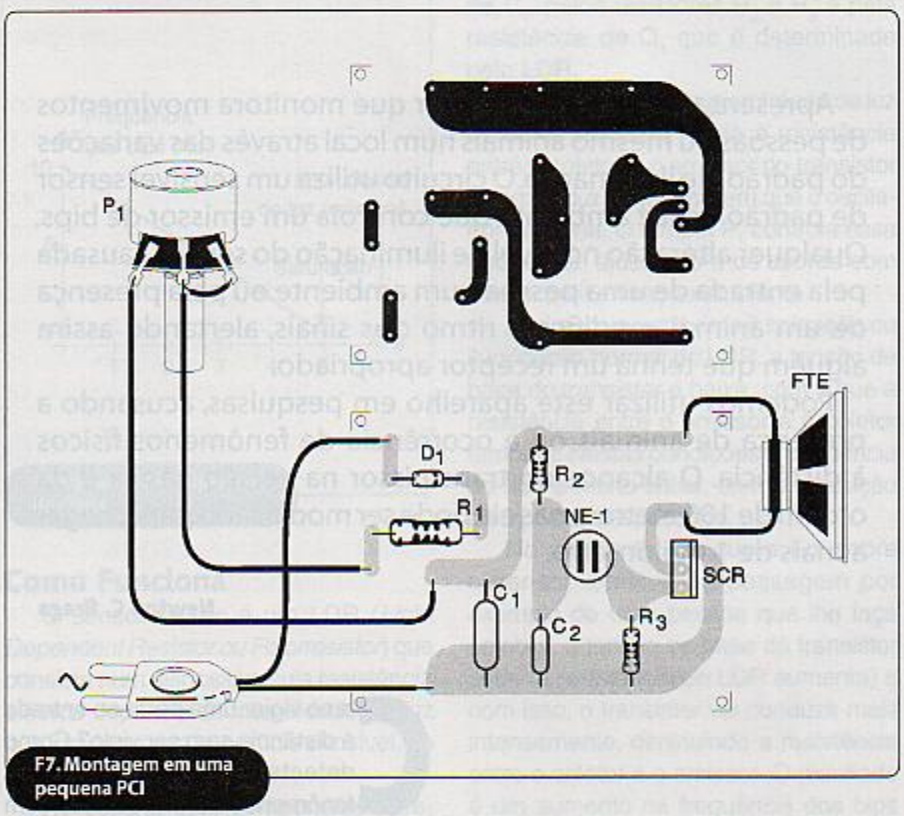
Se a lâmpada piscar, mas não houver a emissão de som, verifique a continuidade da bobina do alto-falante e o estado do SCR. Se as piscadas forem muito rápidas e não houver som, o problema pode estar em C_1.

Comprovado o funcionamento, o montador pode adaptar uma escala ao botão de P_1 que pode ser calibrada em termos de batidas por minutos ou mesmo em hertz. Depois disso, é só fechar o aparelho definitivamente em uma caixa plástica ou de madeira, e usá-lo. A lâmpada néon pode ficar em lugar visível para se obter também um ritmo visual.

Para frequências mais baixas, aumente P_1 para 1 Mohms e C_1 para 2,2 ou mesmo 4,7 µF.



F6. Esquema elétrico do metrônomo



F7. Montagem em uma pequena PCI

Lista de Materiais - 3

Semicondutores:

SCR - TIC106B (110V) ou TIC106D (220V) - diodo controlado de silício

D_1 - 1N4004 ou 1N4007 - diodo - ver texto

Resistores:

R_1 - 22kΩ 1W - vermelho, vermelho, laranja

R_2 - 100 kΩ x 1/8 W - marrom, preto, amarelo

R_3 - 10 kΩ x 1/8 W - marrom, preto, laranja

P_1 - 100kΩ - potenciômetro

Capacitores:

C_1 - 1 µF x 150V - poliéster ou eletrolítico

C_2 - 10 nF (103 ou 0,01) - capacitor de poliéster

Diversos:

NE-1 - lâmpada néon comum

FTE - 4 ou 8Ω x 10 cm - alto-falante comum

Placa de circuito impresso, cabo de alimentação, caixa para montagem, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

Monitor de Eventos Sem Fio em FM

Apresentamos um transmissor que monitora movimentos de pessoas ou mesmo animais num local através das variações do padrão de iluminação. O circuito utiliza um sensível sensor de padrão de luz ambiente que controla um emissor de bips. Qualquer alteração no nível de iluminação do sensor, causada pela entrada de uma pessoa num ambiente ou pela presença de um animal, modifica o ritmo dos sinais, alertando assim alguém que tenha um receptor apropriado.

Podemos utilizar este aparelho em pesquisas, acusando a presença de animais ou a ocorrência de fenômenos físicos à distância. O alcance do transmissor na versão básica é da ordem de 100 metros, mas ele pode ser modificado para chegar a mais de 1 quilômetro.

Newton C. Braga

Como vigiar uma porta ou entrada à distância sem ser visto? Como detectar a ocorrência de um fenômeno físico ou químico sem estar no local? A solução está em um transmissor monitor de eventos, que envie algum tipo de sinal quando ocorrer o fenômeno que desejamos detectar.

Na aplicação básica usamos um sensor de luz, que permite detectar a presença ou movimentação de pessoas pela alteração do padrão de iluminação do ambiente onde se encontra.

Esta mesma versão pode ser utilizada na detecção de fenômenos químicos, por exemplo, os que turvem uma solução ou ainda de algum tipo de fenômeno que altere a posição de um objeto ou diminua a luminosidade de uma lâmpada, conforme sugere a **figura 1**.

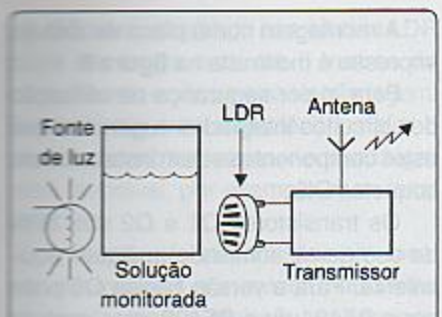
Esses fenômenos poderão ser monitorados usando um simples rádio de FM, sem a necessidade portanto de fios de ligação.

O agente secreto ou o detetive particular poderão usar este circuito para saber quando alguém entra ou sai de um local, ficando assim resguardado de uma descoberta de sua presença. O pesquisador pode acompanhar uma experiência num local enquanto trabalha noutro.

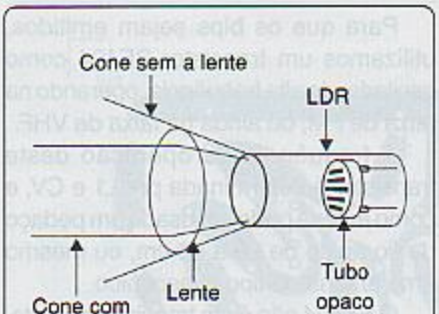
O lojista pode ser avisado, na sala do fundo - para onde leva seu receptor de FM - quando algum cliente entra na loja.

O princípio de operação do aparelho é simples, sendo mostrado na **figura 2**.

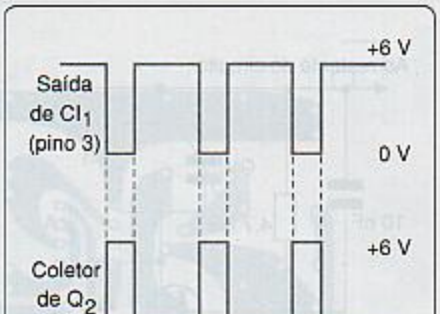
Um sensor de luz controla um transmissor que produz bips, os quais são irradiados para um receptor comum de FM a uma certa distância.



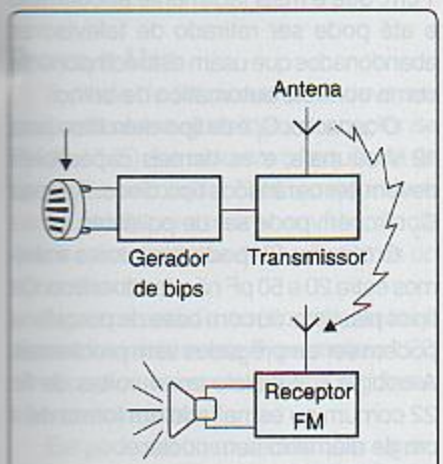
F1. Aplicação do monitor com sensor de luz.



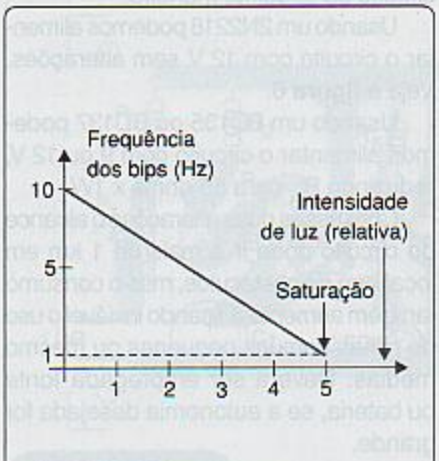
F3. Montagem do sensor em tubo opaco com uma lente.



F5. Pulso negativo na saída de CI_1.



F2. Princípio e operação do monitor de eventos sem fio.



F4. Variação da frequência dos bips.

Qualquer alteração do padrão de iluminação ambiente é captada pelo sensor que então atua sobre o transmissor, alterando o ritmo dos bips emitidos. Quem estiver perto do receptor perceberá isso imediatamente.

A frequência e o intervalo entre os bips são ajustados de modo a tornar a monitoração agradável, sem o problema de um som penetrante demais, ou que perturbe o ouvinte encarregado do trabalho de monitoração dos eventos.

O circuito básico tem as seguintes características:

- Tensão de alimentação: 6 V (4 pilhas);
- Alcance: 50 metros (ou mais) – 1 quilômetro usando o transistor BD135 – depende das condições locais;
- Faixa de frequências de operação: 80 a 120 MHz;
- Tipo de sensor da versão básica: LDR (para luz).

Como Funciona

O sensor usado é um LDR (*Light Dependent Resistor ou Fotorresistor*) que consiste num dispositivo cuja resistência elétrica depende da intensidade de luz que incide na sua superfície sensível, de sulfeto de cádmio.

No escuro, este componente apresenta uma resistência extremamente elevada, da ordem de milhões de ohms. No entanto, esta resistência cai à medida que ele vai sendo iluminado, chegando a poucas centenas de ohms à luz do dia.

Esse sensor, normalmente encontrado na forma redonda, pode ser montado num tubinho opaco com uma lente (ou sem lente) para se obter maior sensibilidade e diretividade, conforme ilustra a **figura 3.**

O LDR é ligado à base de um transistor de modo a controlar a frequência de operação de um circuito integrado 555, na configuração de multivibrador astável.

Neste circuito, a frequência dos pulsos produzidos é dada pelo valor de C_1, pelos resistores R_2 e R_3 e pela resistência de Q_1 que é determinada pelo LDR.

Assim, conforme a quantidade de luz incidente no LDR, muda a resistência entre o coletor e o emissor do transistor e com isso a frequência em que o oscilador funciona. O trimpot P_1 controla essa frequência, ajustando-a de acordo com o nível de iluminação ambiente.

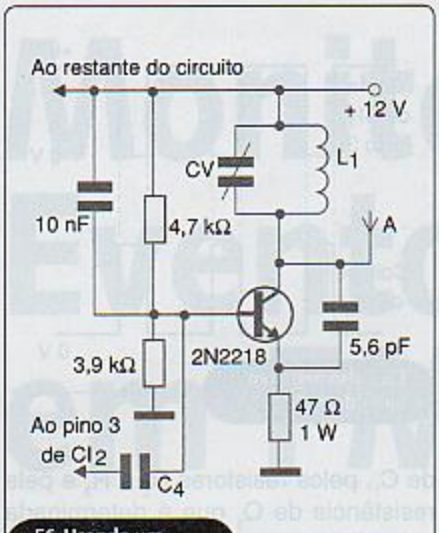
Assim, com a máxima iluminação ou iluminação normal do LDR, a tensão de base do transistor é baixa, com o que a resistência entre o emissor e o coletor também. Nestas condições a frequência do 555 é muito baixa, com a produção de bips bem espaçados.

No momento em que a luz sobre o sensor diminui, na passagem por exemplo de uma pessoa que lhe faça sombra, a tensão na base do transistor sobe (a resistência do LDR aumenta) e com isso, o transistor vai conduzir mais intensamente, diminuindo a resistência entre o coletor e o emissor. O resultado é um aumento na frequência dos bips produzidos pelo 555.

Na **figura 4** temos um gráfico onde podemos observar que a frequência dos bips pode variar numa proporção de quase 10 para 1 entre o ponto de menor e maior iluminação do sensor.

Um LED ligado na saída de CI_1 permite observar se o circuito está funcionando e, inclusive, fazer o ajuste do ponto de início das oscilações caso seja esta a maneira de operar desejada.

O sinal obtido na saída de CI_1 não é realmente um bip, mas sim um pulso negativo de curta duração. Este pulso tem sua polaridade invertida para poder controlar um oscilador de áudio (CI_2) que



F6. Usando um transistor 2N 2218.

consiste noutro 555, conforme indicação dada na **figura 5**.

A frequência do tom que este oscilador produz, e portanto do bip, é dada basicamente por C_2. No entanto, podemos alterá-la sensivelmente se, em lugar do resistor fixo R_7, utilizarmos um trimpot de 100 k ohms em série com um resistor de 4,7 k ohms.

Na saída deste oscilador de áudio já temos os bips intervalados, que podem ser monitorados com a ligação de um transdutor piezoelétrico (cápsula cerâmica).

Para que os bips sejam emitidos, utilizamos um transistor BF494 como oscilador de alta frequência, operando na faixa de FM, ou ainda na faixa de VHF.

A frequência de operação deste transistor é determinada por L1 e CV, e como antena pode ser usado um pedaço de fio rígido de 20 a 80 cm, ou mesmo uma antena do tipo telescópico.

O BF494 não é um transistor potente, proporcionando neste transmissor um alcance da ordem de 50 metros. Para uma emissão mais potente podemos alterar o circuito da seguinte maneira:

Usando um 2N2218 podemos alimentar o circuito com 12 V sem alterações. Veja a **figura 6**.

Usando um BD135 ou BD137 podemos alimentar o circuito com 9 ou 12 V, reduzindo R_{11} para 56 ohms x 1W.

Com essas duas alterações o alcance do circuito pode ir a mais de 1 km em local livre de obstáculos, mas o consumo também aumentará ficando inviável o uso de pilhas comuns pequenas ou mesmo médias. Deverá ser empregada fonte ou bateria, se a autonomia desejada for grande.

Montagem

Começamos por dar o diagrama completo do transmissor na **figura 7**.

A montagem numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 8**.

Para maior segurança na utilização dos circuitos integrados sugerimos que estes componentes sejam instalados em soquetes DIL.

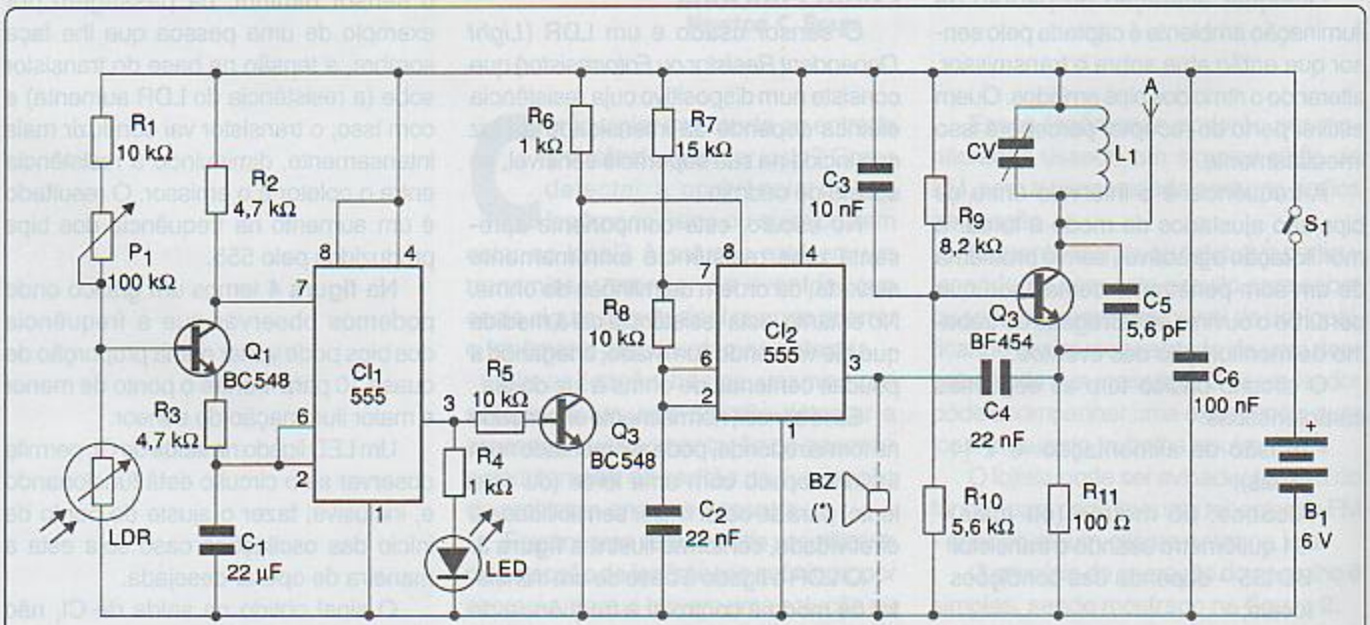
Os transistores Q1 e Q2 são NPN de uso geral, admitindo qualquer equivalente. Para a versão básica Q3 pode ser o BF494 ou o BF495, mas para as versões de maior alcance podemos usar o 2N2218 ou ainda o BD135.

O LDR pode ser do tipo redondo de 1 cm, que é mais facilmente encontrado e até pode ser retirado de televisores abandonados que usam este componente como controle automático de brilho.

O capacitor C_1 é do tipo eletrolítico para 12 V ou mais, e os demais capacitores devem ser cerâmicos tipo disco. Apenas C_2 também pode ser de poliéster.

O *trimmer* CV pode ter valores máximos entre 20 e 50 pF não sendo crítico. Os tipos plásticos ou com base de porcelana podem ser empregados sem problemas. A bobina L_1 consiste em 4 voltas de fio 22 comum ou esmaltado em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo.

O LED de monitoração do funcionamento assim como o transdutor cerâmico são opcionais. Para as pilhas deve ser usado um suporte apropriado.



F7. Diagrama elétrico do trans-

O fio de conexão do aparelho ao LDR pode ser longo com até 5 metros de comprimento e não precisa ter blindagem. Desta forma será mais fácil instalar o sistema com o transmissor em um lugar mais favorável, por exemplo, num local mais alto.

A fixação do transmissor em local alto de modo que a antena não tenha obstáculos para a emissão proporciona maior alcance.

Todo o conjunto caberá com facilidade numa pequena caixa de plástico ou madeira.

Prova e Uso

A prova de funcionamento deve ser realizada com a ajuda de um receptor de FM (ou VHF) que sintonize a frequência de operação escolhida. Este receptor deve ser ajustado para operar em frequência livre a uma distância de 3 a 5 metros do transmissor.

Ligamos então o monitor de eventos e ajustamos inicialmente P_1 para que o LED comece a piscar em intervalos regulares não muito rápidos.

Ele pode ser obscurecido com algum objeto em sua frente para esta finalidade. Um transdutor cerâmico ligado na saída do 555 deve emitir bips intervalados. Se não tiver um transdutor, ligue a entrada de um amplificador neste ponto, para esta prova.

Se o transdutor não for usado, ajuste CV até que o sinal seja captado pelo receptor. Procure sempre o sinal mais forte.

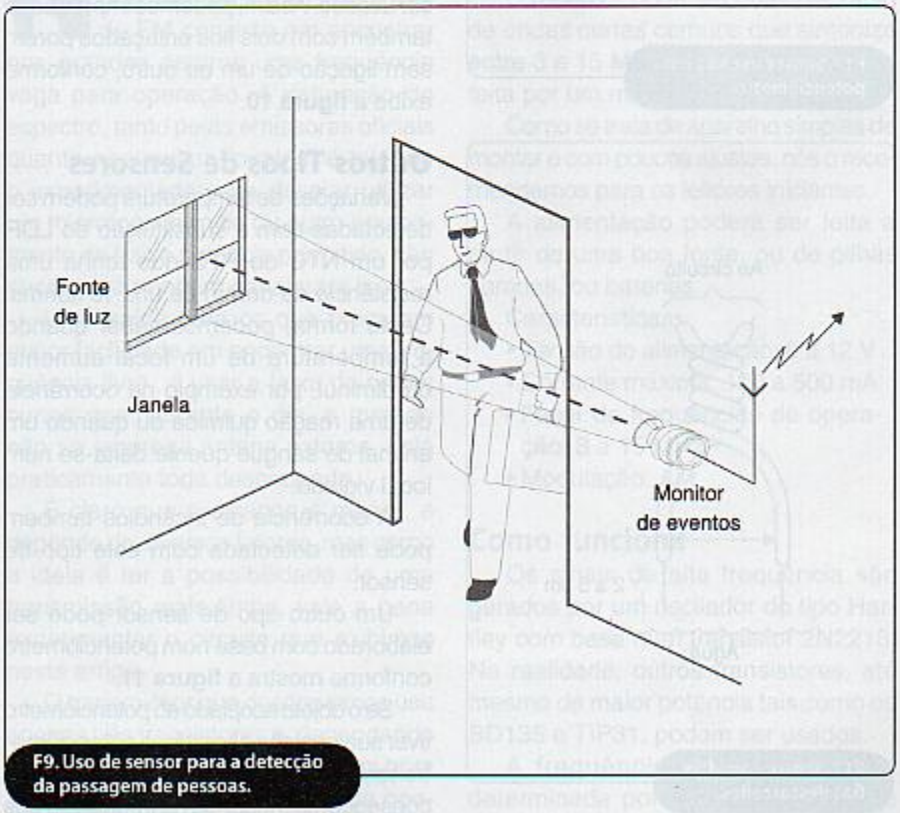
Quando encontrar o sinal, retoque sua sintonia no receptor e afaste-se de modo a verificar o alcance. Se o sinal sumir logo é porque você sintonizou uma oscilação harmônica. Refaça a sintonia até obter o maior alcance.

Comprovado o funcionamento, instale o aparelho e ajuste P_1 de modo que fiquem claras as variações dos bips com a passagem de pessoas ou com a ocorrência dos eventos que devem ser monitorados. Verifique este funcionamento passando a mão diante do sensor, de modo a lhe fazer sombra.

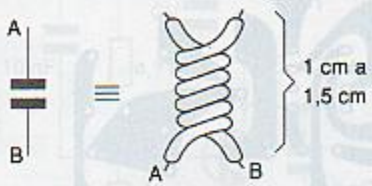
Para utilizar, o sensor deverá ficar apontado para a direção em que as variações de luz ocorrerem como evento (passagem de pessoas, por exemplo) que deverá ser detectado.



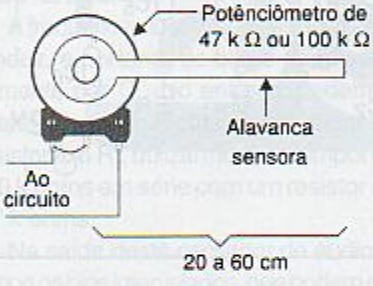
F8. Montagem do transmissor em PCI.



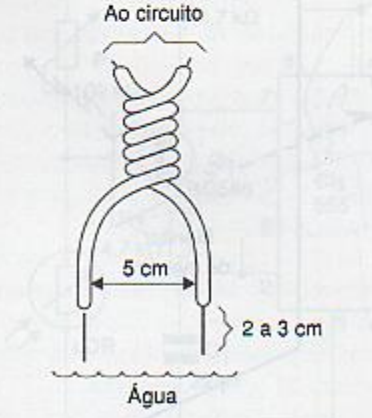
F9. Uso de sensor para a detecção da passagem de pessoas.



F10. Improvisação do capacitor C_5.



F11. Sensor usando um potenciômetro.



F12. Sensor com dois fios descascados.

Depois, é só ficar atento ao receptor. Qualquer modificação do padrão dos bips como uma súbita mudançca de velocidade indica que alguém está no local do sensor, ou está passando diante dele.

Na **figura 9** temos um exemplo de como o sensor pode ser usado numa passagem para detectar pessoas.

Veja que não é preciso usar fontes de luz, pois a própria iluminação do ambiente é suficiente para que o sensor detecte as variações causadas pela entrada de uma pessoa. É claro que, dependendo da aplicação, uma fonte de luz própria como uma pequena lâmpada, pode ser necessária.

Instalado num tubo opaco, este circuito detecta a entrada e saída de uma pessoa, podendo ser usado em lojas. Para maior diretividade e sensibilidade, o sensor poderá ser instalado num tubo com uma lente convergente.

Improvisando C_5

Tendo dificuldades para obter o capacitor cerâmico C_5, existe uma alternativa simples para fabricá-lo em casa.

Como não se trata de componente crítico, valores entre 2 pF e 6 pF podem ser usados. Assim, podemos improvisá-lo também com dois fios enlaçados porém sem ligação de um ao outro, conforme exibe a **figura 10**.

Outros Tipos de Sensores

Variações de temperatura podem ser detectadas com a substituição do LDR por um NTC ou PTC que tenha uma resistência da ordem de uns 10 kohms. Desta forma, podemos saber quando a temperatura de um local aumenta ou diminui. por exemplo na ocorrência de uma reação química ou quando um animal de sangue quente deita-se num local vigiado.

A ocorrência de incêndios também pode ser detectada com este tipo de sensor.

Um outro tipo de sensor pode ser elaborado com base num potenciômetro conforme mostra a **figura 11**.

Se o objeto acoplado ao potenciômetro tiver sua posição alterada, o potenciômetro terá sua resistência modificada, com consequente mudança na frequência dos bips emitidos. Esse tipo de sensor pode ser usado numa armadilha ecológica, por exemplo, avisando quando algum animal é capturado.

Outra possibilidade é a apresentada na **figura 12** em que o sensor é formado por dois fios descascados, detectando quando a água de um reservatório atinge determinado nível.

Lista de Materiais

Semicondutores:

CI_1, CI_2 - 555 - circuitos integrados - timer
Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalentes - transistores NPN de uso geral
Q_3 - BF494 (ou 2N2218) - transistor NPN de RF
LED - LED vermelho comum

Resistores: (1/8 W, 5%)

R_1, R_5, R_8 - 10 kΩ – marrom, preto, laranja
R_2, R_3 - 4,7 kΩ – amarelo, violeta, vermelho
R_4, R_6 - 1 kΩ – marrom, preto, vermelho
R_7 - 15 kΩ – marrom, verde, laranja
R_9 - 8,2 kΩ – cinza, vermelho, vermelho
R_{10} - 5,6 kΩ – verde, azul, vermelho
R_{11} - 100 Ω – marrom, preto, marrom
P_1 - 100 Ω – trimpot ou potenciômetro

Capacitores:

C_1 - 22 µF x 12V - eletrolítico
C_2 - 22 nF - cerâmicos ou poliéster
C_3 - 10 nF - cerâmico
C_4 - 22 nF - cerâmicos ou poliéster
C_5 - 5,6 pF - cerâmico - ver texto
C_6 - 100 nF - cerâmico
C_V - trimmer - ver texto

Diversos:

LDR - LDR redondo de 1 cm comum
BZ - transdutor cerâmico - opcional
L_1 - Bobina - ver texto
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 6 V (4 pilhas pequenas ou m,dias) ou 12 V com o 2N2218 (bateria ou fonte)

Placa de circuito impresso, suporte para pilhas, fio rígido para a antena, fios de ligação para o sensor, tubo para o LDR, caixa para montagem, etc.

Transmissor experimental de ondas curtas

Newton C. Braga

Transmissores são montagens que sempre atraem uma boa parte de nossos leitores. Se bem que os preferidos da maioria sejam aqueles que operam na faixa de FM, lembramos que o espectro é muito mais amplo e que poderão explorá-los com circuitos igualmente interessantes. Uma das faixas que poderá atrair nossos leitores é a de ondas curtas entre 3 e 15 MHz. Os receptores para ela são fáceis de obter e existe uma boa quantidade de frequências vagas para se fazer experimentos

Na verdade, um dos maiores problemas para os leitores que montam transmissores de FM consiste em encontrar nos grandes centros uma frequência vaga para operação. A saturação do espectro, tanto pelas emissoras oficiais quanto nas muitas "piratas" é tal, que o experimentador que desejar utilizar um microfone sem fio ou outro equipamento de baixa potência permitido, não encontrará nenhum canal para isso.

Uma saída para os que procuram maior facilidade em encontrar uma frequência livre , é usar a faixa de ondas curtas que, durante o dia, e quando não se emprega antena externa, está praticamente toda desocupada.

É claro que o alcance é menor, e depende de diversos fatores, mas como a ideia é ter a possibilidade de uma transmissão mais limpa, vale a pena experimentar o circuito que exibimos neste artigo.

O transmissor que descrevemos usa apenas três transistores e, dependendo da antena utilizada, poderá ter um bom alcance, o que ser facilitado pela operação em zona rural ou pela ausência de obstáculos.

O receptor pode ser qualquer rádio de ondas curtas comuns que sintonize entre 3 e 15 MHz, sendo a modulação feita por um microfone de eletreto.

Como se trata de aparelho simples de montar e com poucos ajustes, nós o recomendamos para os leitores iniciantes.

A alimentação poderá ser feita a partir de uma boa fonte, ou de pilhas comuns, ou baterias.

Características:

- Tensão de alimentação: 9 a 12 V
- Corrente máxima: 100 a 500 mA
- Faixa de frequências de operação: 3 a 15 MHz
- Modulação: AM.

Como funciona

Os sinais de alta frequência são gerados por um oscilador do tipo Hartley com base num transistor 2N2218. Na realidade, outros transistores, até mesmo de maior potência tais como os BD135 e TIP31, podem ser usados.

A frequência das oscilações é determinada por L_1 e pelo ajuste de

CV. Esse capacitor é importante, pois dependendo de seu valor, teremos a cobertura de uma faixa mais larga ou mais estreita de frequências.

Se for usado um variável de FM que, normalmente, tem uma gama de capacitâncias menor (tem menos placas), a faixa varrida será mais estreita. Já um capacitor variável de AM (com capacitância superior a 200 pF) possibilita a cobertura de uma faixa de frequências mais larga para uma única bobina.

Os resistores R_4 e R_5 polarizam a base do transistor, enquanto que R_6 polariza o emissor e determina também a potência máxima do circuito.

A modulação vem de uma etapa com dois transistores de uso geral na configuração Darlington.

A polarização dessa etapa é determinada por R_2 e R_3 e o sinal de áudio vem de um microfone de eletreto ligado via C_1 à base de Q_1.

Com a retirada de R_1 e do microfone, pode-se aplicar em C_1 a saída de um *mixer* ou de um pré-amplificador para fazer a transmissão de outros tipos de sinais.

O sinal modulado para a transmissão é obtido de L_2. Essa bobina pode ser ligada a uma antena externa por um cabo coaxial ou a uma simples haste de metal (antena telescópica).

Com um dipolo do tipo mostrado na **figura 1**, podemos obter um bom alcance para esse transmissor.

A fonte de alimentação poderá ser formada por pilhas grandes ou bateria, ou ainda ligada à rede. Entretanto, se for usada fonte ligada à rede, esta deverá ter boa filtragem para que não ocorram roncos.

Montagem

Na **figura 2** temos o diagrama completo do transmissor de ondas curtas.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é ilustrada na **figura 3**.

Para alimentação com 12 V é conveniente usar um radiador de calor em Q_3. No caso de ser empregado um BD135 ou TIP31, a fixação do radiador será facilitada.

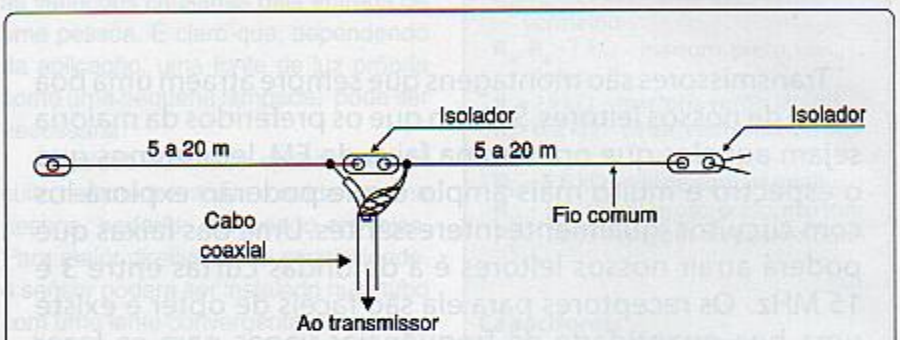
Os resistores são todos de 1/8 W com exceção de R_6, que deve ser de 1/2 W ou maior.

Os capacitores deverão ser todos cerâmicos, menos C_1 e C_4 que são eletrolíticos para 16 V ou mais.

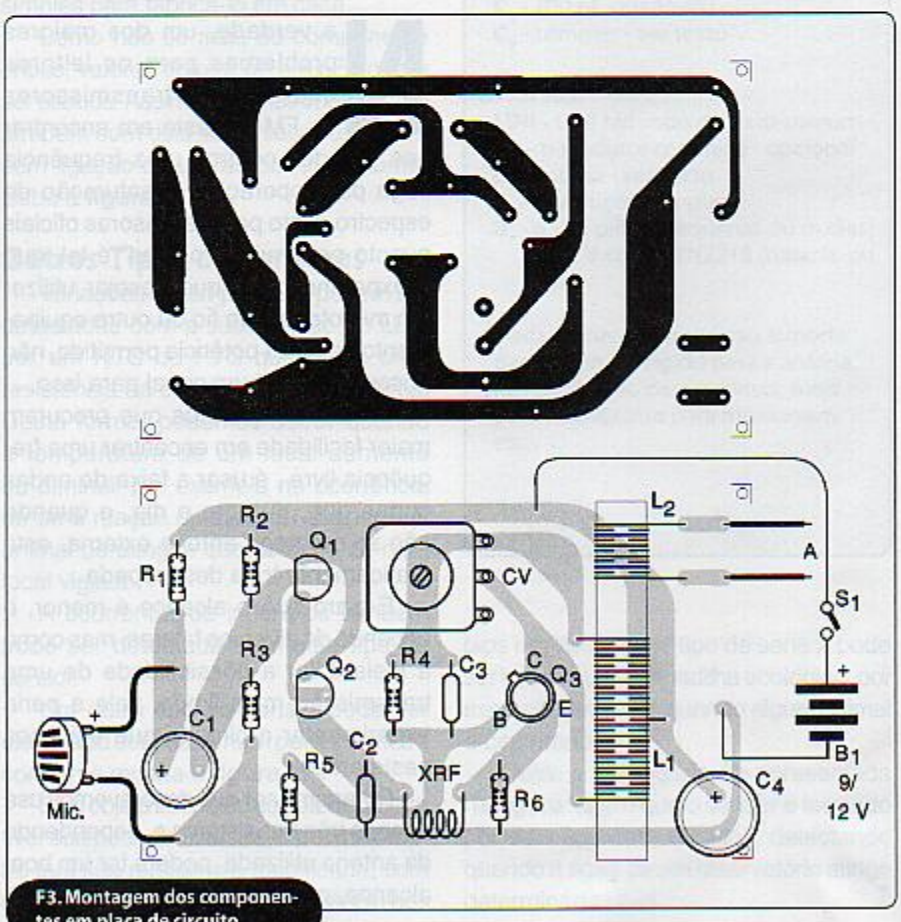
A bobina L_1 deverá ser enrolada em um bastão de ferrite de acordo com a faixa de operação. Usando fio esmaltado AWG 26 ou 28, num bastão de ferrite de aproximadamente 1 cm de diâmetro e comprimento entre 15 e 25 cm, teremos as seguintes possibilidades:

- 3 a 7 MHz = 20+20 espiras
- 7 a 15 MHz = 13+13 espiras.
- L_2 consiste de 10 espiras do mesmo fio ao lado de L_1, ou mesmo sobre L_1.

O capacitor variável CV é aproveitado de um velho rádio de ondas médias e o reator XRF é um microchoque de 500 µH. Na sua falta, esse componente poderá ser improvisado enrolando-se



F1. Dipolo usado p/ a transmissão



F3. Montagem dos componentes em placa de circuito

umas 300 voltas de fio esmaltado fino (32, por exemplo) num resistor de 100 k ohms x 1 W.

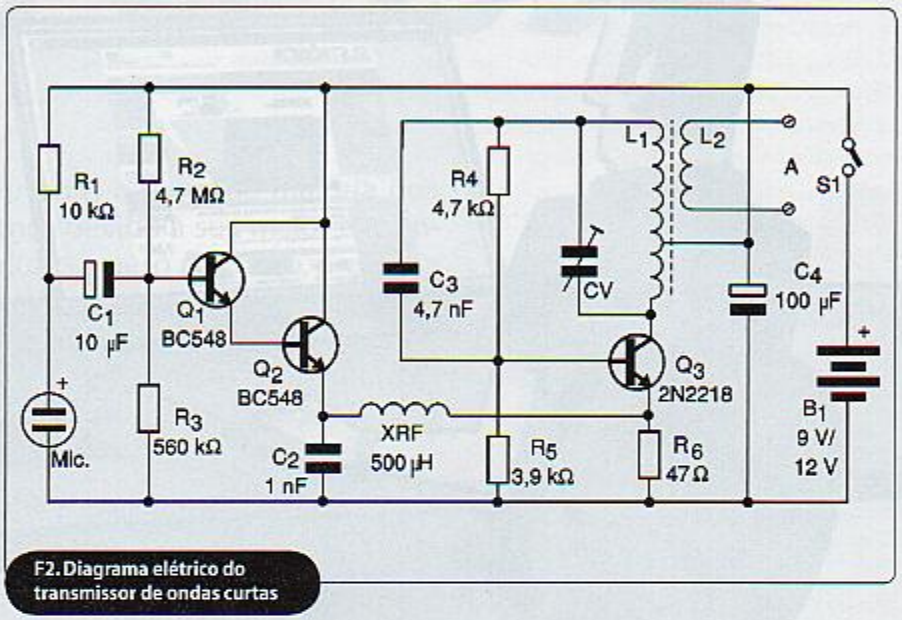
Prova de Uso

Para provar o transmissor bastará ligá-lo sem antena a uma fonte de alimentação. Nas suas proximidades, devemos sintonizar um receptor de ondas curtas de acordo com a bobina empregada. Atuando sobre CV, deveremos captar os sinais do transmissor em mais de um ponto. Temos, então, que procurar o sinal mais forte, uma vez que poderá ocorrer a captação de sinais espúrios e harmônicas, que são mais fracos.

Falando diante do microfone, deverá haver a modulação do sinal com a reprodução no receptor. Comprovado o funcionamento, poderemos fazer a instalação definitiva numa caixa e experimentar o aparelho com uma antena.

O alcance dependerá da antena, da sensibilidade do receptor e também de condições locais que possam favorecer, ou não, a propagação dos sinais. Se o som da modulação for distorcido ao se falar perto do microfone, altere o valor de R_2. Valores entre 470 kohms e 4,7 Mohms devem ser experimentados. O resistor R_3 também poderá ser alterado conforme a qualidade do som desejado.

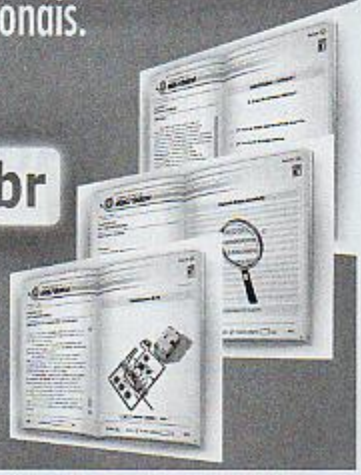
Se o som estiver muito estridente ou agudo e o leitor desejar mudá-lo para mais grave, poderá aumentar C_2. Para um som mais agudo poderá diminuir C_1. Dependendo do ganho do transistor Q_3, também poderão ser feitas alterações de valor em R_4, na faixa entre 4,7 kohms e 22 kohms no sentido de se obter o melhor desempenho (maior potência de saída). T



F2. Diagrama elétrico do transmissor de ondas curtas



Curso Básico
de Eletrônica em CD-ROM
material totalmente atualizado com mais de 1000 imagens, entre desenhos técnicos, representações de componentes e animações tridimensionais.



Compre agora pelo site:
www.novasaber.com.br

Nova Saber
(11) 2095-5330
Para maiores informações, favor acessar o site : www.editorasaber.com.br/cursobasico

Fonte Chaveada com o CI 555

As fontes chaveadas são usadas na grande maioria dos aparelhos eletrônicos modernos devido à sua maior eficiência, baixo custo, tamanho reduzido, peso reduzido, proteção contra curto-circuito, entre outras vantagens. Até aí tudo bem, nenhuma novidade. A surpresa aqui é apenas o fato de que propomos a construção de uma fonte dessas usando um CI que aparentemente não serviria para esta finalidade, o velho e conhecido 555.

Josenir Silvério da Silva

Isso mesmo, que tal parar de aplicar o 555 apenas em osciladores e partir para a construção de projetos mais sérios, dando a ele mais responsabilidade? É o que propomos.

Antes de ir diretamente ao projeto vamos fazer um pequeno resumo sobre o funcionamento das fontes chaveadas em geral, para facilitar o entendimento.

Observe na **figura 1** o esquema simplificado de uma típica fonte chaveada. Sem entrarmos em detalhes sobre a topologia, rendimento, nem definições demasiadamente técnicas, passemos à análise do seu funcionamento básico.

A tensão alternada da rede de energia é retificada pelo diodo D_1 e filtrada pelo capacitor C_1, produzindo neste ponto uma tensão contínua de aproximadamente 160 V, considerando uma tensão de entrada de aproximadamente 127 Vca. O controlador PWM gera pulsos para fazer a comutação do transistor Q_1, que por sua vez alimenta o enrolamento primário do transformador T_1.

Uma vez que o transformador é alimentado com uma tensão contínua pulsada, é induzida em seu secundário uma tensão que é retificada pelo diodo D_2 e filtrada pelo capacitor C_2. Esta já é a tensão de saída da fonte, a qual ainda não está regulada. O circuito PWM possui um oscilador com frequência fixa, mas com ciclo de trabalho variável, podendo fazer o transistor conduzir mais ou menos potência, entretanto, inicia com um ciclo de trabalho baixo e aos poucos vai aumentando, enquanto recebe uma amostra da tensão de saída através de um acoplador ótico. A partir da amostra da tensão de saída que recebe, aumenta ou diminui o ciclo ativo de chaveamento, fazendo o transistor conduzir mais ou menos. Se a tensão de saída estiver baixa, aumenta o ciclo de trabalho, se estiver alta diminui, fazendo assim a regulagem.

O transformador T_1 faz o rebaixamento de tensão e também o isolamento galvânico entre a rede de energia e a tensão de saída da fonte, e a amostra da tensão

de saída é passada ao controlador PWM através de um acoplador ótico para que não haja contato físico entre estas partes, garantindo o isolamento.

O controlador PWM é um circuito integrado dedicado para uso em fontes chaveadas, dentre os quais podemos citar como os mais populares os CIs TL494, UC3842, SG3525, KA7500, entre outros. No nosso caso, preferimos adaptar um CI 555 para esta finalidade. Obtemos um circuito simples e de fácil montagem, tornando as fontes chaveadas acessíveis a qualquer estudante ou *hobista* com mínimos conhecimentos de eletrônica, desmistificando um circuito que para muitos técnicos em reparação é visto como um "Bicho Papão".

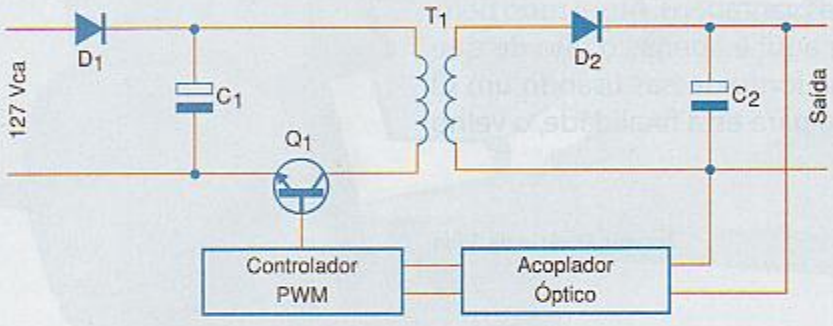
O Circuito

Agora passemos à análise do nosso circuito, que é mostrado na **figura 2**. Trata-se de uma fonte com entrada de 127 Vca e saída de 12 V x 500 mA.

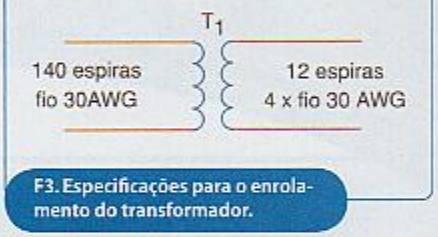
Nosso esquema está dividido em dois blocos. O primeiro, à esquerda do desenho, faz a retificação e filtragem da tensão alternada da rede de energia e fornece 160 Vcc para alimentar o chaveamento de potência, e fornece também uma tensão rebaixada de 18 V para alimentar o nosso controlador PWM.

Para quem já usou o CI 555 como oscilador, de início reconhece que ele justamente está ligado na configuração de oscilador astável. Para quem ainda não o conhece, informamos que esta é a forma mais usual de funcionamento deste CI. A novidade aqui é que usamos o pino 5 (Controle) para controlar o ciclo de trabalho deste oscilador.

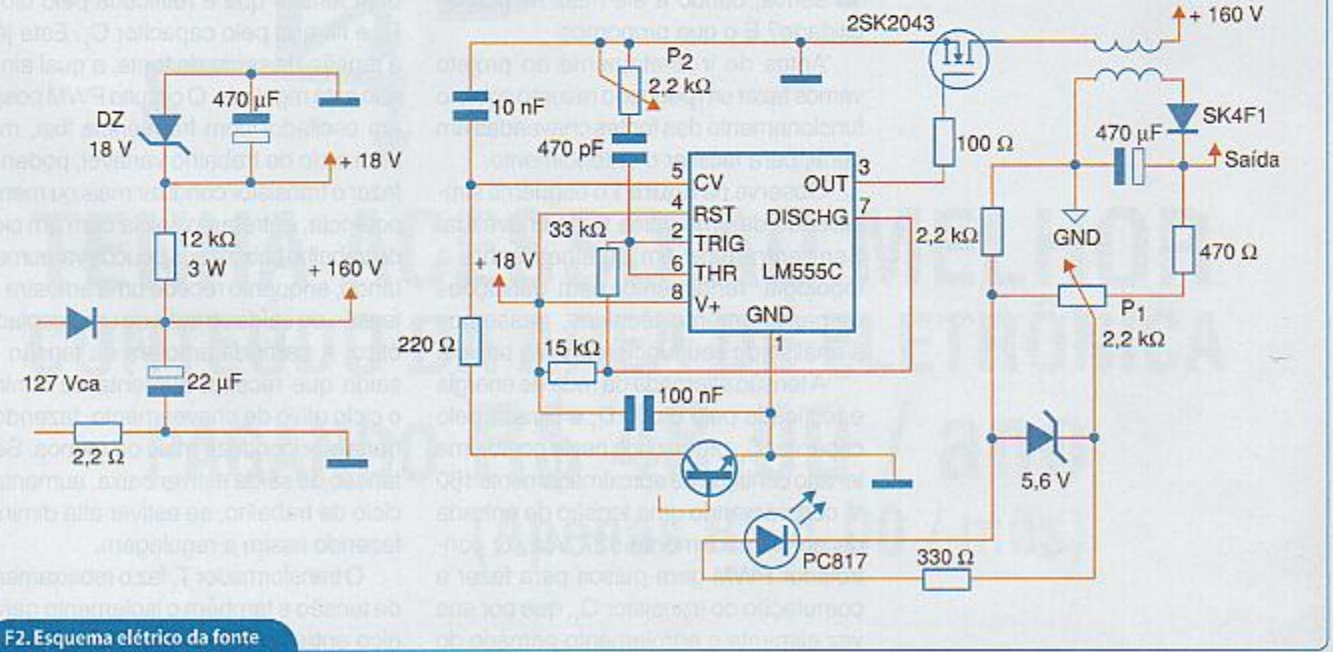
Este controle não é perfeito como em um típico CI PWM, mas serve perfeitamente para a aplicação proposta. Digo que não é perfeito porque além de alterar o ciclo ativo, altera também a frequência do oscilador, mas que no nosso caso, acaba ajudando no trabalho de controlar a condução do transistor e por conseguinte, atingindo o objetivo final.



F1. Esquema simplificado de uma fonte chaveada.



F3. Especificações para o enrolamento do transformador.



F2. Esquema elétrico da fonte chaveada com 555.

Explicando melhor: quando a alimentação é ligada, o 555 recebe a alimentação de 18 V entre os pinos 1 e 8, iniciando a oscilação numa frequência aproximada de 40 kHz e com ciclo ativo de aproximadamente 45%, fazendo então o transistor conduzir. A tensão no pino 5 neste momento é de 2/3 da tensão de alimentação (aproximadamente 10 V). Com isso já aparece uma tensão no secundário do transformador, que faz com que o acoplador ótico passe a conduzir, aterrando assim o pino 5 do CI, fazendo a tensão neste ponto cair.

A queda da tensão que ali estava faz com que o ciclo de trabalho diminua e a frequência aumente, provocando desta forma duas consequências: uma sobre o transistor, que com menor ciclo de trabalho conduz menos potência para o transformador e outra sobre o próprio transformador, que é forçado a trabalhar numa frequência mais alta do que a que foi projetado para trabalhar, perdendo rendimento. Desta forma a tensão no secundário é equilibrada.

Afora isso, temos apenas os *trimpots* P_1, que ajusta a frequência do oscilador e P_2 que ajusta o nível de realimentação, que servirão para pequenos ajustes, e que não são críticos.

Os Ferrites ao alcance de todos

Quando se fala em fonte chaveada, a primeira coisa que vem à mente é o transformador de ferrite usado na sua construção, que sempre é um componente exótico, de difícil obtenção. Logo, se precisarmos reparar uma fonte destas e por uma infelicidade o transformador estiver danificado, o que, aliás é uma raridade, imediatamente pensamos em condenar o aparelho, pois não se encontrará o mesmo para reposição. E não é somente isso, se encontramos por aí um projeto de fonte chaveada para montagem, frequentemente esbarramos no problema da construção do dito transformador. Por falta de projetos simples de fontes chaveadas e de literatura básica a respeito, formou-se uma caixa preta em volta deste tipo de projeto, pois envolve cálculos complexos e cuidados especiais para a montagem da fonte e em especial do transformador.

O que procuramos fazer aqui é um circuito bastante didático e flexível para que qualquer leitor consiga montar. Para isso a primeira preocupação foi a de que o transformador não fosse crítico, aceitando uma certa variação na sua construção, podendo o circuito se adaptar a alguma imperfeição no seu enrolamento. Deixamos os dois trimpots, P_1 e P_2, para pequenos ajustes. P_1 ajusta a frequência de modo a conseguir o melhor rendimento do transformador e P_2 ajusta o nível de realimentação, e ambos alteram ligeiramente a tensão de saída.

O Transformador

O transformador de ferrite escolhido para o nosso protótipo foi um pequeno transformador que se pode encontrar em qualquer fonte de PC da sucata. Observe que uma fonte de PC possui normalmente três transformadores de ferrite: um grande e dois pequenos. Usamos qualquer um dos dois pequenos, que são mais ou menos do mesmo tamanho (aproximadamente 19 mm x 16 mm x 16 mm).

Precisamos desmontá-lo e refazer o enrolamento. Para desmontá-lo, proceda da seguinte forma:

1) Retire a fita adesiva que envolve o ferrite;
2) Ponha-o em uma pequena panela de alumínio com um pouco de água, apenas o suficiente para cobri-lo e leve ao fogo por 5 minutos;
3) Tire-o da panela com a ajuda de dois alicates de bico e desencaixe as duas peças de ferrite em forma de E, enquanto ainda estiver quente;
4) Espere esfriar e faça a retirada do enrolamento e proceda ao novo enrolamento.

O Enrolamento do Transformador

O enrolamento é simples, conforme mostra a **figura 3**. Usaremos apenas dois enrolamentos feitos com fio esmaltado na bitola 30AWG, 140 espiras no primário e 12 espiras no secundário. Pois queremos uma tensão um pouco maior que 12 V no secundário, com uma tensão de entrada de 127 V. Observe os detalhes da construção:

1) O secundário é feito com 4 pernas do mesmo fio;
2) Deve-se enrolar primeiramente 70 espiras do primário e cobrir com um pedaço de fita durex para isolar;
3) Em seguida enrolar as 12 espiras do secundário, fazendo também isolamento com fita;
4) Por último enrolar mais 70 espiras do secundário.

É claro que, se você preferir simplesmente enrolar 140 espiras do fio 30AWG ou uma bitola próxima, e em seguida enrolar as 12 espiras de um fio mais grosso para fazer o secundário, também irá funcionar. A diferença é apenas que o enrolamento feito da forma descrita anteriormente terá melhor rendimento. Você pode até enrolar com o mesmo fio original do transformador desmontado, desde que tenha a bitola aproximada.

A Montagem

Damos a sugestão da placa de circuito impresso na **figura 4**. Todos os resistores são de 1/4 W ou 1/8 W, exceto o resistor de 12 kΩ, que deve ser de 3 W a 5 W. Não se esqueça que existe um *jumper* para ser ligado embaixo do CI, entre o pino 4 e o pino 8, antes de soldá-lo na placa.

Como se trata de circuito de alta frequência, o capacitor eletrolítico da saída de 470 µF deve ser de baixas perdas, apropriado para altas frequências, e pode ser reutilizado de uma fonte de PC. Um capacitor impróprio deve funcionar, mas apresentará aquecimento e poderá se danificar. O resistor de 2,2 ohms na entrada de 127 V não pode ser dispensado, pois funciona como fusível para o caso de algum curto-circuito.

O transistor de potência é um MOSFET, não podendo ser usado transistor bipolar. Usamos o 2SK2043 devido ao baixo custo e facilidade de aquisição, mas qualquer MOSFET com tensão de trabalho a partir de 200 V e corrente de 2 A ou mais pode ser usado, como IRF640, IRF740, entre outros.

Após a soldagem de todos os componentes faça uma última conferência de tudo, e só ligue na tomada usando uma lâmpada de série. Esta lâmpada pode ser qualquer lâmpada incandescente de 40 W a 60 W, simplesmente ligada

entre um dos fios de entrada da fonte e a tomada de energia.

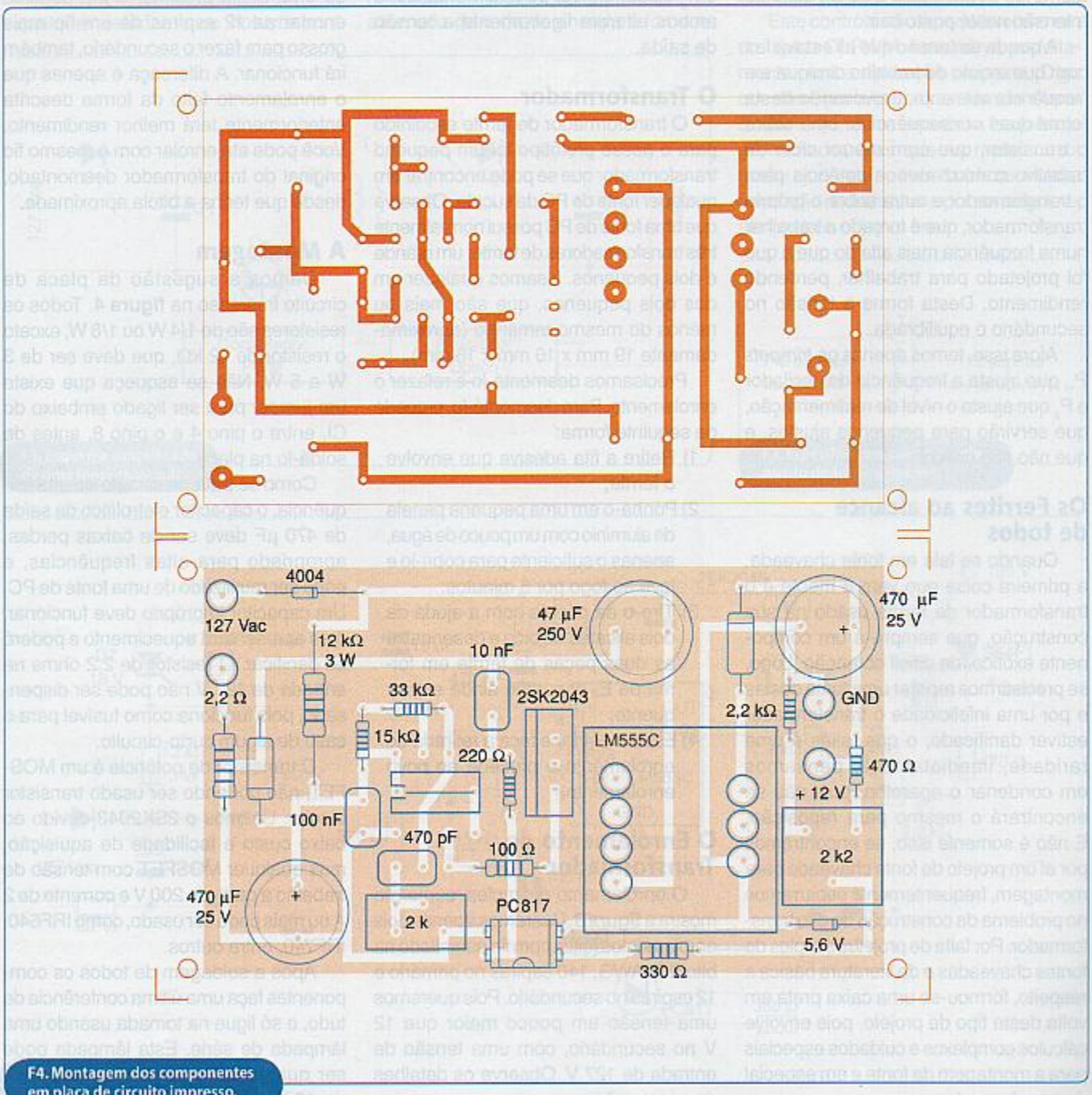
Antes de ligar proceda da seguinte forma:

1) Gire o trimpot P_2 todo para o lado do terra e P_1 todo para o lado do positivo da saída;
2) Ligue uma carga na saída, de preferência uma lâmpada de 12 V X 5 W, do tipo que se usa em pisca-pisca de moto ou um resistor de 33 Ω x 10 W;
3) Faça a medida de tensão entre os pinos 1 e 8 do 555, que deve estar entre 12 V e 18 V;
4) Ligue um multímetro na saída ajustado para a escala de até 200 Vcc.

Ajuste os trimpots de modo a obter uma tensão próxima a 12 V, observando apenas que P_1 deve estar entre o meio e o lado do positivo da saída de 12 V, para melhor funcionamento.

Conclusão

Esta fonte pode ser usada para diversas finalidades onde se exija uma fonte regulada, tais como carregadores de baterias e alimentação de aparelhos com consumo até 500 mA, e se você se aprofundar um pouco mais no assunto poderá até fazer alterações para aumentar a potência. O limite é determinado pelo seu esforço, nosso trabalho aqui é apenas abrir a sua mente para ideias simples. Até breve! T



F4. Montagem dos componentes em placa de circuito impresso.

10 projetos práticos de fontes de alimentação

As fontes de alimentação consistem em um bloco de projeto básico para uma infinidade de aplicativos. Mesmo nos equipamentos alimentados por baterias pode ser necessário aumentar (ou diminuir) a tensão através de blocos apropriados. O tipo mais comum de fonte é a linear que, a partir da tensão da rede de energia, fornece tensões contínuas que podem ir de poucos volts até milhares de volts. Encontrar uma configuração que se adapte à aplicação que estamos desenvolvendo nem sempre é simples. Assim sendo, como nosso principal objetivo é facilitar o trabalho de todos os que desenvolvem circuitos, trazemos neste artigo uma coletânea de 10 circuitos de fontes de alimentação lineares.

Newton C. Braga

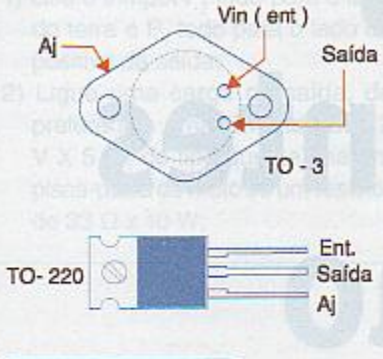
Diferentemente das fontes chaveadas, as fontes lineares ou analógicas usam transistores ou outros componentes, tais como reostatos para dosar a tensão aplicada a uma carga em função da corrente que ela exige. Elas também podem ser configuradas como fontes de corrente constante, caso em que a corrente se mantém, mesmo quando a resistência da carga varia.

Os dois tipos de fontes lineares citados são de grande importância para uma infinidade de projetos, sendo até hoje utilizados amplamente, apesar do aumento da presença das fontes chaveadas ou digitais em muitas aplicações, em razão das vantagens que apresentam.

Assim, existem configurações tradicionais de fontes analógicas que ainda hoje são muito úteis e por isso utilizadas quando precisamos de uma tensão ou corrente regulada para alimentar um projeto onde exigências como rendimento elevado, baixa queda de tensão no elemento regulador, etc. não sejam muito importantes.

Para os desenvolvedores que precisam deste tipo de fonte, damos, a seguir, 10 circuitos práticos tradicionais de grande utilidade.

Fonte de tensão variável com o LM350T/LM317



F1. Aspectos físicos dos CIs regulares de tensão.

Os circuitos integrados LM317 (1,5 A) e LM350 (3 A) são reguladores de tensão de 3 terminais, ajustáveis, que podem fornecer tensões de saída de 1,25 a 37 V. O LM317 tem uma versão com sufixo HV que pode fornecer tensões até 57 V.

Empregando esses componentes, é possível elaborar fontes de alimentação ajustáveis com um mínimo de componentes externos. Os dois circuitos integrados são disponíveis tanto em invólucros TO-220 (plástico) quanto TO-3 metálico, com as pinagens exibidas na **figura 1**.

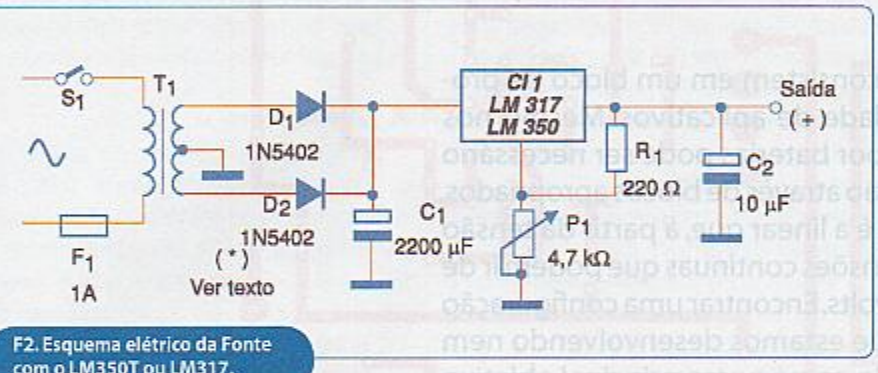
Para implementar uma fonte de alimentação variável com esses circuitos integrados basta colocar um divisor resistivo variável entre a saída e o terminal de ajuste. Como o diodo zener de referência interna é de 1,25 V, essa é a tensão mínima que obtemos. Tensões maiores serão obtidas quando o divisor resistivo somar a sua tensão a esse diodo.

Na **figura 2** apresentamos uma fonte de alimentação típica baseada nesses dois circuitos integrados.

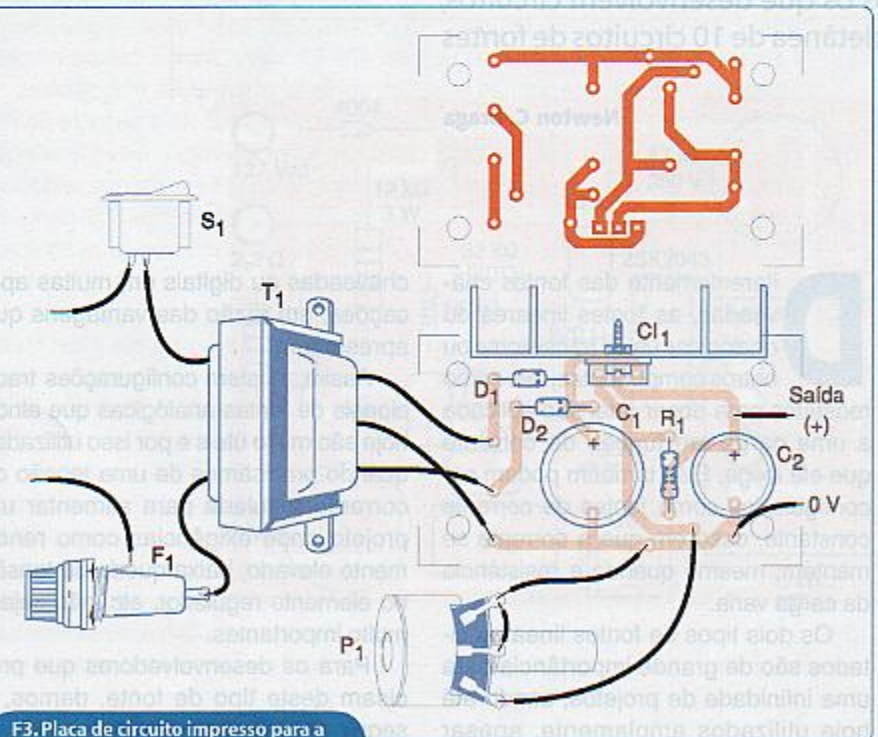
O transformador é escolhido de modo a ter um secundário que forneça uma tensão pelo menos 2 volts maior que a tensão máxima que se deseja na saída. Para o capacitor eletrolítico de filtro é praxe usar pelo menos 1000 µF para cada ampère de corrente desejado na fonte. Assim, sugerimos 2 200 µF para o LM317 e 4 700 µF para o LM350 A, operando em suas capacidades máximas.

A tensão de trabalho desse capacitor deve ser pelo menos 60% maior que a tensão RMS do secundário do transformador usado. Na **figura 3** temos a sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desta fonte.

As trilhas de alta corrente devem ser largas. É prática comum deixar 1 mm de largura para cada ampère de corrente, nesse tipo de aplicação. Os circuitos integrados reguladores, para os dois casos, devem ser dotados de excelentes dissipadores de calor.



F2. Esquema elétrico da Fonte com o LM350T ou LM317.



F3. Placa de circuito impresso para a Fonte com o LM350T ou LM317.

Lista de Materiais

- CI_1 - LM317 ou LM350 – circuito integrado regulador de tensão - ver texto
- D_1, D_2 - 1N5402 ou 1N5404 – diodos retificadores
- C_1 - 2 200 µF ou 4 700 µF – capacitor eletrolítico - ver texto
- C_2 - 10 µF – capacitor eletrolítico
- T_1 - Transformador – ver texto
- S_1 - Interruptor simples
- F_1 - Fusível de 1 A
- P_1 - 4 K7 – potenciômetro LIN
- R_1 - 220 Ω x 1/2 W – resistor

Diversos

Placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor, cabo de força, fios, solda, etc.

Fonte com regulador negativo

Da mesma forma que podemos regular a tensão no ramo positivo do circuito, é possível ter a regulagem negativa. Para essa finalidade, podemos contar com os circuitos integrados da série 79xx, onde o xx pode variar de 5 a 15 indicando tensões de 5 a 15 V.

Na **figura 4** temos o circuito completo de uma fonte de tensão negativa, usando um CI da série 79xx. É preciso observar que a disposição dos terminais nos CIs 79xx é diferente dos CIs 78xx. A placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte é vista na **figura 5**.

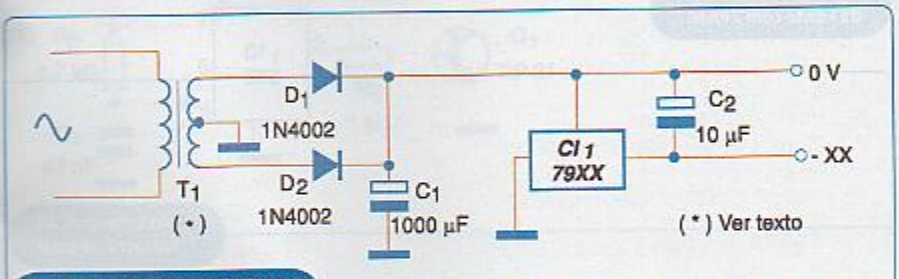
O circuito integrado deve ser dotado de um radiador de calor apropriado e o capacitor de desacopla-mento de saída pode ter valores com uma tensão de pelo menos 2 V a diferentes do indicado, conforme o mais do que a tensão que se deseja fabricante do CI. O transformador na saída da fonte, ou seja, a tensão deve ter um enrolamento secundário do regulador utilizado.

Lista de Materiais

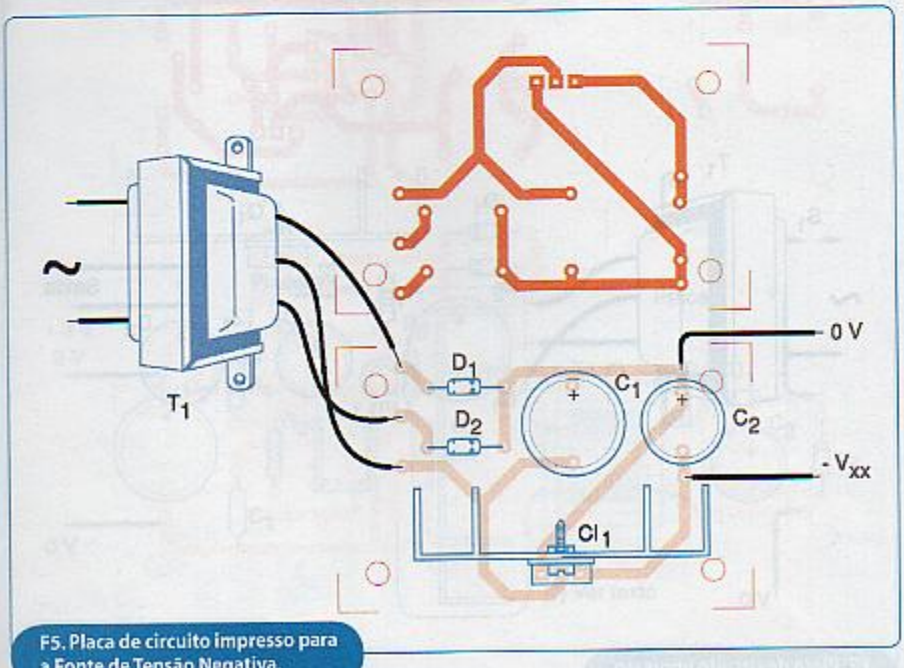
- CI_1 - 79xx – circuito integrado regulador de tensão negativa
- D_1, D_2 - 1N4002 – diodos retificadores
- T_1 - Transformador – ver texto
- C_1 - 1 000 µF – capacitor eletrolítico
- C_2 - 10 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- F_1 - 500 mA – fusível

Diversos

Placa de circuito impresso, radiador de calor para o circuito integrado, soquete para o fusível, cabo de força, fios, solda, etc.



F4. Esquema elétrico da Fonte de Tensão Negativa.



F5. Placa de circuito impresso para a Fonte de Tensão Negativa.

652 PROJETOS
PROMOÇÃO IMPERDÍVEL
CIRCUITOS & SOLUÇÕES
128 PROJETOS
100 Projetos
6 EDIÇÕES
POR APENAS
R$ 90,00
www.sabermarketing.com.br
(11) 2095.5335

Fonte transistorizada regulada por Zener

Na **figura 6** apresentamos um circuito extremamente simples para fonte de tensão regulada por diodo zener. Dependendo do transistor usado, podemos obter correntes de até alguns ampères de saída.

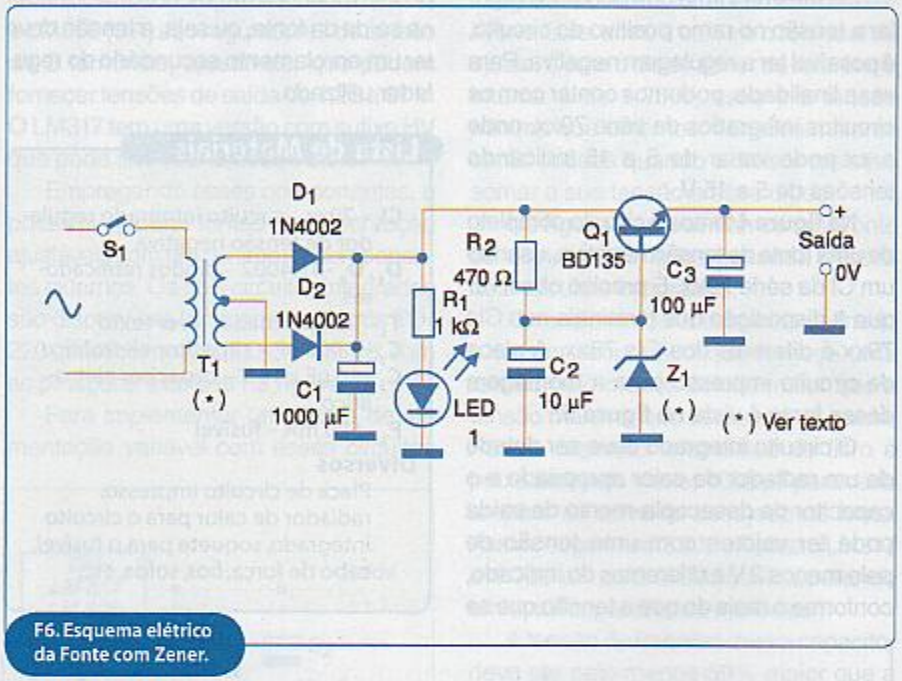
Observamos que o diodo zener deve ter uma tensão de 0,6 V a mais do que a tensão desejada na saída, uma vez que existe uma queda de tensão dessa ordem na junção base-emissor do transistor.

A potência dissipada pelo transistor, que deve ser montado em um bom radiador de calor, será dada pelo produto da diferença entre a tensão de entrada e saída, pela corrente drenada pela carga.

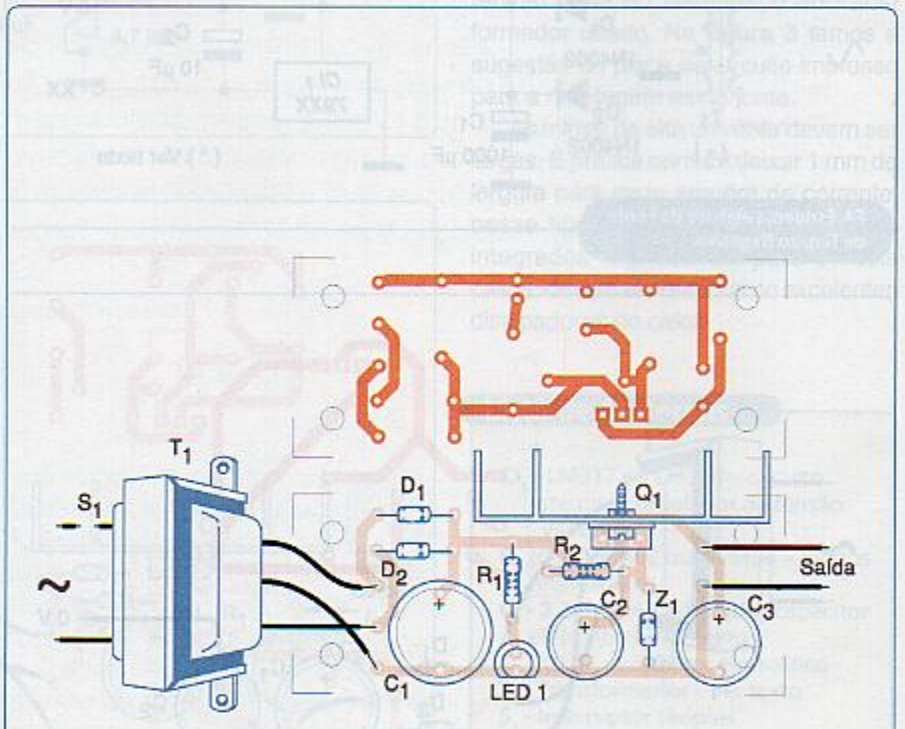
A dissipação do diodo zener é função do ganho do transistor, devendo ser determinada a corrente nesse componente e multiplicada pela sua tensão.

Na **figura 7** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a implementação dessa fonte.

Aplicações típicas desta fonte estão na alimentação de pequenos dispositivos de baixas tensões (entre 3 e 12 V) que precisem de correntes até 1 A, aproximadamente.



F6. Esquema elétrico da Fonte com Zener.



F7. Placa de circuito impresso para a Fonte com Zener.

Lista de Materiais

- Q_1 - BD135 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
- D_1, D_2 - 1N4002 – diodos retificadores
- Z_1 - Diodo zener de 3,6 a 12,6 V x 400 mW ou 1 W – ver texto
- LED_1 - LED vermelho comum
- R_1 - 1 kΩ x 1/8 W – resistor
- R_2 - 470 Ω x 1/2 W – resistor
- C_1 - 1000 µF x 25 V – capacitor eletrolítico
- C_2 - 10 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- C_3 - 100 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário conforme tensão desejada na saída.

Diversos

Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

Fonte de Alta Tensão (Inversor)

Pequenos inversores podem ajudar a obter altas tensões a partir de pilhas ou baterias. Embora os inversores (*boost*) chaveados, que são fontes elevadoras integradas, sejam muito mais eficientes na conversão de energia e por isso preferidos nas aplicações modernas, versões tradicionais analógicas ainda podem ser usadas para resolver problemas práticos imediatos, ou que não exijam altos rendimentos.

Um caso de aplicação é a substituição de baterias de 22,5 V usadas em alguns tipos de multímetros e outros instrumentos de laboratório mais antigos que, além de muito caras, são difíceis de encontrar. Recentemente mesmo, recebemos pedidos de leitores para publicar esse tipo de fonte. Outra aplicação é na alimentação de tubos Geiger e alguns outros tipos de transdutores que precisam de altas tensões sob regime de baixa corrente.

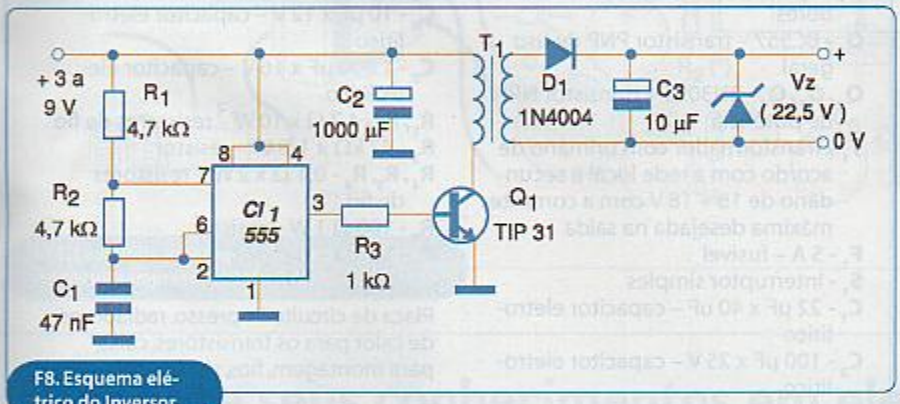
Na **figura 8** temos então o diagrama de nossa fonte.

O transformador irá determinar a tensão obtida no secundário, podendo ser enrolado experimentalmente com o uso de um núcleo de ferrite. Esse núcleo pode ser aproveitado de uma velha fonte chaveada de computador que já não funcione mais. Enrole, então, o primário com 60 voltas de fio esmaltado 28 AWG e, depois, usando fio 32 AWG enrole o número de espiras necessário à obtenção da tensão que deseja.

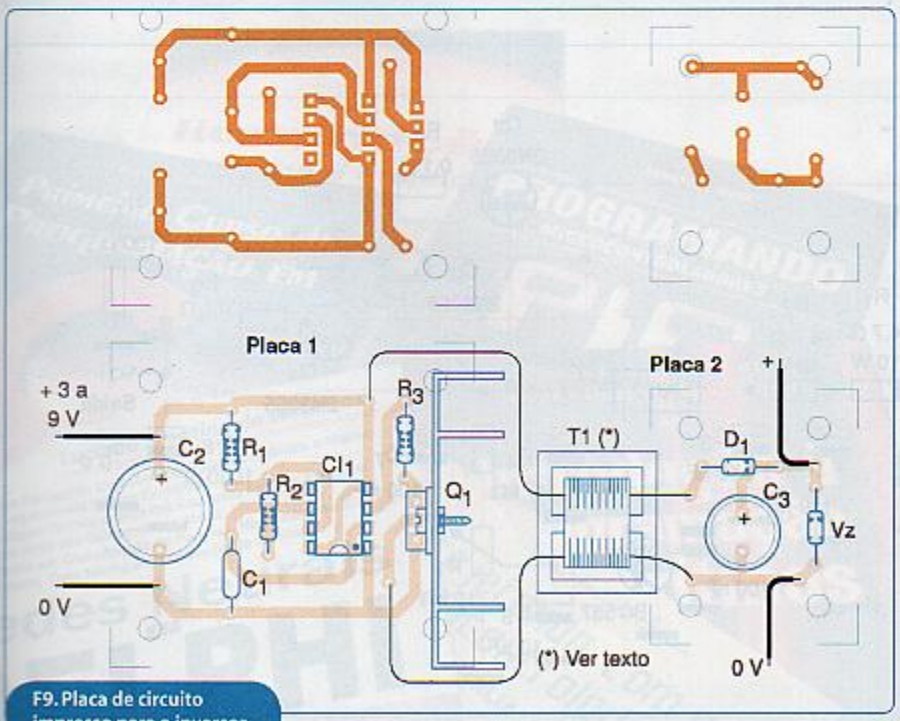
Por exemplo, se pretende algo em torno de 22,5 V a partir de 4 pilhas (6 V), enrole 22/6 x 60 = 220 espiras. É preciso observar que a forma de onda que o circuito gera não é perfeitamente senoidal, o que significa que o secundário poderá ter picos muito maiores que os 22,5 V.

O leitor poderá fazer experiências com outras relações de espiras de modo a obter o melhor rendimento para sua fonte. Para se conseguir tensões muito altas pode ser utilizado um transformador de saída horizontal (*flyback*) de TV ou monitor de vídeo que, em alguns casos, já contém um triplicador. Deve ser procurado um tipo que tenha o núcleo exposto para que seja possível enrolar o enrolamento primário. Assim, após a retificação, é necessário filtrar e regular essa tensão com um zener ou um CI. No nosso exemplo, para 22,5 V, usamos um zener de 1 W.

Na **figura 9** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte de alta tensão. Os resistores R_1 e R_2 assim como C_1 podem ter seus valores alterados experimentalmente de modo a se obter o melhor rendimento do circuito. O transistor de potência deverá ser dotado de um radiador de calor.



F8. Esquema elétrico do inversor.



F9. Placa de circuito impresso para o inversor.

Lista de Materiais

- CI_1 - 555 – circuito integrado
- Q_1 - BD135 ou TIP31– transistor NPN de média potência
- Z_1 - Zener conforme a tensão de saída
- D_1 - 1N4004 – diodo retificador
- T_1 - Transformador elevador de tensão – ver texto
- R_1, R_2 - 4,7 kΩ x 1/8 W – resistor
- R_3 - 1 kΩ x 1/8 W – resistor
- C_1 - 47 nF – capacitor de poliéster
- C_2 - 1 000 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
- C_3 - 10 µF – capacitor eletrolítico

Diversos

Placa de circuito impresso, radiador de calor para o transistor caixa para montagem, fios, solda, etc.

Fonte de alta corrente (12 V X 7 A)

Usando um regulador de tensão integrado como referência, podemos controlar diversos transistores de potência do tipo 2N3055 e com isso obter uma saída estável de alta tensão.

Para uma saída de 13,6 V, esse tipo de fonte torna-se ideal para alimentar equipamentos móveis de comunicação como transceptores de VHF e UHF de uso automotivo, numa bancada de reparos ou ainda para uso fixo.

O circuito que mostramos na **figura 10** usa três transistores 2N3055, cada qual controlando uma corrente de 2,5 A, o que dá um valor máximo de saída de 7,5 A. Se o leitor precisar de menos corrente, poderá usar apenas um ou dois 2N3055.

Observe que no emissor de cada transistor colocamos um resistor de fio de baixo valor. A finalidade desse resistor é garantir que a corrente se divida igualmente entre todos os transistores, uma vez que na condução eles apresentam resistências diferentes. Sem eles a corrente se dividiria de forma desigual, podendo sobrecarregar um dos transistores que, então, se queimaria.

Na montagem desse tipo de fonte, o principal cuidado é usar fios de espessura apropriada à intensidade da corrente que deve ser conduzida. Na **figura 11** exibimos o layout da montagem, observando-se que a maioria dos componentes é externa à pequena placa de circuito impresso que tem o CI de referência.

Será conveniente proteger o circuito por fusíveis tanto na entrada quanto na saída. Também é importante observar que os transistores de potência devem ser dotados de excelentes radiadores de calor. O circuito integrado 7812, inclusive, precisa ser montado em um radiador de calor. Os resistores de 0,1 ohms e de 4,7 ohms devem ser de fio.

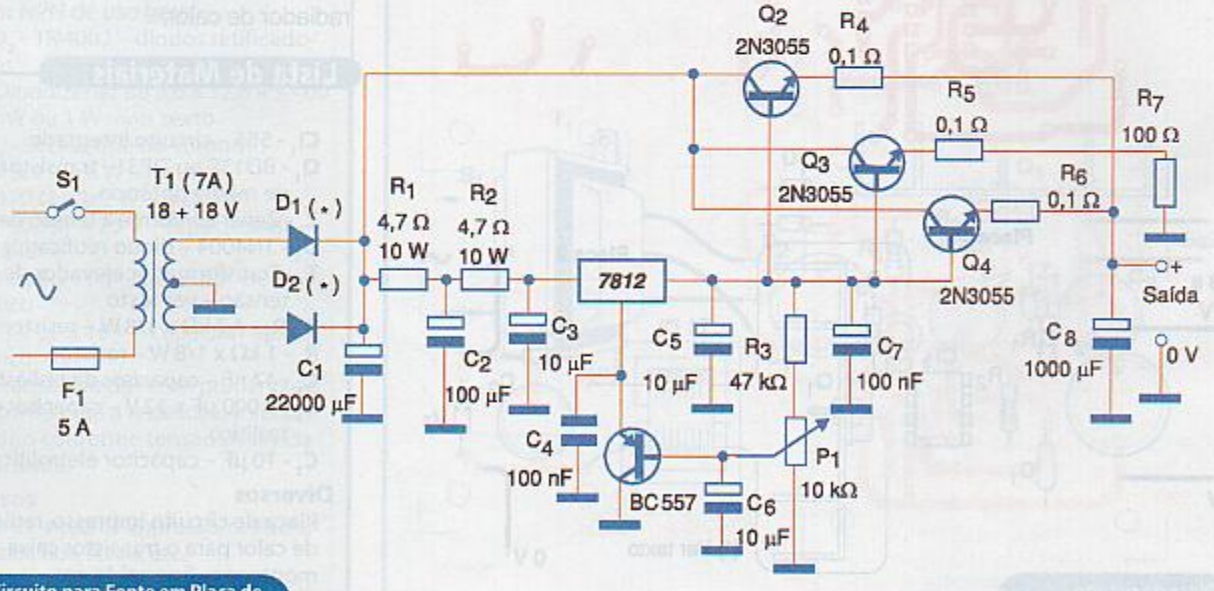
No trimpot pode-se ajustar a tensão de saída para valores entre 12 e 13,6 V, aproximadamente.

Lista de Materiais

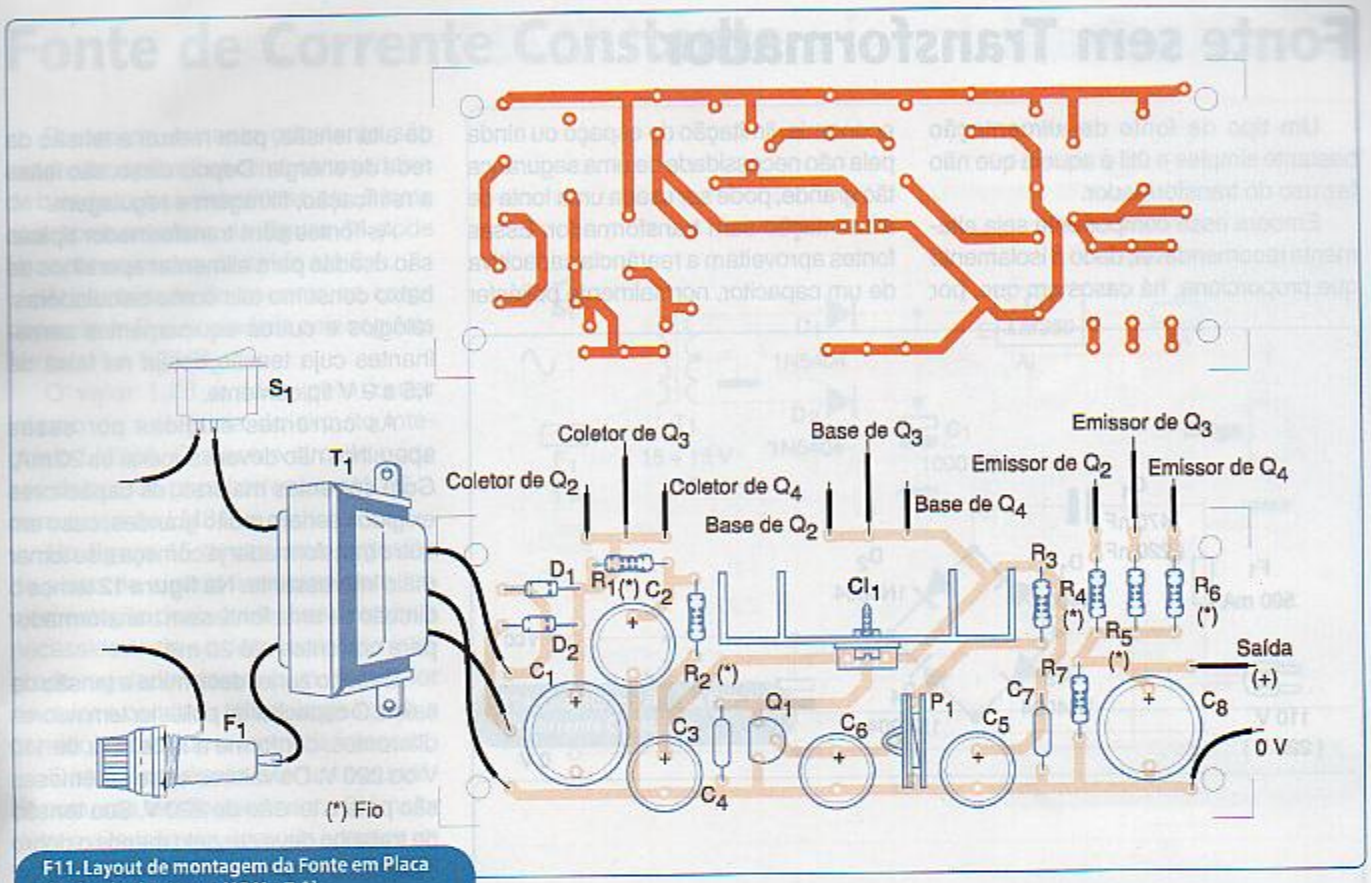
- CI_1 - 7812 – circuito integrado regulador de tensão
- D_1, D_2 - 50 V x 10 A – diodos retificadores
- Q_1 - BC557 – transistor PNP de uso geral
- Q_2, Q_3, Q_4 - 2N3055 – transistor NPN de potência
- T_1 - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 18 + 18 V com a corrente máxima desejada na saída
- F_1 - 5 A – fusível
- S_1 - Interruptor simples
- C_1 - 22 µF x 40 uF – capacitor eletrolítico
- C_2 - 100 µF x 25 V – capacitor eletrolítico
- C_3, C_5 - 10 µF x 25 V – capacitor eletrolítico
- C_4, C_7 - 100 nF – capacitor cerâmico
- C_6 - 10 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
- C_8 - 1 000 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- R_1, R_2 - 4,7 Ω x 10 W – resistores de fio
- R_3 - 47 kΩ x 1/8 W – resistor
- R_4, R_5, R_6 - 0,1 Ω x 2 W – resistores de fio
- R_7 - 100 Ω 1 W – resistor
- P_1 - 10 kΩ – trimpot

Diversos

Placa de circuito impresso, radiadores de calor para os transistores, caixa para montagem, fios, solda, etc.



F10 Circuito para Fonte em Placa de circuito impresso (12 V x 7 A)



F11. Layout de montagem da Fonte em Placa de circuito impresso (12 V x 7 A).

Aumente seus conhecimentos em eletrônica e informática!



- Redes Neurais em Delphi
- Projetando com os Microcontroladores
- Iluminação
- Programando Microntroladores PIC
- Programação em C

e muito mais

Loja Virtual

www.sabermarketing.com.b

Pedidos: (11) 2095-5330

www.sabermarketing.com.br

Fonte sem Transformador

Um tipo de fonte de alimentação bastante simples e útil é aquela que não faz uso do transformador.

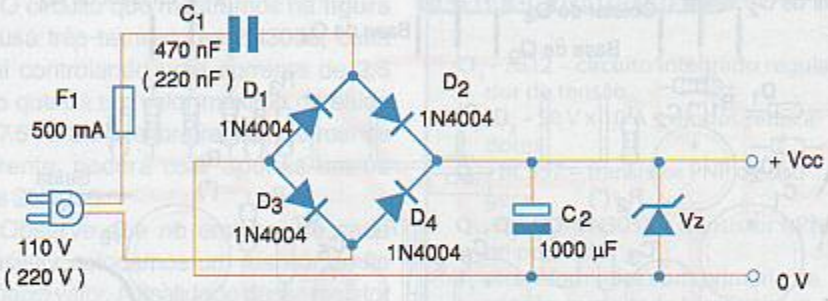
Embora esse componente seja altamente recomendável, dado o isolamento que proporciona, há casos em que, por economia, limitação de espaço ou ainda pela não necessidade de uma segurança tão grande, pode ser usada uma fonte de alimentação sem transformador. Essas fontes aproveitam a reatância capacitiva de um capacitor, normalmente poliéster de alta tensão, para reduzir a tensão da rede de energia. Depois disso, são feitas a retificação, filtragem e regulagem.

As fontes sem transformador típicas são usadas para alimentar aparelhos de baixo consumo tais como calculadoras, relógios e outros equipamentos semelhantes cuja tensão esteja na faixa de 1,5 a 9 V tipicamente.

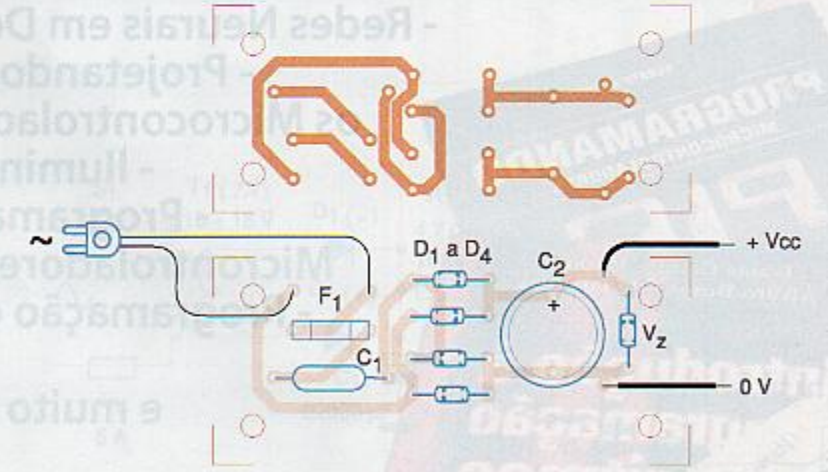
As correntes exigidas por esses aparelhos não devem superar os 20 mA. Com correntes maiores, os capacitores exigidos seriam muito grandes, caso em que o transformador já começa a se tornar mais interessante. Na **figura 12** temos o circuito de uma fonte sem transformador para correntes até 20 mA.

O diodo zener determina a tensão de saída. O capacitor de poliéster tem valores diferentes, conforme a rede seja de 110 V ou 220 V. Os valores entre parênteses são para a tensão de 220 V. Sua tensão de trabalho deve ser pelo menos o dobro da tensão da rede em que o circuito vai ser usado. Na **figura 13** vemos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação desta fonte.

É importante tomar muito cuidado com os isolamentos de todas as partes do aparelho que deve ser alimentado e da própria fonte, pois ela está diretamente conectada à rede de energia. Nenhum equipamento com partes metálicas ou elétricas expostas deve ser alimentado com esse tipo de fonte.



F12. Esquema elétrico de uma Fonte sem Transformador.



F13. Placa de circuito impresso para a Fonte sem Transformador.

Lista de Materiais

- D_1 a D_4 - 1N4004 (1N4007) – diodo de silício
- Z_1 - 3,0 V a 12 V x 1 W – diodo zener conforme a tensão que se deseja na saída.
- C_1 - 470 nF (220 nF) x 300 V (450 V) – capacitor de poliéster para rede de energia
- C_2 - 1 000 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- F_1 - Fusível de 500 mA

Diversos

Placa de circuito impresso, cabo de força, fios, solda, caixa para montagem, etc.

Fonte de Corrente Constante

Fontes de corrente constante são usadas em aplicações como carregadores de bateria, cubas eletrolíticas, etc. A fonte que apresentamos na **figura 14** pode fornecer correntes de saída até 3 A.

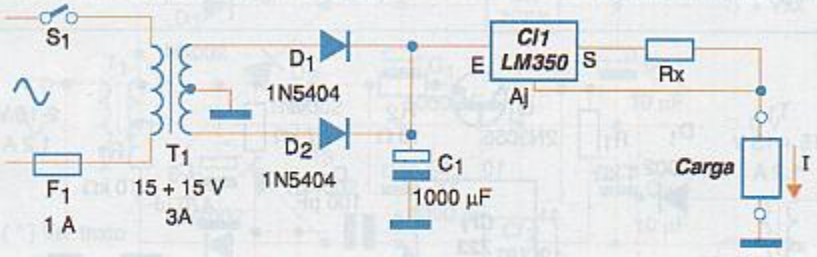
A intensidade da corrente na carga depende de R_x e é calculada pela seguinte fórmula: $I = 1{,}25/R_x$

O valor 1,25 é dado pelo zener interno de referência do circuito integrado LM350. O mesmo circuito pode ser elaborado para correntes até 1,5 A com o uso do LM317.

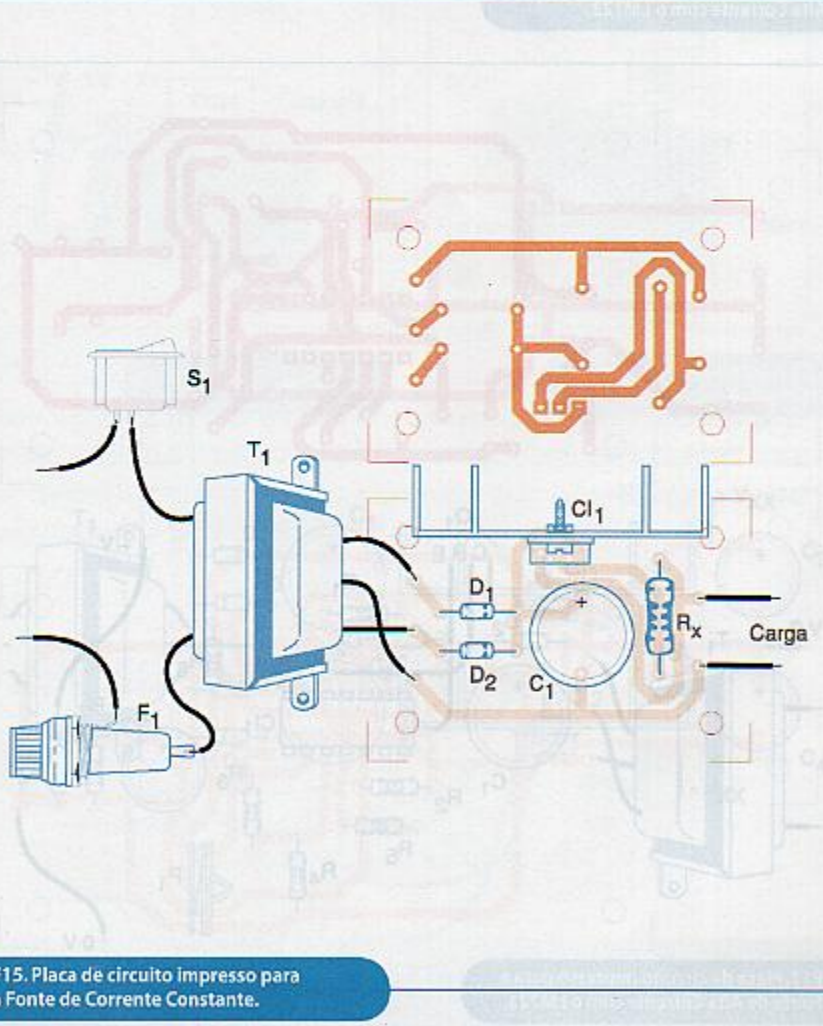
Na **figura 15** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação desta fonte. Lembramos a necessidade de se dotar o circuito integrado regulador de um bom dissipador de calor e construir trilhas largas para a condução das correntes mais intensas.

O transformador deve ter um secundário com uma tensão pelo menos 2 V maior do que a tensão máxima que aparece na carga, nas condições de corrente constante. Veja que a tensão máxima de entrada do LM350 é de 35 V. Nas aplicações comuns como carga de bateria, a filtragem não precisa ser das melhores, daí ser usado um capacitor de valor relativamente pequeno nessa função.

Uma alteração interessante no projeto consiste em se ligar com Rx um potenciômetro de fio para se fazer o ajuste da intensidade da corrente. Um potenciômetro de 50 ohms possibilita uma boa faixa de ajustes.



F14. Circuito elétrico da Fonte de Corrente Constante



F15. Placa de circuito impresso para a Fonte de Corrente Constante.

Lista de Materiais

- CI_1 - LM350 (ou LM317) – circuito integrado regulador de tensão
- D_1, D_2 - 1N5404 – diodos retificadores T1 - Transformador de 15 + 15 V x 3 A – ver texto
- R_x - Calculado conforme a corrente desejada – ver texto
- C_1 - 1 000 µF x 40 V – capacitor eletrolítico
- F_1 - 1 A – fusível
- S_1 - Interruptor simples

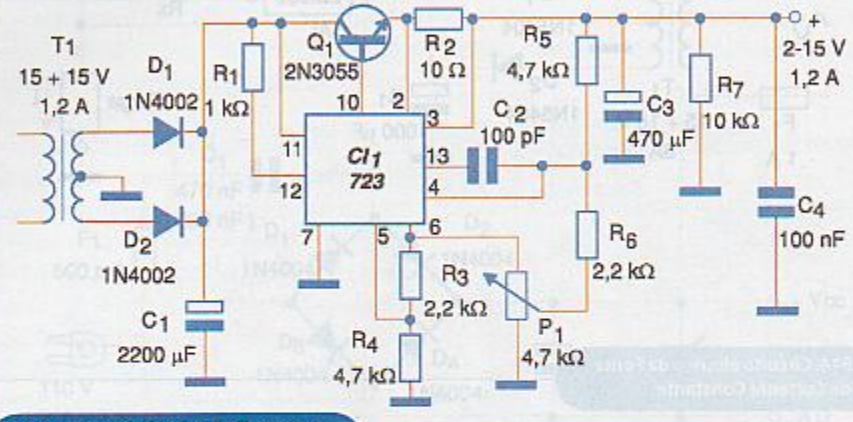
Diversos

Placa de circuito impresso, radiador de calor, caixa para montagem, suporte de fusível, fios, solda, etc.

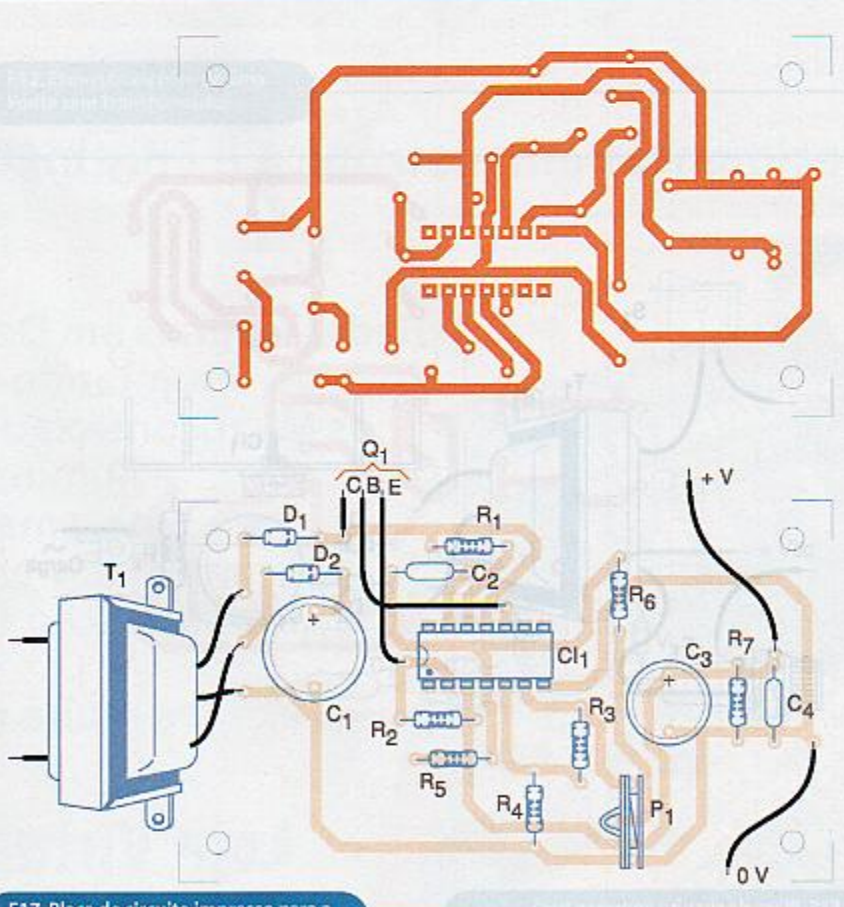
Circuito Tradicional com o LM723

Um dos circuitos reguladores de tensão mais tradicionais, bastante antigo, mas ainda com uso freqüente até mesmo em equipamentos fabricados atualmente, é o regulador de tensão "723".

Se o leitor precisa de uma boa fonte regulada para a bancada, o circuito com o 723 é uma boa sugestão. Esse circuito integrado possui uma série de recursos que, com alguns componentes externos, permite a elaboração de eficientes fontes de alimentação numa ampla faixa de correntes e tensões.



F16. Esquema elétrico de Fonte de Alta Corrente com o LM723.



F17. Placa de circuito impresso para a Fonte de Alta Corrente com o LM723.

Na **figura 16** temos uma fonte de alimentação típica de alta corrente empregando esse circuito integrado como base.

As características dessa fonte de alimentação são:

- Tensão de saída ajustável entre 2 e 15 V;
- Corrente máxima de saída: 1,2 A.

Conforme podemos ver, o transistor 2N3055, que deve ser dotado de dissipador de calor, faz o controle da corrente principal, sendo a tensão fornecida como referência pelo circuito integrado 723.

Na **figura 17**, observamos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte de alimentação.

O secundário do transformador deve fornecer uma tensão de 15 + 15 V com 1,2 A e primário de acordo com a rede de energia. Para a filtragem, o capacitor C_1 deve ter uma tensão de trabalho de pelo menos 25 V.

Lista de Materiais

- **CI_1** - LM723 – circuito integrado regulador de tensão
- **Q_1** - 2N3055 – transistor NPN de potência
- **D_1, D_2** - 1N4002 – diodos retificadores
- **T_1** - transformador– 15 + 15 V x 1, 2 A
- **F_1** - 1 A – fusível
- **R_1** - 1 kΩ x 1/8 W – resistor
- **R_2** - 10 Ω 5 W – resistor de fio
- **R_3, R_6** - 2,2 kΩ x 1/8 W – resistor
- **R_4, R_5** - 4,7 kΩ x 1/8 W – resistor
- **R_7** - 10 kΩ x 1/8 W – resistor
- **P_1** - 4,7 kΩ – trimpot
- **C_1** - 2 200 µF x 25 V – capacitor eletrolítico
- **C_2** - 100 pF – capacitor cerâmico
- **C_3** - 470 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- **C_4** - 100 nF- capacitor cerâmico

Diversos

Placa de circuito impresso, radiador de calor para Q1, fios, solda, cabo de força, caixa para montagem, etc.

Fonte Simétrica

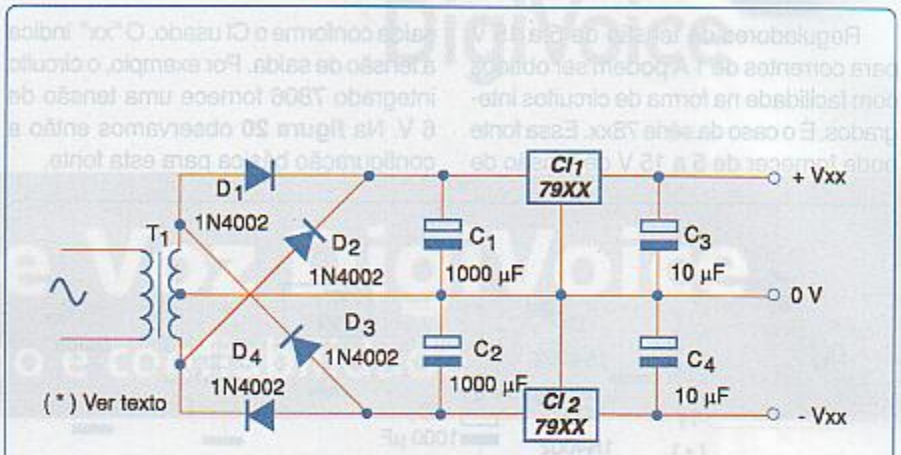
Na maioria dos circuitos em que são utilizados amplificadores operacionais necessita-se de uma tensão positiva e de outra tensão negativa para a alimentação. Essas tensões são obtidas de uma fonte simétrica ou fonte de duas tensões, sendo uma positiva e outra negativa.

Na **figura 18** temos um circuito de fonte de alimentação de 6 a 15 V, dependendo apenas do transformador e do circuito integrado regulador usado.

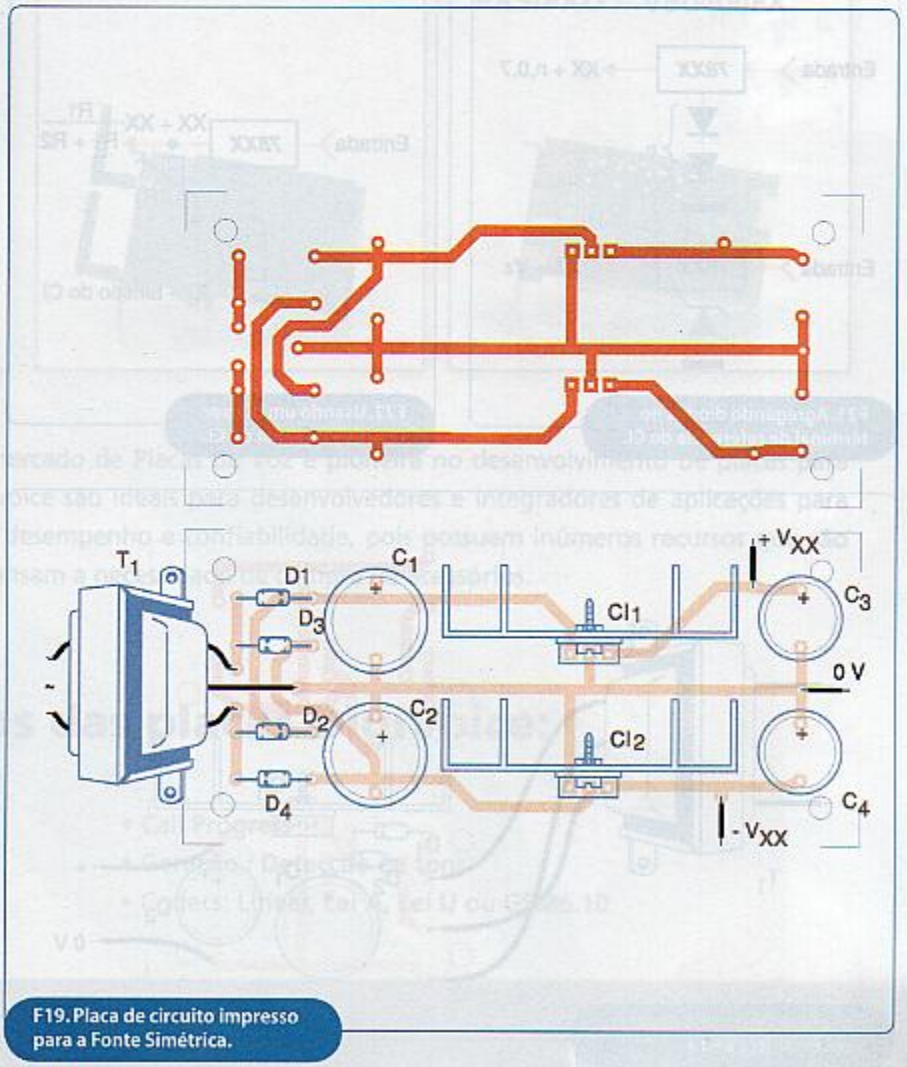
Na verdade, o que temos é uma fonte que combina os dois circuitos anteriores em um único, tendo uma referência única de terra. A placa de circuito impresso para a montagem dessa fonte é exibida na **figura 19**.

O transformador deve ter um secundário com uma tensão com aproximadamente 2 volts a mais da tensão que se deseja na saída da fonte simétrica. Por exemplo, para uma fonte de 12 + 12 V, usar um transformador de 15 + 15 V. A corrente máxima dessa fonte é 1 A e justamente deve ser essa a corrente máxima do secundário do transformador usado.

Os circuitos integrados reguladores de tensão deverão ser montados em radiadores de calor.



F18. Esquema elétrico de uma Fonte Simétrica.



F19. Placa de circuito impresso para a Fonte Simétrica.

Lista de Materiais

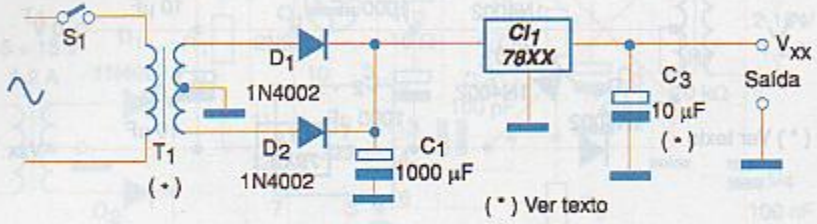
- CI_1 - 78xx – circuito integrado regulador de tensão positiva
- CI2 - 79xx – circuito integrado regulador de tensão negativa
- D_1 a D_4 - 1N4002 – diodos retificadores
- C_1, C_2 - 1000 µF – capacitores eletrolíticos
- C_3, C_4 - 10 µF – capacitores eletrolíticos
- T_1 - Transformador – ver texto
- F_1 - 500 mA – fusível

Diversos

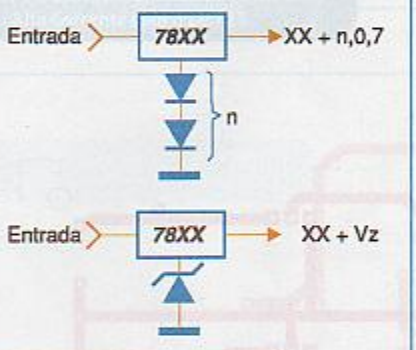
Placa de circuito impresso, radiadores de calor para os circuitos integrados, cabo de força, soquete para o fusível, fios, solda, etc.

Fonte fixa de 1 A com circuito integrado

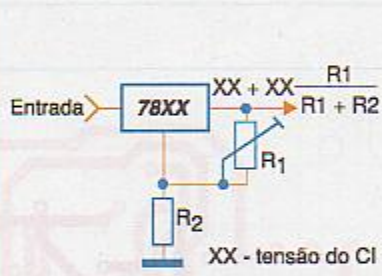
Reguladores de tensão de 5 a 15 V para correntes de 1 A podem ser obtidos com facilidade na forma de circuitos integrados. É o caso da série 78xx. Essa fonte pode fornecer de 5 a 15 V de tensão de saída conforme o CI usado. O "xx" indica a tensão de saída. Por exemplo, o circuito integrado 7806 fornece uma tensão de 6 V. Na **figura 20** observamos então a configuração básica para esta fonte.



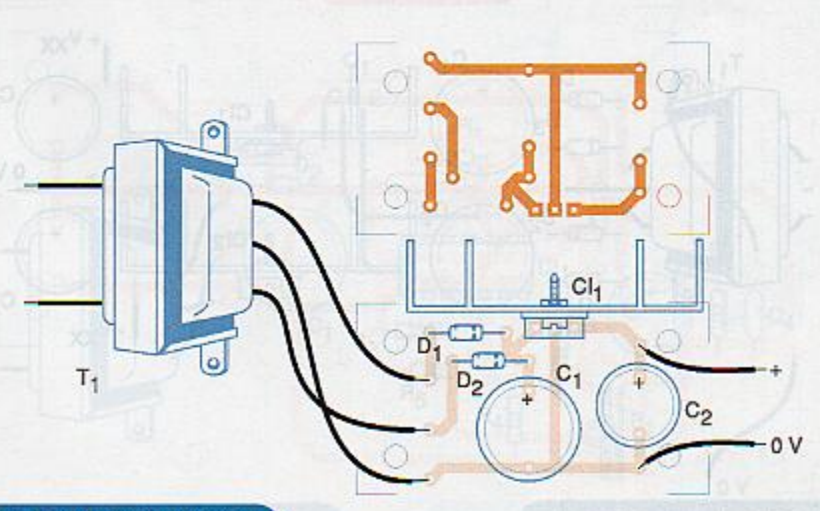
F20. Circuito básico da Fonte fixa de 1 A com circuito integrado.



F21. Agregando diodos no terminal de referência do CI.



F22. Usando um divisor resistivo na saída do CI.



F23. Placa de circuito impresso para fonte fixa de 1A.

Salientamos alguns fatos importantes em relação a esse circuito, e que podem ser de grande utilidade para o desenvolvedor. Existem versões com sufixos "L", que são apresentadas em invólucros SOT-54 para correntes até 200 mA, que podem ser usadas nos casos em que desejamos menor corrente de saída.

Os capacitores de desacoplamento de saída deverão ter valores menores em alguns casos, dependendo do sufixo do CI e do fabricante. É possível aumentar a tensão de saída de um CI da série 78xx de duas formas. Uma delas consiste em se agregar diodos comuns ou diodos zener no terminal de referência, conforme ilustra a **figura 21**.

Nesse circuito, os diodos comuns, polarizados no sentido direto, somam 0,6 V ao diodo interno de referência, aumentando assim a tensão de saída. Outra forma de se aumentar a tensão de saída é usando um divisor resistivo, conforme mostra a **figura 22**.

Na **figura 23** apresentamos uma placa de circuito impresso para implementação desta fonte.

O circuito integrado regulador de tensão deve ser dotado de um radiador de calor. O transformador deve ter uma tensão de secundário pelo menos 2 V maior do que aquela que desejamos na saída, a qual é dada pelo regulador integrado usado. A corrente deve ir até 1 A de acordo com a que se pretende na saída.

A tensão de trabalho de C1 deve ser pelo menos 60% maior do que a tensão rms do secundário do transformador.

Lista de Materiais

- CI_1 - 78xx – circuito integrado regulador de tensão – ver texto
- D_1 e D_2 - 1N4002 ou equivalente – diodos retificadores
- C_1 - 1 000 µF – capacitor eletrolítico
- C_2 - 10 µF – capacitor eletrolítico
- S_1 - Interruptor simples
- T_1 - Transformador – ver texto