ELÉCTRON 42

ELÉCTRON 42

Cr$ 600,00

RÁDIO
TELEVISÃO
ELETRÔNICA



Novas Seções Para Uma Nova Revista!

CONTROLE REMOTO MULTICANAL

MEDIDOR DE CAMPO DE RF

DOIS INSTRUMENTOS DE TESTE ECONÔMICOS

BONGÔ ELETRÔNICO

TEORIA DOS CONVERSORES A/D E D/A

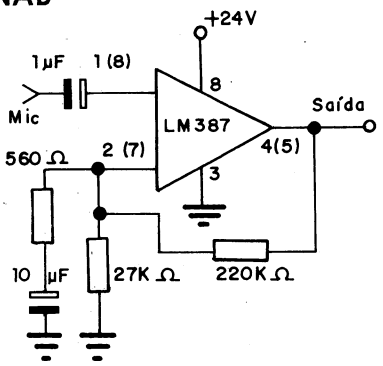
ACÚSTICA, AUDIÇÃO E ALTA-FIDELIDADE

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Amarilis, Boa Vista, Macapá, Manaus, Rio Branco, Santarém Cr$ 600,00

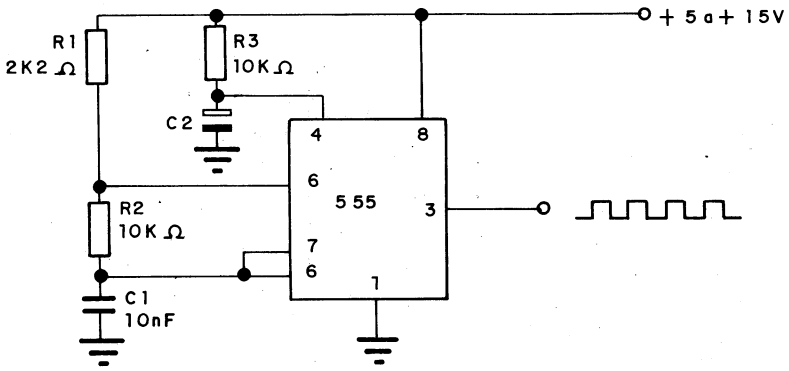
PRÉ-NAB

O LM 387 permite o projeto de um pré-amplificador para microfone com equalização NAB de excelente ganho (52 dB). Os números entre parêntesis no diagrama correspondem ao outro canal para uma versão estéreo. A alimentação é feita com tensão de 24V, que pode ser aproveitada do próprio amplificador com o qual este circuito for operar. O cabo de entrada deve ser blindado e a fonte não precisa ser simétrica.



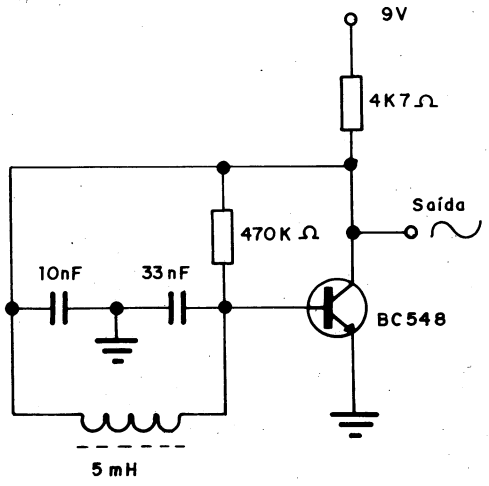
GERADOR DE PULSOS

Este oscilador produz um trem de pulsos retangulares cuja duração é determinada pelo valor de C_2. Este componente pode ter valores entre 1µF e 1000µF, com o que os pulsos podem ter até 10 segundos de duração. A freqüência dos pulsos é determinada por R_1, R_2 e C_1 (para os valores indicados a freqüência está na faixa de áudio). A troca de R_1 por um potenciômetro de 100kΩ em série com um resistor de 10kΩ permite ajustar a freqüência dos pulsos gerados. Podemos usar este circuito em jogos eletrônicos, para a produção de um número aleatório de pulsos.



OSCILADOR COLPITT

Este oscilador de um só transistor produz um sinal de 20kHz, mas pode ser alterado para oscilar em freqüências de até alguns MHz. A tensão de alimentação pode ficar entre 6 e 12V e a indutância determina a freqüência de operação. O transistor pode ser qualquer NPN de uso geral.



DIRETOR
SAVÉRIO FITTIPALDI

EDITOR
VICENTE FITTIPALDI

CIRCULAÇÃO
MARIA SILVIA PIRES

COLABORADORES
T. HARA, M. AMAYA, INÁCIO PEREIRA, MARCO GARCIA, GETÚLIO MATTOS, J. MARTIN, CELSO SILVA, CAIO BORGES, LUIZ C. JOSÉ, SUZI OMORI, DONIZETE KLUNG

REDAÇÃO/REVISÃO
ROBERTA CARAVIERI, M. VÁZQUEZ

ILUSTRAÇÃO
RENILSON FÉLIX, M. VÁZQUEZ

DESIGN/DIAGRAMAÇÃO
M. VÁZQUEZ

FOTOGRAFIA
GILBERTO CERRI

COMPOSIÇÃO
MEGACOMP LTDA.

FOTOLITO
STUDIO NIPPON LTDA.

IMPRESSÃO
W. ROTH

DISTRIBUIÇÃO
DINAP S/A.

DISTRIBUIÇÃO EM PORTUGAL
DISTRIBUIDORA JARDIM LDA

ELÉCTRON — Rádio, Televisão, Eletrônica é uma publicação da **Editora Fittipaldi Ltda.**

Redação, Administração e Publicidade: Rua Major Ângelo Zanchi, 275 a 303, CEP 03633, Tel. 296-7733, São Paulo, SP.

A T E N Ç Ã O !

É proibida a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira **responsabilidade** dos seus **autores.** É proibida a utilização dos circuitos em caráter **industrial** ou **comercial,** salvo com expressa autorização por escrito da Editora. A Editora não se responsabiliza pelo **uso indevido** dos circuitos publicados.

Antes de publicados, todos os aparelhos são **montados** e intensivamente **testados**. Aparelhos não testados **não** são publicados, em nenhuma hipótese. Os circuitos apresentados são **experimentais;** portanto, não podem ser comparados aos produtos industrializados.

O leitor deve se assegurar de que dispõe de **conhecimentos técnicos** e **práticos** suficientes e comprovados para realizar a montagem com sucesso. Tente sempre iniciar pelas montagens **mais simples** para que, caso o aparelho montado não funcione convenientemente, o leitor possa constatar a falha e saná-la. Antes de iniciar uma montagem, certifique-se de que todos os seus componentes e peças estão **disponíveis no mercado** no momento.

Se ocorrer alguma **dúvida,** consulte-nos (estritamente pelo **correio**), que responderemos o mais breve possível na Seção de Correspondência. **Números atrasados** poderão ser fornecidos pelo correio, ao preço da **última edição** em banca.

ELÉCTRON

EDIÇÃO Nº 42

MONTAGENS

3 *CONTROLE REMOTO MULTICANAL* — Por T. HARA

28 *MEDIDOR DE CAMPO DE RF* — Por T. HARA

36 *BONGÔ ELETRÔNICO* — Por GETÚLIO MATTOS

41 *TESTADOR ECONÔMICO DE COMPONENTES* — (Montagem em Ponte) Por J. MARTIN

56 *TESTADOR DE CRISTAIS* — Por CELSO SILVA

INFORMAÇÃO

21 *CONVERSORES A/D E D/A* — (Digital) Por GETÚLIO MATTOS

31 *AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL* — (Tecnologia) Por CAIO BORGES

44 *O BÁSICO DA ACÚSTICA E DA AUDIÇÃO* — (Áudio) Por M. AMAYA

50 *O BÁSICO DA ALTA-FIDELIDADE* — (Áudio) Por MARCO GARCIA

60 *O PC E OS SEUS USOS* — (Mercado) Por GETÚLIO MATTOS

68 *DIODOS RETIFICADORES* — (Componentes) Por DONIZETE KLUNG

SEÇÕES

2 *CARO LEITOR*

40 *NOTICIÁRIO*

59 *PUBLICAÇÕES*

20, 2ª e 3ª capas *CIRCUITOS BÁSICOS*

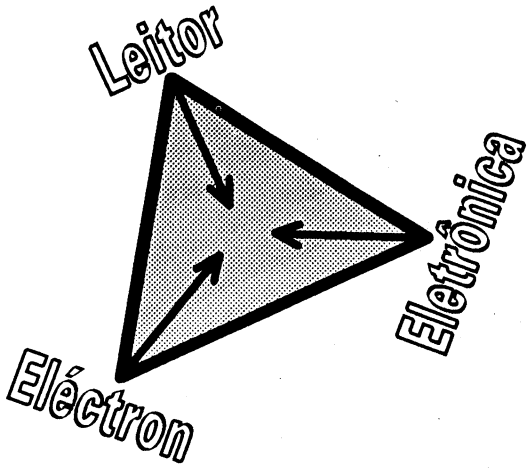
ESPECIAL

72 *CURSO MICRO — LIÇÃO 6*

CARO LEITOR...

Como você certamente já percebeu, a revista ELÉCTRON a partir deste número tem uma **identidade visual** completamente nova. Elaboramos um minucioso estudo, baseado em pesquisas realizadas com colaboradores e principalmente com leitores, que identificaram as possibilidades de melhoramento no acabamento gráfico da revista.

Muita gente (infelizmente) acredita que uma revista, só por ser da área técnica, não precisa ser graficamente bem-cuidada nem legível. Engano. Nenhum leitor deixa de ser afetado, em aproveitamento da matéria, pela qualidade da produção visual e da linguagem — mesmo que não tenha idéia disso. Portanto, criamos um estilo completamente novo para a ELÉCTRON e também elevamos as exigências de qualidade na redação e revisão dos textos.



Ao mesmo tempo que modificamos o aspecto visual, também reunimos uma **nova equipe de colaboradores**, formada por técnicos e engenheiros que atuam nas mais diversas áreas da Eletrônica e têm íntimas relações com a Educação. Este último fator é importantíssimo, pois estes profissionais podem melhor transmitir seus conhecimentos ao leitor, com a sua grande capacidade didática.

Todo o conteúdo técnico dos colaboradores está sendo compilado de uma forma homogênea e bem distribuída, a fim de abranger toda a área de atuação no campo da Eletrônica. Devido a esta preocupação, a revista ELÉCTRON passa a ter seções teóricas e práticas mais variadas, que serão apresentadas a vocês em rodízio ao longo das edições de modo a não saturar algumas áreas e desamparar outras. Todo um cronograma de artigos a serem publicados já está elaborado, permitindo que assuntos básicos (mas fundamentais) e sofisticados (mas compreensíveis) sejam reunidos, atingindo os mais diversificados interesses dos leitores aficionados da Eletrônica.

As seções de teoria abrangem as áreas de **Técnicas Digitais, Áudio, RF, Microprocessadores, Componentes Eletrônicos, Telefonia** e **Instrumentação.** Com estas seções fornecemos o subsídio de informações para que os leitores executem as montagens com êxito e tenham o entendimento prático/teórico do seu funcionamento.

Junto com essas seções de prática e teoria, outras trarão informações atuais da nossa área, a Eletrônica, apresentando novas tecnologias e a situação atual do mercado em componentes e equipamentos. As seções **Mercado, Tecnologia, Noticiário, Reparação, Publicações** e **Correspondência** tentarão expor os dados mais atuais e necessários para que o leitor realmente se informe sobre a Eletrônica.

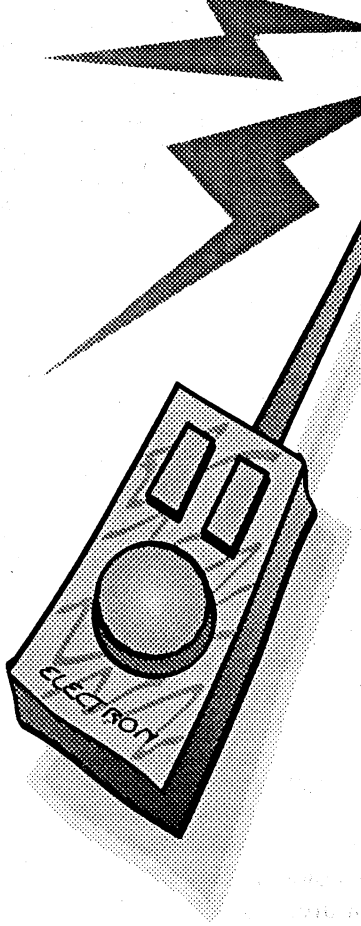
A nova estruturação de assuntos da revista ELÉCTRON tem um objetivo específico, que é o de formar um triângulo LEITOR — ELETRÔNICA — ELÉCTRON e depois reduzir cada vez mais a sua área aproximando os seus "vértices".

Estamos comprometidos a responder às dúvidas, questões e necessidades do leitor. Para que isto ocorra mesmo, é muito importante a correspondência do leitor com a nossa redação, enviando questões, críticas ou mesmo sugestões de montagens. A partir disso, tentaremos guiar-nos ao nosso objetivo tendo como realimentação o próprio leitor, de forma a voltarmos à rota do objetivo bem suavemente caso nos desviemos um pouco dela.

O ideal de um *bureau* de tecnologia e informação pode ser alcançado quando a área do triângulo citado acima se aproximar a zero, transformando a publicação em um reflexo das informações trocadas pelos leitores e editores.

Boa leitura!

CONTROLE REMOTO MULTICANAL



Por T. HARA

Este Controle Remoto por Telecomando serve para comandar dispositivos a pequenas e médias distâncias e utiliza um pequeno transmissor de rádio de 100mW de potência operando na frequência de 27,120MHz. Podemos usá-lo para telecomandar modelos em escala; dispositivos residenciais de comando eletrônico; alarmes; robôs; etc.

O projeto foi elaborado com componentes fáceis de encontrar, de forma que o leitor consiga montá-lo com facilidade e baixo custo. Devido às dimensões das placas, porém, sugerimos que o circuito seja aplicado só onde volume e peso não sejam críticos. Portanto, para o controle remoto de aeromodelos, por exemplo, pode ser inevitável a necessidade de circuitos mais compactos, com componentes especiais que muitas vezes inexistem no mercado nacional.

O processo de controle pode ser o tradicional liga/desliga ou o **proporcional escalonado** (controle da posição de um servomecanismo através de uma chave de várias posições). No processo proporcional escalonado, cada posição da chave de comando produz um valor de tensão que causa uma rotação ou deslocamento no mecanismo controlado. Nós o chamamos de escalonado porque a variação não é linear; ela tem oito níveis fixos (digamos, sete de movimento e um de repouso).

O processo de codificação do Controle Remoto é por si só muito interessante e esperamos que o leitor tenha bom proveito em conhecer a sua filosofia de funcionamento, que apresentamos neste artigo. A partir da próxima edição, esta montagem será complementada com sugestões de circuitos de servomecanismos e métodos de acionamento, para dar ao leitor muitas opções de uso interessantes para o Controle Remoto Multicanal.

COMO FUNCIONA

O Controle Remoto se divide em seis blocos básicos, como podemos ver na figura 1.

O sistema completo é constituído por dois conjuntos. Um é o **sistema de comando,** formado pelos circuitos de funções de comando, codificador e transmissor; o segundo é o **sistema comandado,** formado pelos circuitos receptor, decodificador e controle do servo-mecanismo.

Existem diversas formas de enviar instruções ou comandos através de um controle remoto. O processo que utilizamos é o de transmissão de instruções por meio de **códigos binários.**

Para comandar dispositivos pelo sistema liga/desliga utilizamos chaves do tipo *pushbutton* e para o comando proporcional escalonado utilizamos uma chave rotativa (também conhecida como "chave de onda").

Na configuração do Controle Remoto aqui sugerida, um dos quatro canais fará um controle proporcional escalonado e os outros três canais assumirão funções de comando liga/desliga, mas o leitor pode escolher o tipo de comando que for mais conveniente para acionar os mecanismos do equipamento a ser controlado.

Antes de partirmos para a descrição dos circuitos, vamos tentar apresentar a filosofia de codificação de que dispomos no Controle Remoto.

CODIFICADOR E TRANSMISSOR

Empregamos três bits (designados pelas letras A, B e C) para gerar até oito combinações binárias, como mostrado na figura 2. Cada código binário corresponde a uma informação de comando proporcional escalonado, que corresponde a uma posição do nosso servomecanismo (ver figura 3).

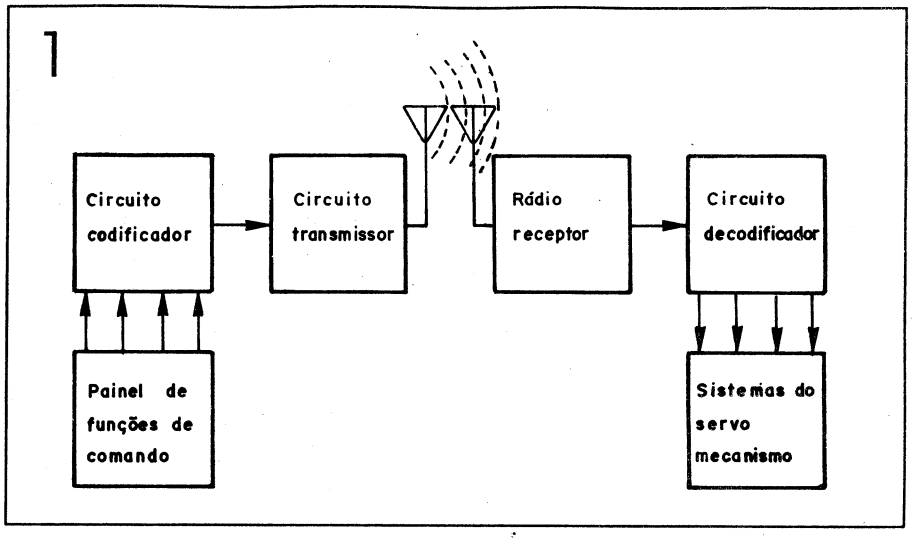


Diagrama de blocos do Controle Remoto

Para o sistema liga/desliga utilizamos três combinações binárias, mostradas na figura 4.

Para diferenciarmos o sistema proporcional escalonado do sistema liga/desliga utilizamos um outro bit (que chamamos de D), que em 1 indica o comando de ligar e desligar e em 0 indica uma das posições do controle proporcional escalonado, conforme dado na figura 5.

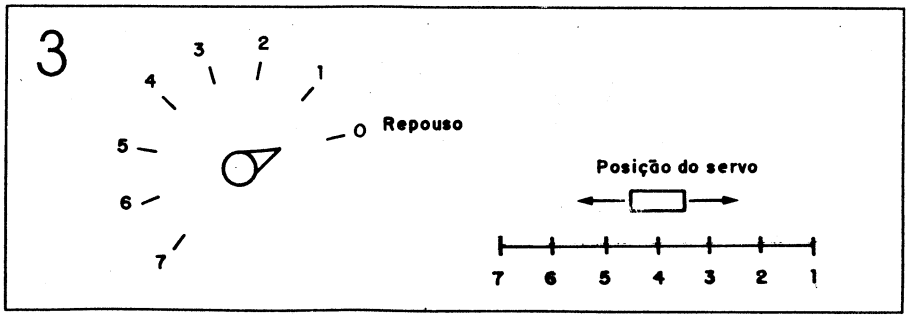
O painel de comando de funções poderá ter sua configuração semelhante à sugerida na figura 6.

Os códigos binários tanto do controle proporcional escalonado como do comando liga/desliga são codificados a partir de uma matriz de diodos (como veremos mais adiante) e armazenados em um *latch* capaz de armazenar uma informação na forma paralela ("um bit em cada caixinha") e transmiti-la em forma serial, ou seja, enviar todos os bits por um só caminho em seqüência, con-

2

C	B	A
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

Combinações binárias do controle proporcional escalonado



Chave de controle proporcional escalonado

4

C	B	A
0	0	1
0	1	0
1	0	0

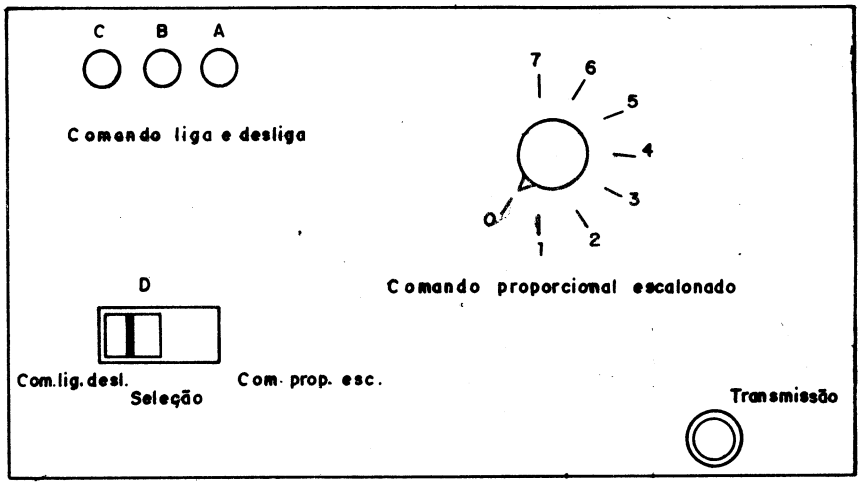
Combinações binárias do liga/desliga

5

D	C	B	A	
	0	0	0	Proporcional escalando
	0	0	1	
	0	1	0	
0	0	1	1	
	1	0	0	
	1	0	1	
	1	1	0	
	1	1	1	
	0	0	1	Liga/desliga
1	0	1	0	
	1	0	0	

Diferenciação entre o liga/desliga e o controle proporcional

6



Posição sugerida das chaves no painel

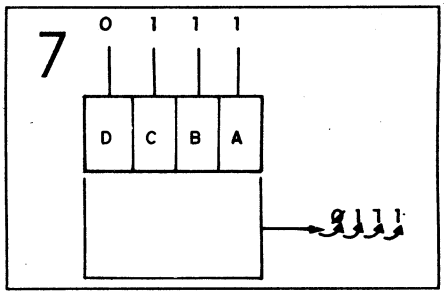
forme visto na figura 7.

Os comandos na forma de trem de pulsos (codificados e em série) são aplicados ao circuito modulador do Transmissor, onde é feita a sua modulação em amplitude e então o sinal é transmitido via RF. Uma vez selecionado o modo de comando pela "chave" D, selecionamos (ou no comando proporcional ou no comando liga/desliga) a informação a ser transmitida pressionando a tecla de transmissão, que liberará a informação já codificada para o modulador.

O Transmissor é constituído de um circuito oscilador que opera na frequência de 27,120MHz. O sinal gerado pelo oscilador é aplicado ao circuito amplificador de RF, sendo modulado em amplitude pelo sinal proveniente do Codificador.

RECEPTOR E DECODIFICADOR

O conjunto de recepção é responsável pela captação dos sinais de comando para acionar os servomecanismos.



Latch e shift register

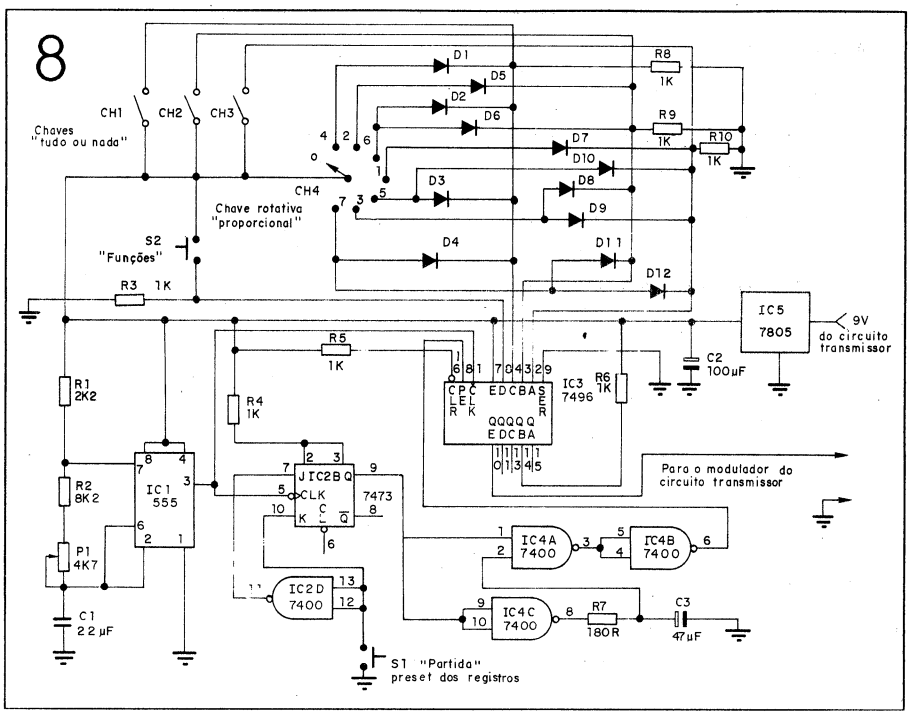
A recepção é constituída por um **Receptor de Rádio Super-Heteródino** e por um **Decodificador** que recebe o trem de pulsos correspondente ao comando e o converte primeiro em sinal paralelo e depois em sinal analógico, para realizar o controle dos servomecanismos.

PARTE 1: CODIFICADOR E TRANSMISSOR

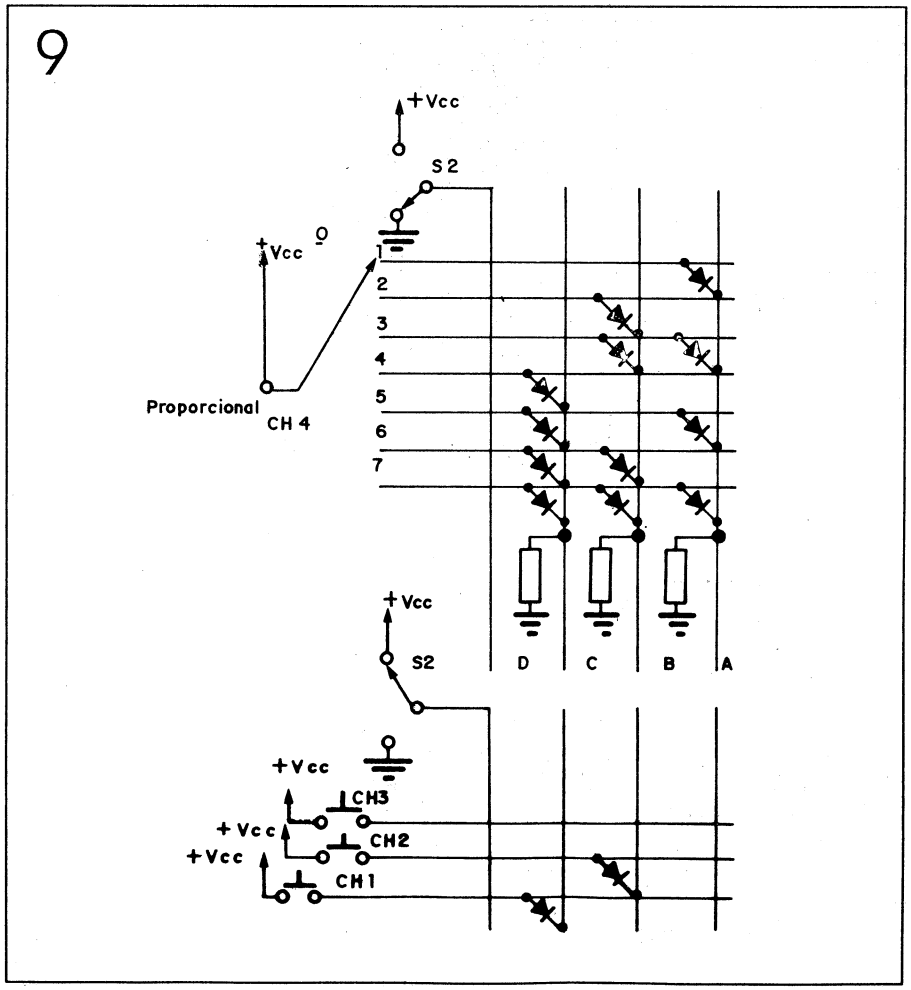
O CIRCUITO

O diagrama esquemático completo do Codificador está mostrado na figura 8. Para um entendimento detalhado da sua operação, vamos estudar parte por parte o circuito.

Como citado anteriormente, para gerarmos os códigos binários a partir de chaves utilizamos alguns diodos dispostos em matriz, de forma a conseguirmos o código desejado com a movimentação de chaves (ver



Esquema do Codificador



Codificação das chaves por matriz de diodos

10

CH4	S2	D C B A
0		- - - -
1		0 0 0 1
2		0 0 1 0
3	0	0 0 1 1
4		0 1 0 0
5		0 1 0 1
6		0 1 1 0
7		0 1 1 1

CH3	CH2	CH1	S2	D C B A
0	0	1		1 0 0 1
0	1	0	1	1 0 1 0
1	0	0		1 1 0 0

Combinações binárias das chaves

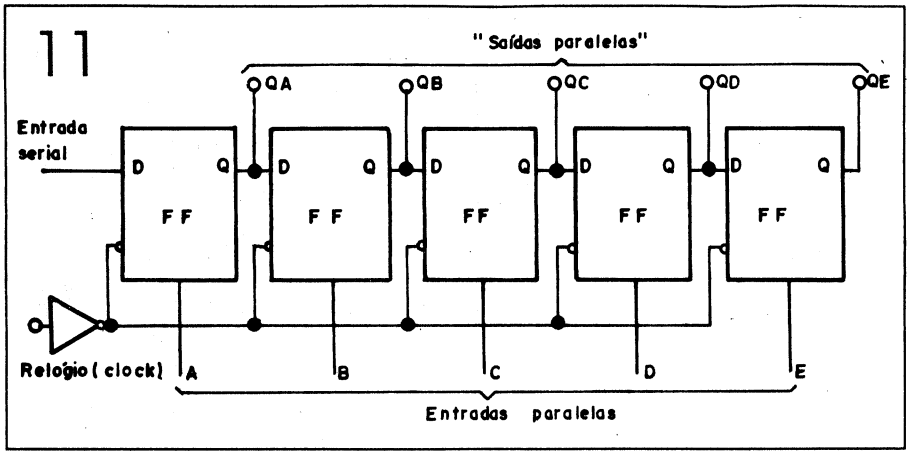
a figura 9).

No comando proporcional escalonado, a chave CH_4 seleciona a linha da matriz que receberá o nível 1 (V_{CC}). Sabendo-se que quando um diodo está diretamente polarizado ele praticamente se torna um curto-circuito, de acordo com a posição das chaves teremos as combinações indicadas na figura 10.

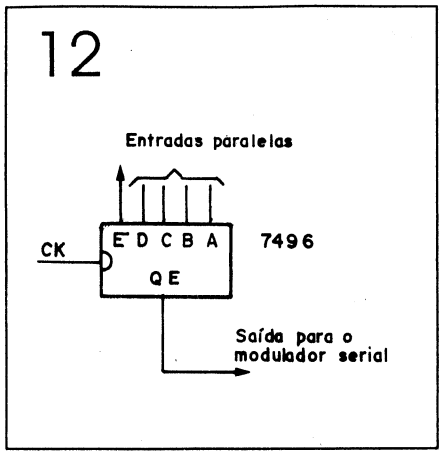
O bit D diferencia o comando proporcional escalonado do comando liga/desliga. Este código binário, selecionado através das chaves, é armazenado em um registrador de deslocamento (o 7496), deslocado e transmitido serialmente da forma mostrada na figura 11.

O bit E é mantido em nível 1; portanto, após cinco pulsos de *clock* (relógio) a informação armazenada nos *flip-flops* internos ao 74LS96 é deslocada para a saída serial, já que a cada pulso de *clock* a saída de um *flip-flop* é transferida para a saída do subseqüente. O módulo de conversão paralela/serial é mostrado na figura 12.

Conforme a seqüência dos pulsos de *clock*, aparecerá em Q_E uma seqüência de níveis lógicos 1+D+C+B+A.



Shift register



Conversão paralela/serial

Após o sexto pulso do relógio, o primeiro bit A seria "perdido" como se tivesse sido deslocado para fora do último registrador. Isto poderá ser melhor observado na figura 13.

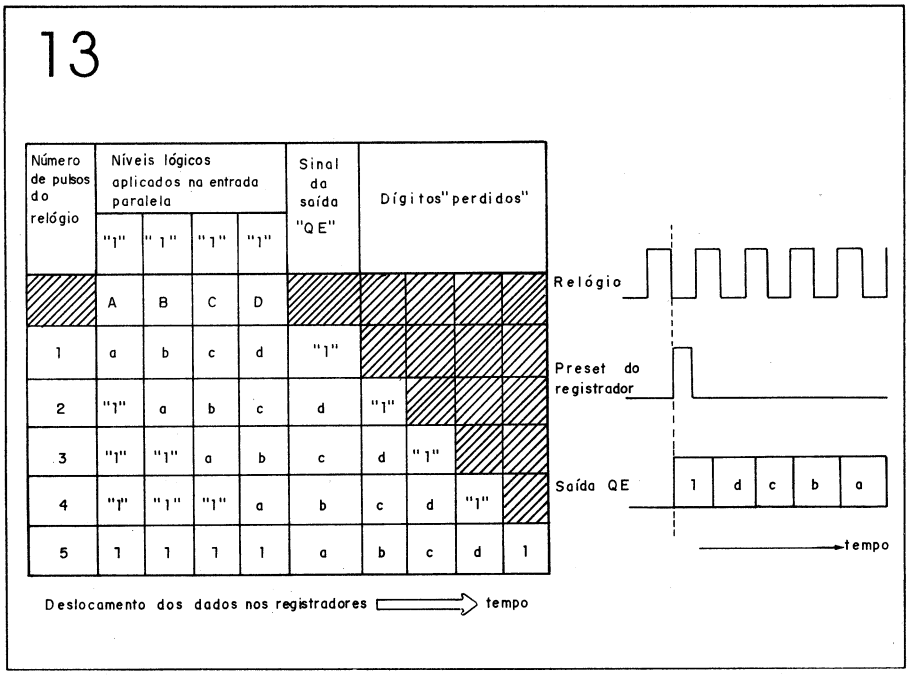
Quando o operador selecionar os dados na "entrada paralela", não aparecerá nenhum pulso na saída serial Q_E, isto é: enquanto a chave S_1 (de "partida") não for acionada, o pulso dado por esta irá "presetar" os registradores de deslocamento através do pino 8 do 7496.

Uma vez pulsada a chave S_1, levamos a entrada K ao nível 0. A entrada J que estava em nível 0 passa para nível 1 devido à ação da porta NAND, conforme podemos ver na figura 14.

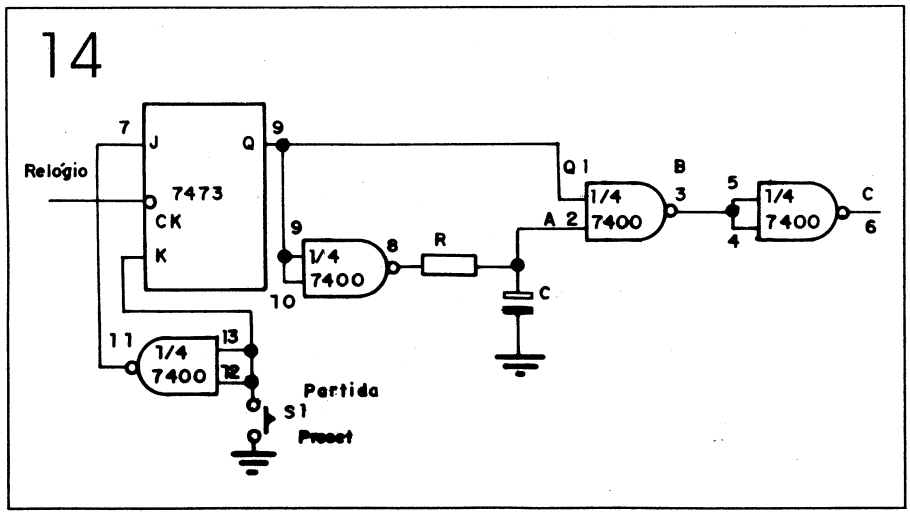
A seqüência de pulsos do circuito gerador de pulso de partida habilitadora do 7496 é mostrada na figura 15.

Para acionar o sistema de função proporcional escalonada, o operador deve pressionar as chaves S_1 e S_2 simultaneamente e, para a função liga/desliga, deve pressionar somente a chave S_1.

O CI_1 (555) gera um pulso de relógio com uma freqüência de aproximadamente 2Hz. O ajuste dessa freqüência é conseguido através do *trimpot* P_1 e por R_1, R_2 e C_1. Traba-

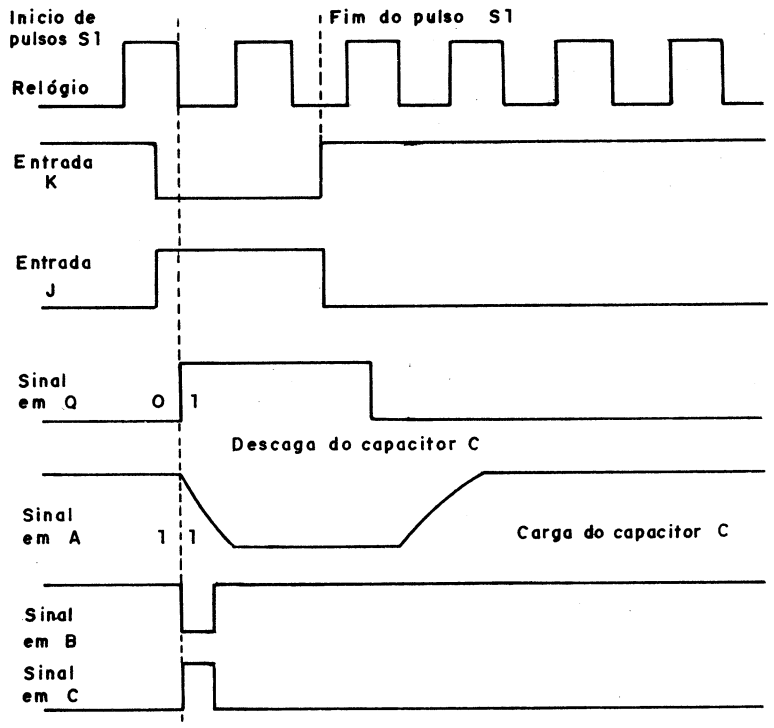


Deslocamento dos dados no tempo



Gerador de pulsos

15



Seqüência de pulsos do gerador

lhar com uma freqüência de *clock* baixa permite-nos um ajuste mais preciso dos dados do Codificador.

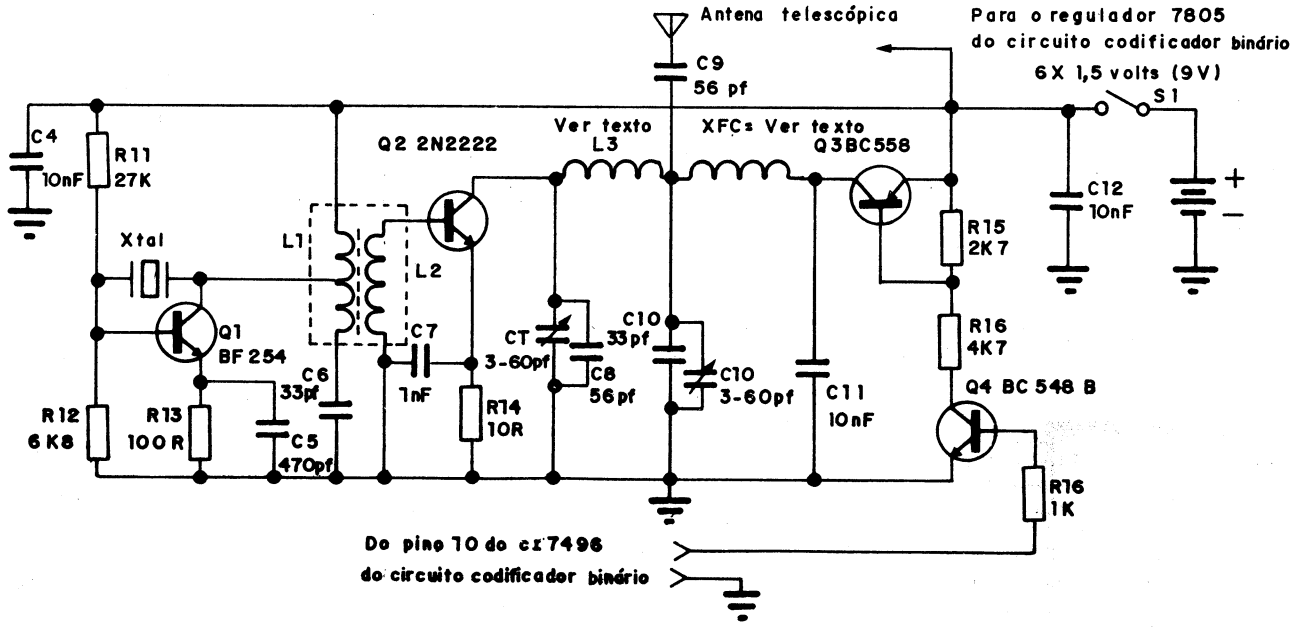
O TRANSMISSOR

No diagrama esquemático da figura 16 podemos ver o Transmissor de Telecomando. Este circuito possui um oscilador constituído pelo transistor Q_1 (BF 254) na configuração *emissor comum*, com a oscilação estabilizada pelo cristal oscilador que está acoplado entre o coletor e a base de Q_1.

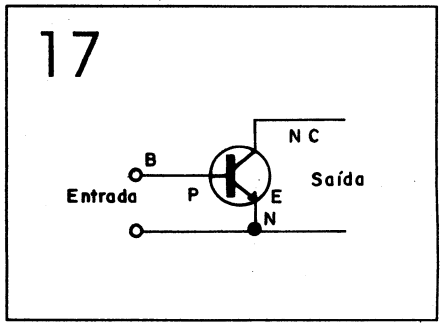
Diz-se que um transistor está na configuração emissor comum quando a entrada do sinal é feita na base e a saída no coletor, tendo o emissor como terminal comum à entrada e à saída, como pode ser visto na figura 17. As características da montagem emissor comum são:

- Sinal de entrada na base e de saída no coletor.
- Ganho de corrente alto.

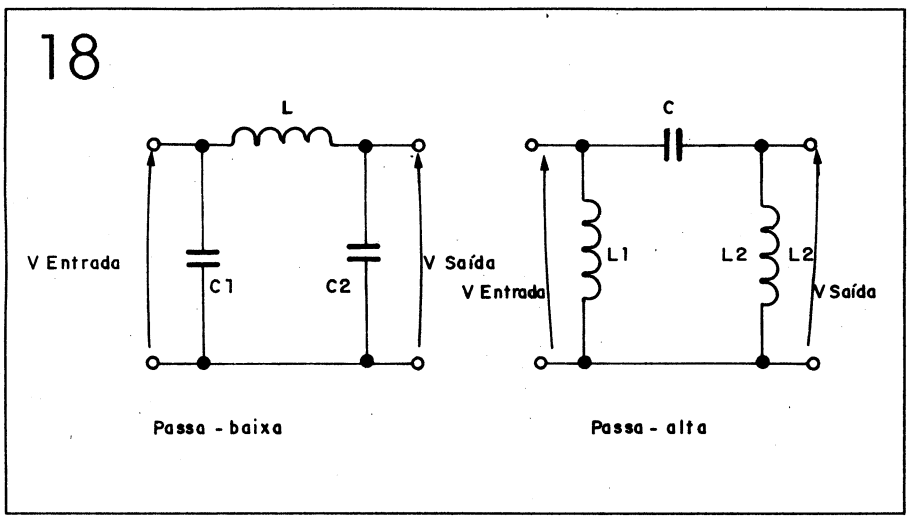
16



Esquema do Transmissor



Transistor em emissor comum



Filtro pi

- Ganho de tensão médio.
- Ganho de potência alto (40 a 50dB).
- Resistência de entrada média.
- Resistência de saída média.
- Defasagem de 180° da base para o coletor.

Este tipo de configuração de cristal é muito estável quanto à variação de freqüência.

O sinal proveniente do oscilador é aplicado à base do transistor Q_2 através da bobina L_2, amplificado e entregue ao circuito de saída. Os transistores Q_3 e Q_4 formam um circuito modulador na etapa final do Transmissor; a modulação é feita em amplitude (AM).

Os *trimmers* (capacitores ajustáveis) Ct_1 e Ct_2, juntamente com o indutor L_3, constituem um circuito de filtro em π, oferecendo a adaptação da impedância do estágio de saída do Transmissor com a da antena.

O filtro π constitui uma variação na formação dos filtros de conhecimento geral (os passa-baixas e passa-altas), pois estes filtros, compostos de células simples, possuem uma atenuação de 20dB por década, o que significa que a cada vez que a freqüência for multiplicada por 10 (uma década), o ganho é reduzido em 20dB. Com a adição de alguns elementos a estes filtros temos a possibilidade de conseguirmos uma atenuação maior que 20dB.

O filtro π proporciona uma resposta em freqüência (em relação ao ganho) considerada como uma sobrepassagem do ganho acima de 0dB, onde a atenuação conseguida está por volta de 40 e 60dB por década. A figura 18 ilustra o esquema do filtro π utilizado.

MONTAGEM E AJUSTE

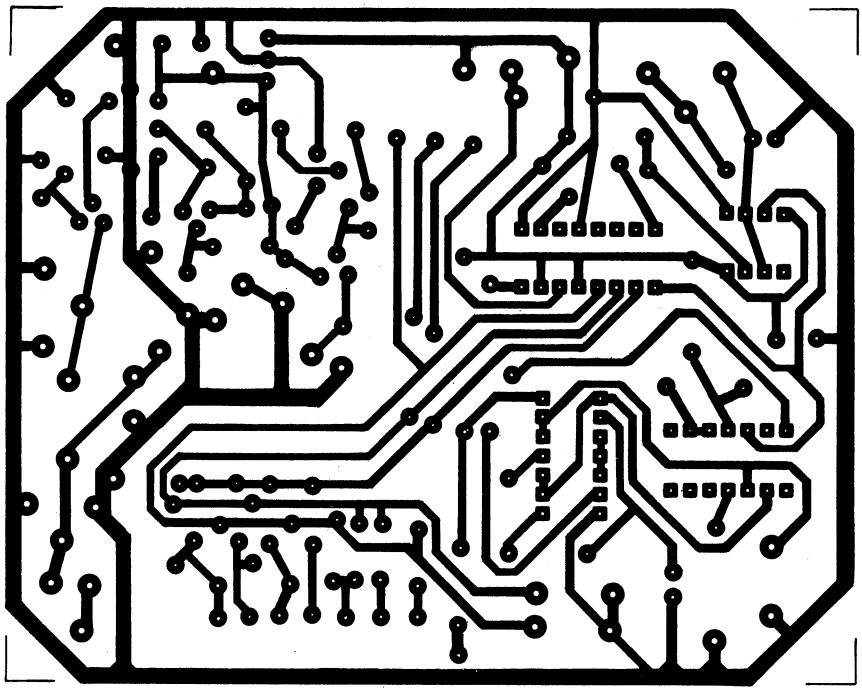
O *layout* completo do Codificador e Transmissor está na figura 19.

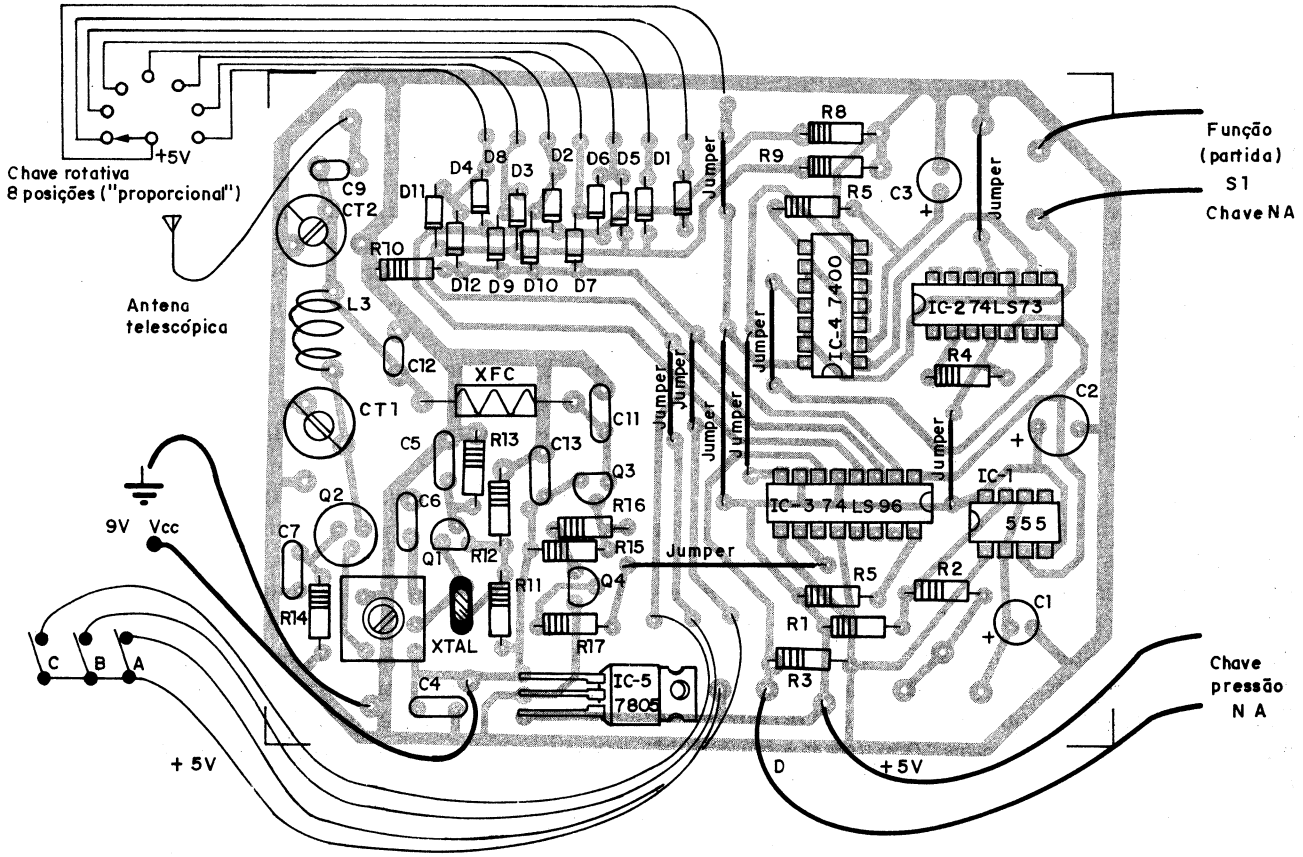
Os circuitos Codificador e Transmissor foram montados em uma placa de fibra de vidro, mas se o leitor preferir poderá montá-los numa placa de fenolite. Diversos cuidados devem ser tomados durante a montagem do circuito:

- Os circuitos integrados devem ser "soquetados" e inseridos no final da inspeção e revisão.
- As bobinas L_1 e L_2 constituem os únicos componentes realmente críticos do circuito (devido à tarefa da sua confecção). No nosso protótipo foi utilizada a fôrma de uma bobina encontrada em sucata de 6mm de diâmetro em núcleo de ferrite. Confeccionamos a bobina L_1 enrolando 9 espiras de fio esmaltado 32AWG com uma derivação central; L_2 é constituída de 2 espiras do mesmo fio sobre a mesma fôrma de L_1.
- O reator de RF é confeccionado enrolando-se aproximadamente 40 espiras do mesmo fio esmaltado da bobina L_1 sobre um resistor de carbono de 100kΩ/1W.
- A bobina L_3 é construída sem fôrma, enrolando-se 7 espiras de fio esmaltado 16AWG com o diâmetro interior de 10mm (o leitor poderá utilizar um lápis como fôrma para enrolar a bobina). Os terminais da bobina devem ser lixados (para a remoção do esmalte) e soldados diretamente na placa de circuito impresso.
- Para montar o painel de comando na função de "tudo ou nada" (liga/desliga) utilizamos chaves interruptoras comuns; para o comando de funções proporcional escalonado é empregada uma chave rotativa do tipo "chave de onda" de 8 posições. As chaves S_1 e S_2 devem estar localizadas próximas uma da outra para facilitar o pressionamento simultâneo das chaves na função "proporcional".

O leitor naturalmente deve estar ciente de que uma montagem de cir-

19





Layout de placa para o Codificador e Transmissor

cuito eletrônico de RF requer todo um cuidado especial e deve sempre conferir a placa de circuito impresso com o *layout* original antes de iniciar a montagem.

Durante a montagem, confira os componentes: valores dos resistores, terminais dos semicondutores, polaridade dos capacitores eletrolíticos e fiações. Não ligue o circuito antes de seguir estas recomendações, pois uma ligação errada poderá danificar vários componentes de uma só vez.

O Codificador e Transmissor, por utilizar circuitos integrados comuns, tem seu consumo de energia bastante previsível; portanto, aconselhamos o uso de pilhas alcalinas.

O circuito é alimentado por uma tensão de 9V (utilizando 6 pilhas de 1,5V obtemos este valor).

Uma vez montado o circuito, iniciaremos o ajuste do Transmissor. O leitor poderá fazer um ajuste preliminar utilizando apenas um multímetro e um Medidor de Campo de RF (damos instruções de como construir um nesta mesma edição).

Coloque o Medidor de Campo próximo à bobina L_1, selecione a faixa de tensão DC na menor escala do multímetro e conecte-o ao Medidor de Campo.

Ajuste o núcleo da bobina até obter o máximo sinal indicado na escala do voltímetro. Este sinal corresponde à ressonância do cristal oscilador com a bobina do transmissor.

Coloque o Medidor de Campo próximo a L_3 e ajuste os *trimmers* Ct_1 e Ct_2 até obter o máximo sinal indicado no voltímetro.

Após este ajuste preliminar, o leitor poderá ajustar a irradiação da radiofreqüência com o auxílio do Medidor de Campo de RF.

O ajuste mais preciso do Codificador e Transmissor deverá ser feito em conjunto com o Receptor, o Decodificador e o Servomecanismo, portanto no final das montagens.

LISTA DE MATERIAL DA PARTE 1

SEMICONDUTORES

- IC1 — 555 (circuito integrado *timer*)
- IC_2 — 7473 (circuito integrado lógico)
- IC_3 — 74LS96 (circuito integrado lógico)
- IC_4 — 7400 (circuito integrado lógico)
- IC_5 — 7805 (circuito integrado regulador +5V)
- D_1 a D_{12} — 1N 4148 (diodo de silício)
- Q_1 — BF 254 (transistor NPN) ou equivalente
- Q_2 — 2N 2219 (transistor NPN) ou equivalente
- Q_3 — BC 327 (transistor PNP) ou equivalente
- Q_4 — BC 548 (transistor NPN) ou equivalente

RESISTORES (todos de 1/8W)

- R_1 — 2k2Ω (vermelho, vermelho, vermelho)
- R_2, R_{12} — 6k8Ω (azul, cinza, vermelho)
- R_3, R_4, R_5, R_6, R_8, R_9, R_{10}, R_{17} — 1kΩ (marrom, preto, vermelho)
- R_7 — 180Ω (marrom, cinza, marrom)
- R_{11} — 10kΩ (marrom, preto, amarelo)
- R_{13} — 100Ω (marrom, preto, marrom)
- R_{14} — 10Ω (marrom, preto, preto)
- R_{15} — 2k7Ω (vermelho, violeta, vermelho)
- R_{16} — 4k7Ω (amarelo, violeta, vermelho)
- P_1 — 4k7Ω (*trimpot* do tipo para montagem "em pé")

CAPACITORES

- C_1 — 22µF/25V (eletrolítico)
- C_2 — 100µF/25V (eletrolítico)
- C_3 — 47µF/25V (eletrolítico)
- C_4, C_{11}, C_{12} — 10nF ou 10kpF (disco cerâmico)
- C_5 — 470pF (disco cerâmico)
- C_6, C_{10} — 33pF (disco cerâmico)
- C_7 — 1nF ou 1kpF (disco cerâmico)
- C_8, C_9 — 56pF (disco cerâmico)
- Ct_1, Ct_2 — 3 - 60pF (*trimmer*)

DIVERSOS

- Indutores (vide texto).
- XTAL — cristal oscilador de 27,120MHz (faixa de telecomando)
- Soquetes para os CIs, 3 chaves de 2 posições tipo JOTO, 2 chaves tipo botão NA (normalmente aberto), 1 chave rotativa de 8 posições do tipo "chave de onda", 1 antena telescópica, placa de circuito impresso (ver texto), caixa de montagem, fios, solda, etc.

PARTE 2: RECEPTOR SUPER-HETERÓDINO

Agora nosso assunto é a preparação de um circuito receptor para o nosso Controle Remoto. O leitor poderá utilizar para este fim o **Receptor Super-Heteródino de 3 a 50MHz em AM** (montagem publicada na Eléctron número 40). Se no entanto preferir uma montagem de dimensões reduzidas (já que funcionará como receptor de controle remoto), sugerimos um novo *layout* de circuito impresso para o circuito.

A figura 21 mostra o circuito impresso completo, sendo na figura 20 mostrado o esquema completo do Receptor com algumas modificações no circuito oscilador e no circuito de sintonia (em relação ao já publicado), visando com estas modificações a sua miniaturização e especialização na aplicação do Controle Remoto.

MONTAGEM

Todos os resistores são de $^1/_8$W e foram montados neste protótipo na posição "em pé", de forma a reduzir a área física do circuito impresso.

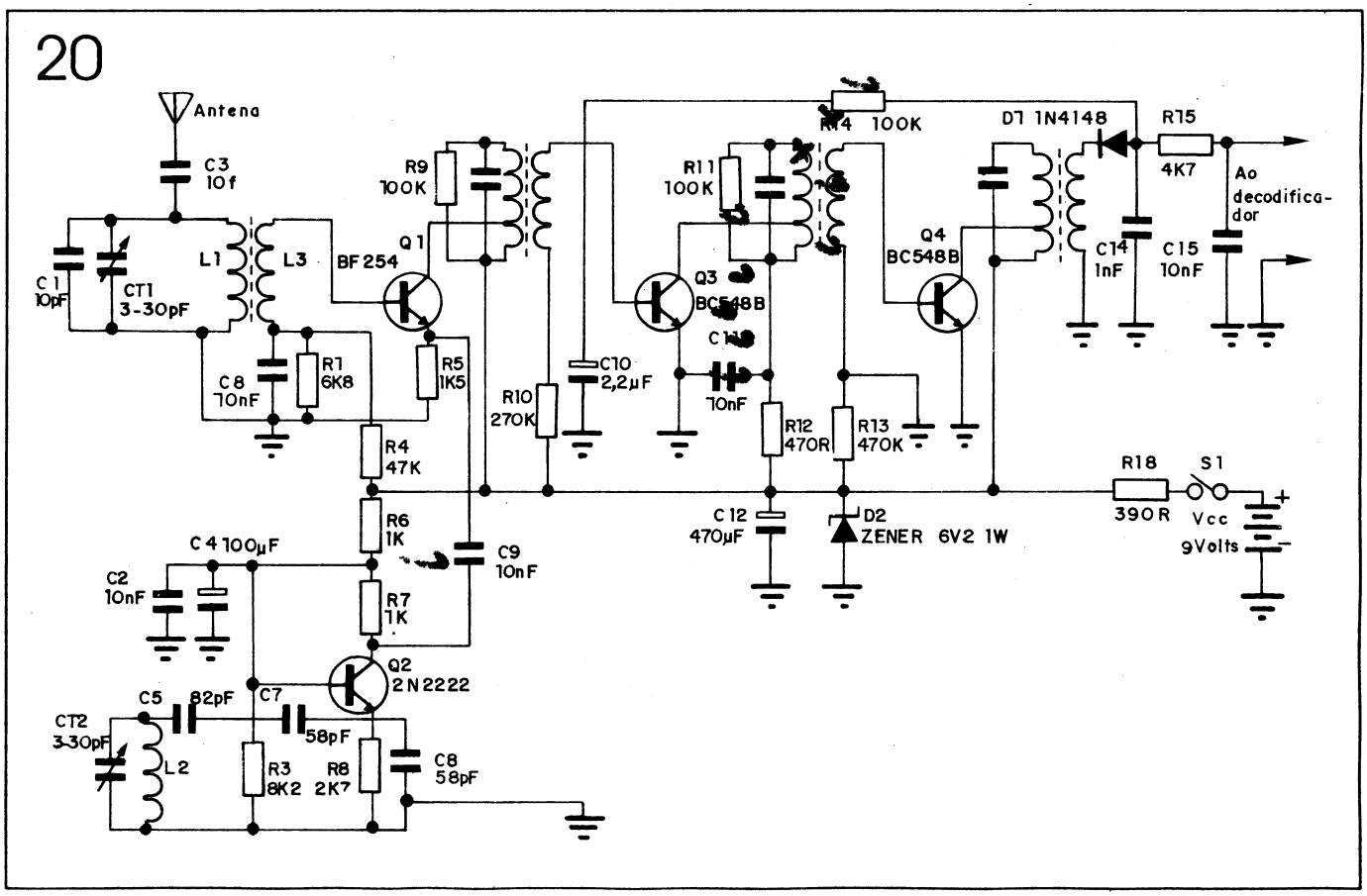
A fase mais crítica da montagem do circuito é a construção das bobinas. As três bobinas (L_1, L_2 e L_3) são enroladas numa mesma fôrma de 6mm de diâmetro com núcleo de ferrite, com fio esmaltado de bitola 30AWG. As diferenças entre elas são que:

- As bobinas L_1 e L_2 sao feitas com 7 espiras de fio cada uma, sendo L_1 com núcleo de ferrite.
- O indutor L_3 é feito enrolando-se 4 espiras de fio.

Para a montagem da placa do circuito impresso devem ser seguidas as recomendações apresentadas no artigo sobre o Receptor de AM da Eléctron número 40.

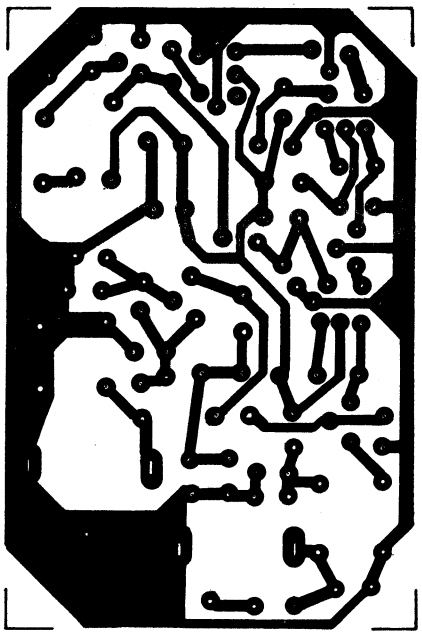
AJUSTE E CALIBRAÇÃO

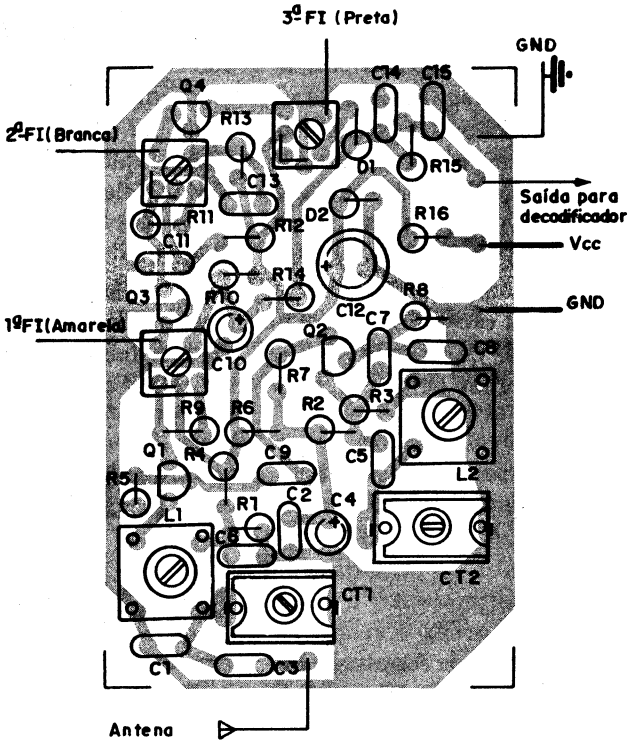
O leitor poderá fazer um ajuste preliminar do Receptor ligando-o a um amplificador de áudio.



Esquema do Receptor

21





Layout da placa

LISTA DE MATERIAL DA PARTE 2

SEMICONDUTORES

- Q_1 — BF 254 (transistor NPN) ou equivalente
- Q_2 — 2N 2222 (transistor NPN) ou equivalente
- Q_3,Q_4 — BC 548B (transistor NPN) ou equivalente
- D_1 — 1N 4148 (diodo de sinal)
- D_2 — 6V2 (diodo Zener de 1W)

RESISTORES

- R_1 — 6k8Ω (azul, cinza, vermelho)
- R_2 — 15kΩ (marrom, verde, laranja)
- R_3 — 8k2Ω (cinza, vermelho, vermelho)
- R_4 — 47kΩ (amarelo, violeta, laranja)
- R_5 — 1k5Ω (marrom, verde, vermelho)
- R_6, R_7 — 1kΩ (marrom, preto, vermelho)
- R_8 — 2k7Ω (vermelho, violeta, vermelho)
- R_9, R_{11} — 100kΩ (marrom, preto, amarelo)
- R_{10} — 270kΩ (vermelho, violeta, amarelo)
- R_{12} — 470Ω (amarelo, violeta, preto)
- R_{13} — 470kΩ (amarelo, violeta, amarelo)
- R_{14} — 100kΩ (marrom, preto, amarelo)
- R_{15} — 4k7Ω (amarelo, violeta, vermelho)
- R_{16} — 390Ω (laranja, branco, marrom)

CAPACITORES

- C_1, C_3 — 10pF (disco cerâmico)
- C_2, C_6, C_9, C_{11}, C_{13}, C_{15} — 10nF ou 10kpF (disco cerâmico)
- C_4 — 100µF/16V (eletrolítico)
- C_5 — 82pF (disco cerâmico)
- C_7, C_8 — 56pF (disco cerâmico)
- C_{10} — 2,2µF/16V (eletrolítico)
- C_{12} — 470µF/16V (eletrolítico)
- C_{14} — 1nF ou 1kpF (disco cerâmico)
- Ct_1, Ct_2 — 3–30pF *(trimmer)*

INDUTORES

- Bobinas de FI: amarela, branca e preta (pequena, conforme mostrado no mapa de componentes).
- L_1, L_2, L_3 — ver texto.

DIVERSOS

- Placa de circuito impresso (ver texto), antena tipo telescópica, suporte de pilhas para 6 pilhas, chave liga/desliga, fios, solda, etc.

Primeiramente ligue o Receptor numa alimentação de 9V. Ajuste o núcleo de L_2 numa posição média dentro da sua fôrma. Vagarosamente vá variando o capacitor Ct_2 até sintonizar alguma estação de radioamador da Faixa do Cidadão. Ajuste o Ct_1 sintonizando esta estação; finalmente, mude a posição do núcleo da bobina, vagarosamente, até obter o máximo do sinal recebido (ou então use o Medidor de Campo de RF que ensinamos a montar nesta edição).

O leitor poderá dar um pequeno retoque no ajuste girando os núcleos das bobinas de FI (freqüência intermediária) para obter o máximo do sinal na saída. Convém lembrar apenas que as bobinas vêm pré-calibradas de fábrica e na maioria das vezes não é necessário retocar a calibração "a olho". Se preferir um ajuste mais preciso, utilize um gerador de RF para calibrar o Receptor (aconselhamos o ajuste com este aparelho aos leitores com prática neste tipo de calibração).

Terminados estes procedimentos de calibragem, ligue o Transmissor de Telecomando e tente sintonizar o sinal transmitido no Receptor. O leitor ouvirá um trem de pulsos semelhante a um chiado, conhecido como "sopro de RF".

Evidentemente, toda operação de calibragem entre o Transmissor e o Receptor deve ser repetida por várias vezes até se obter o funcionamento ideal.

PARTE 3: DECODIFICADOR

Este Decodificador de Controle Remoto consegue identificar o código binário enviado pelo nosso Transmissor e diferenciar o código referente ao controle proporcional escalonado do código referente ao sistema liga/desliga, enviando ao sistema do servomecanismo um comando designado a cada função.

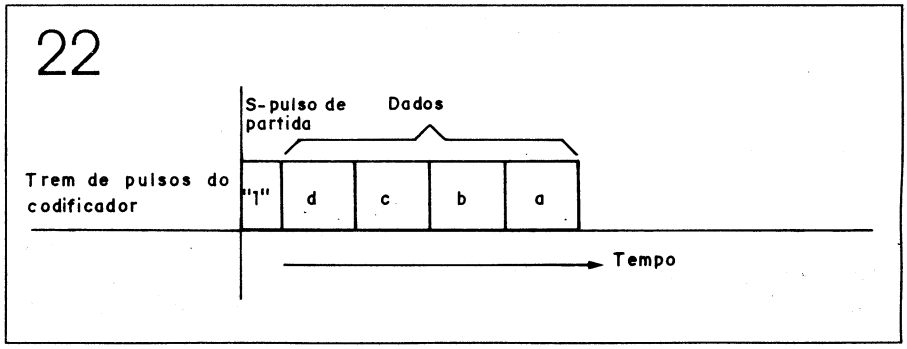
FUNCIONAMENTO

O circuito do Decodificador recebe um trem de pulsos do Receptor constituído por um pulso de "partida" em nível alto, seguido por 4 pulsos que formam um código binário de acordo com a codificação emitida pelo Transmissor de Comando Digital; isso pode ser observado na figura 22.

Na figura 23 apresentamos o diagrama em blocos do Decodificador.

O bloco inicial é um circuito *Schmitt-trigger* que "quadra" o sinal vindo do Receptor, permitindo que os níveis digitais sejam entendidos pelos outros blocos.

O gerador de pulsos do temporizador gera um sinal com período correspondente ao período do trem de



Formato dos dados enviados pelo Transmissor

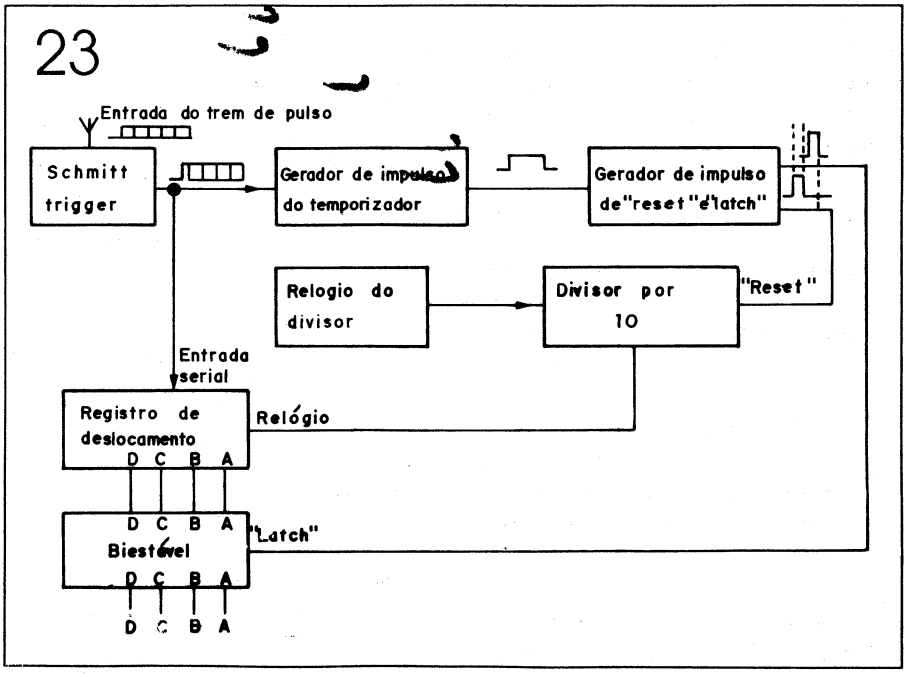
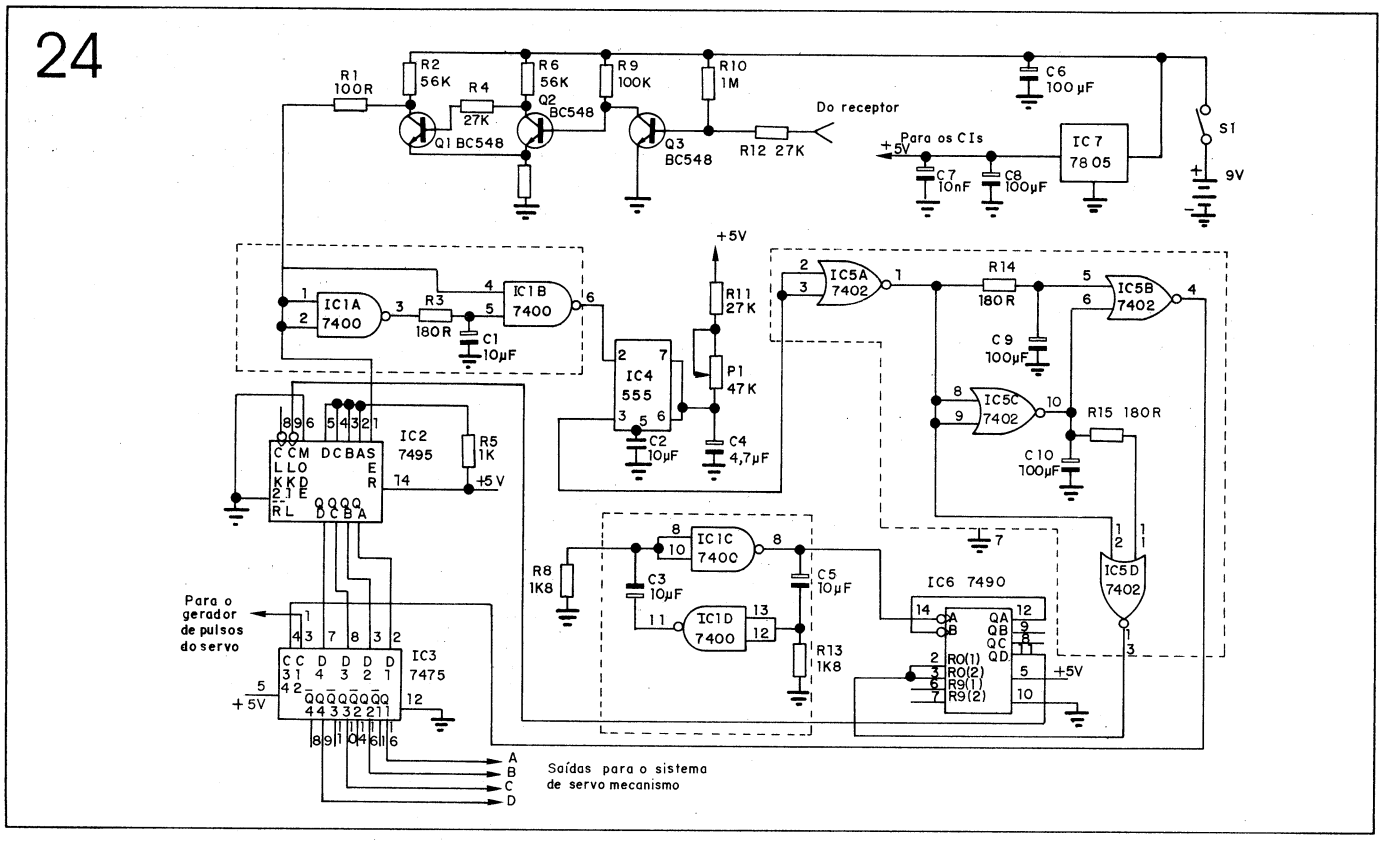


Diagrama de blocos do Decodificador



Esquema elétrico

pulsos que foi recebido, de forma a sincronizar o Decodificador com o sinal recebido.

Os impulsos de *reset* e *latch* indicam respectivamente o início da recepção do sinal — coincidindo com o nível 1 de sincronismo — e o fim da recepção da informação, de forma a disparar o *latch* que grava a informação recebida.

O registrador de deslocamento recebe os dados (bits) seriais e, a cada pulso de *clock* disparado pelo relógio, desloca a informação, permitindo que os 4 bits sejam recebidos.

O CIRCUITO

Na figura 24 temos o esquema elétrico completo do nosso Decodificador.

O trem de pulsos codificados recebidos pelo Rádio-Receptor é aplicado a um amplificador (constituído pelo transistor Q_3) e em seguida a um circuito quadrador *(Schmitt-trigger)* constituído pelos transistores Q_1 e Q_2.

As duas portas NAND (IC_{1A} e IC_{1B}) constituem o bloco gerador de impulso, que dispara um oscilador monoestável que tem como elemento principal um circuito integrado 555 (IC_4). Este circuito gera um pul-

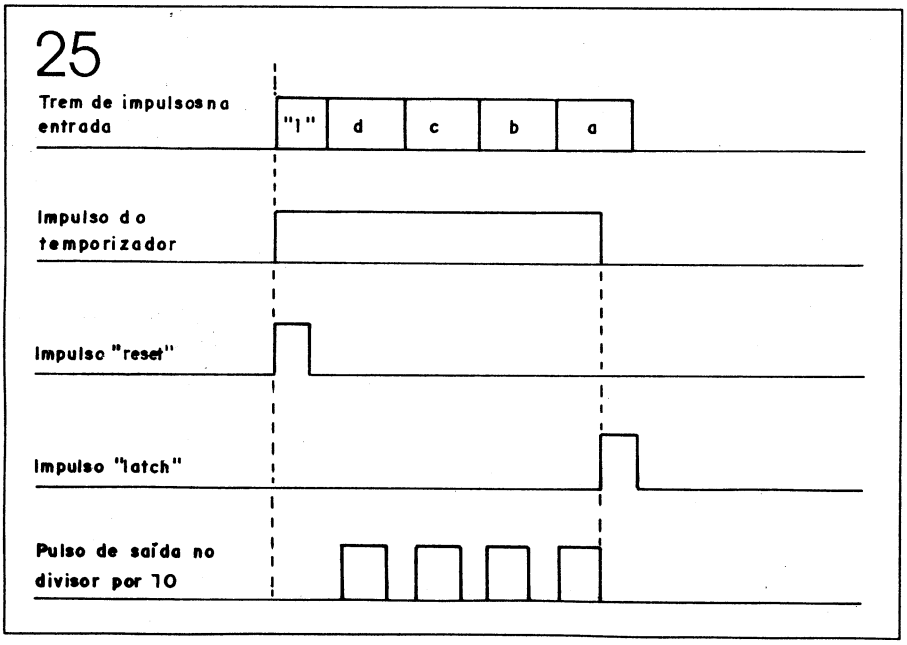


Diagrama dos sinais sincronizados

so retangular de período idêntico ao dos pulsos de sincronismo e dos 4 pulsos seriais codificados que foram transmitidos. Este período é importante para sincronizar o Decodificador com o sinal recebido, conforme ilustra a figura 25.

A saída do monoestável dispara um outro oscilador que gera dois pulsos de duração pequena, um no início do pulso do monoestável e outro no fim. Este estágio é formado por 4 portas lógicas NOR contidas no IC_5 (7402).

Um dos pulsos serve para "resetar" o contador/divisor por 10 e o outro é aplicado ao circuito integrado IC_3 (7475 — *latch*), de forma tal que a informação aplicada às suas entradas (D_4, D_3, D_2, D_1) seja memorizada e mantida na saída por um certo período de tempo, até que surja um novo trem de pulsos na entrada do Decodificador.

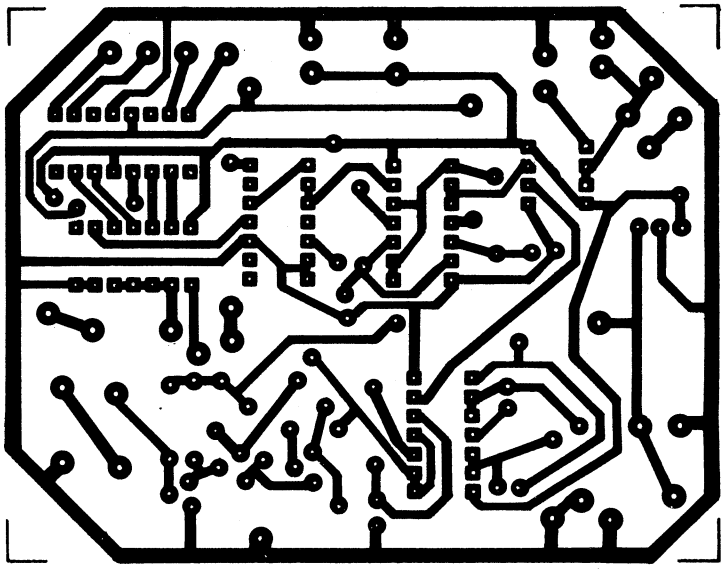
Um breve pulso proveniente da porta lógica NOR IC_{5D} (pino 13) é aplicado aos pinos 2 e 3 de cada divisor do IC_6 (7490), zerando assim este contador para que ele recomece a contagem em sincronismo com os dados recebidos na entrada do Decodificador.

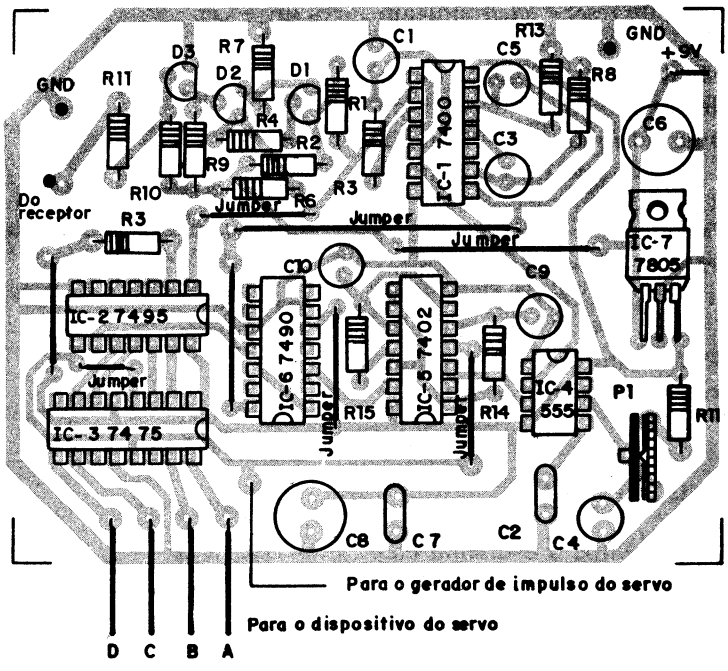
O circuito oscilador formado pelas portas lógicas IC_{1C} e IC_{1D} gera um sinal com freqüência 10 vezes menor do que o relógio do Codificador. Este sinal, ao ser dividido por 10 pelo IC_6 (7490), gera em sua saída (pino 11) um sinal idêntico ao *clock* (relógio) da etapa do Codificador, portanto sincronizando Codificador e Decodificador.

O sinal de relógio sincronizado é aplicado ao 7495 (IC_2), que é um *shift register* (registrador de deslocamento). A cada pulso de relógio teremos na saída a contagem binária correspondente aos pulsos seriais aplicados na sua entrada serial (pino 1).

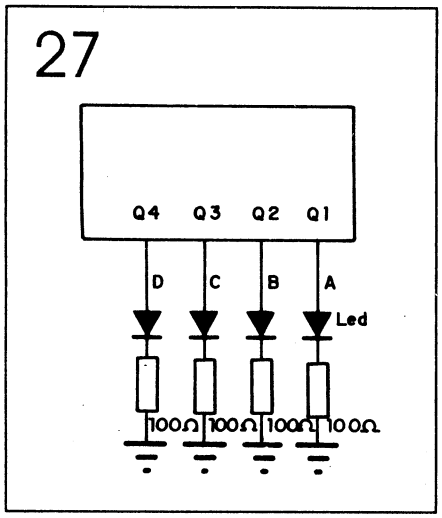
Agora vejamos: após a contagem dos 4 pulsos correspondentes ao código binário recebido, um pulso de período pequeno proveniente da porta lógica IC_{5B} é aplicado aos pinos 13 e 4 do IC_3 (7475 — *latch*) e faz com que este grave em suas saídas os sinais que estavam presentes nas suas entradas no momento do pulso nos pinos 13 e 4. Estes sinais se manterão em suas saídas até que uma outra informação seja enviada pelo operador e se apresente na entrada do Decodificador.

26





Layout da placa e disposição dos componentes



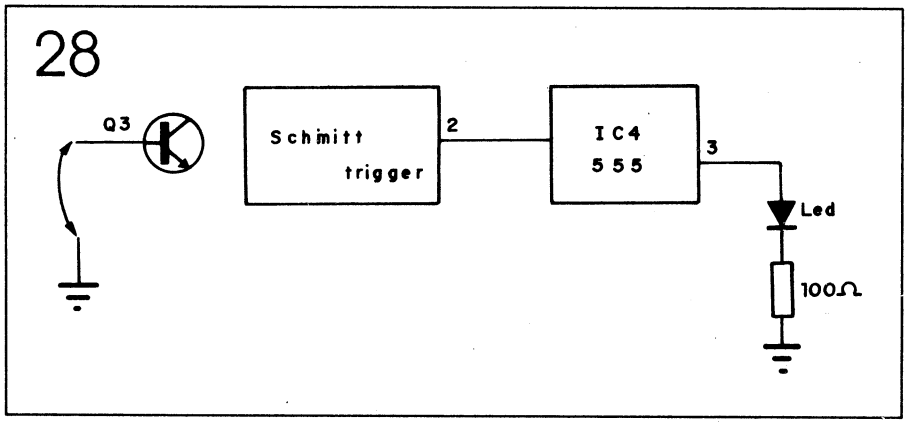
LEDs de teste

MONTAGEM

O desenho da placa de circuito impresso e a distribuição dos componentes aparecem na figura 26.

Sugerimos que os circuitos integrados sejam encaixados em soquetes, para facilitar a eventual manutenção. Para iniciar a montagem, comece justamente pelos soquetes dos CIs; procure verificar a referência da pinagem antes de soldá-los.

A montagem não é crítica. Sempre deve-se lembrar que, terminada a montagem do circuito na placa, é necessário conferir com extremo cuidado as ligações, os valores dos componentes e a polaridade dos capacitores eletrolíticos e transistores, antes de conectar o circuito à fonte de alimentação.



Teste do temporizador

AJUSTE E PROVA

Para o ajuste do Decodificador, o leitor necessitará do Codificador/Transmissor e do Receptor. Conecte a saída do receptor na entrada do Decodificador e ligue quatro LEDs nas saídas ABCD do decodificador, conforme mostra a figura 27. Alimente o circuito adequadamente, com uma tensão de 9 volts.

Para comprovar o temporizador, desconecte o receptor, conecte o LED ao pino 3 do IC_4 (555) e dê um breve "aterramento" na entrada do amplificador no *trigger* Q_3 (ver figura 28). Com isso o LED deverá acender brevemente; repita a operação ajustando o *trimpot* P_1.

Agora conecte o LED no pino 11 do 7490 e observe se ele acende pe-

LISTA DE MATERIAL DA PARTE 3

SEMICONDUTORES

- Q_1, Q_2, Q_3 — BC 548 (transistor NPN)
- IC_1 — 7400 (circuito integrado lógico)
- IC_2 — 7495 (circuito integrado com *shift register* de 4 bits)
- IC_3 — 7475 (circuito integrado biestável com *latch*)
- IC_4 — 555 (circuito integrado *timer*)
- IC_5 — 7402 (circuito integrado lógico)
- IC_6 — 7490 (circuito integrado contador de década)
- IC_7 — 7805 (circuito integrado regulador de tensão)

RESISTORES

- R_1 — 100Ω (marrom, preto, marrom)
- R_2, R_6 — 56kΩ (verde, azul, laranja)
- R_3, R_{14}, R_{15} — 180Ω (marrom, cinza, marrom)
- R_4, R_{11}, R_{12} — 27kΩ (vermelho, violeta, laranja)
- R_5 — 1kΩ (marrom, preto, vermelho)
- R_8, R_{13} — 1k8Ω (marrom, cinza, marrom)
- R_9 — 100kΩ (marrom, preto, amarelo)
- R_{10} — 1MΩ (marrom, marrom, verde)
- P_1 — 47kΩ (*trimpot* para montagem "em pé")

CAPACITORES

- C_1, C_3, C_5 — 10µF/16V (eletrolítico)
- C_2, C_7 — 10nF ou 10kpF (disco cerâmico)
- C_4 — 4,7µF/16V (eletrolítico)
- C_6, C_8, C_9, C_{10} — 100µF/16V (eletrolítico)

DIVERSOS

- Placa de circuito impresso (ver texto), porta-pilhas, chave interruptora, fios, solda, etc.

riodicamente. Os pulsos breves de acionamento do temporizador e o circuito gerador de pulso de *latch* e *reset* podem ser observados com um multímetro na escala de tensão CC.

Comprovado o funcionamento total do circuito, selecione uma das funções no Codificador e pressione o botão de partida. Um trem de pulsos aparecerá na entrada do *trigger*, onde o leitor poderá comprovar o funcionamento do Decodificador através do LED. Se o Decodificador estiver em perfeito estado de funcionamento, o LED conectado à sua saída deverá acender de modo aparentemente aleatório (na verdade, de acordo com a combinação binária escolhida no Codificador). Se a reprodução dos dados na saída não for correta, ajuste o *trimpot* P_1 para que o impulso de início e fim de contagem coincidam com o período gasto para se realizar a transição dos 4 bits codificados na entrada serial do IC_2 (7495).

O leitor poderá também dar um pequeno ajuste no relógio do circuito codificador através do "pot" P_1 (4k7Ω). Quando o período dos dados de "partida" e bits codificados do Transmissor coincidir aproximadamente com o período do temporizador do Decodificador, aparecerão os dados corretos nas saídas ABCD.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em caso de necessidade de ajustes mais críticos, o leitor poderá experimentar e alterar os valores dos capacitores; sugerimos mudar C_4 para 10µF e os capacitores do circuito gerador de pulso de *reset* e *latch* para 100µF e 220µF respectivamente.

Convém observar que o relógio do divisor por 10, constituído pelo IC_6 (7490), não possui ajuste de freqüência. Portanto, o período de deslocamento de dados do Codificador deve ser ajustado de maneira a coincidir com o relógio de registro de deslocamento de dados, IC_2 (7495). Coincidindo ambos os relógios dos registros, teremos o IC_2 contando os 4 bits aplicados na sua entrada.

O ajuste mais confiável possível pode ser realizado com o auxílio de um freqüencímetro e um osciloscópio de duplo traço.

PARTE 4: CONTROLE DE POSIÇÃO PARA SERVOMECANISMO

Há várias formas de se conseguir o controle de posição do servomecanismo do nosso sistema de Radiocontrole. O Decodificador apenas armazena os dados transmitidos e não é suficiente para separar os dados para os comandos (proporcional escalonado e liga/desliga).

Como dito no início, com estes módulos de Radiocontrole pode-se transmitir, receber e decodificar o sinal transmitido, bem como testar todos os módulos de forma independente ou em conjunto. A partir da próxima edição, veremos alguns circuitos de servomecanismos acionados pelo nosso Controle Remoto.

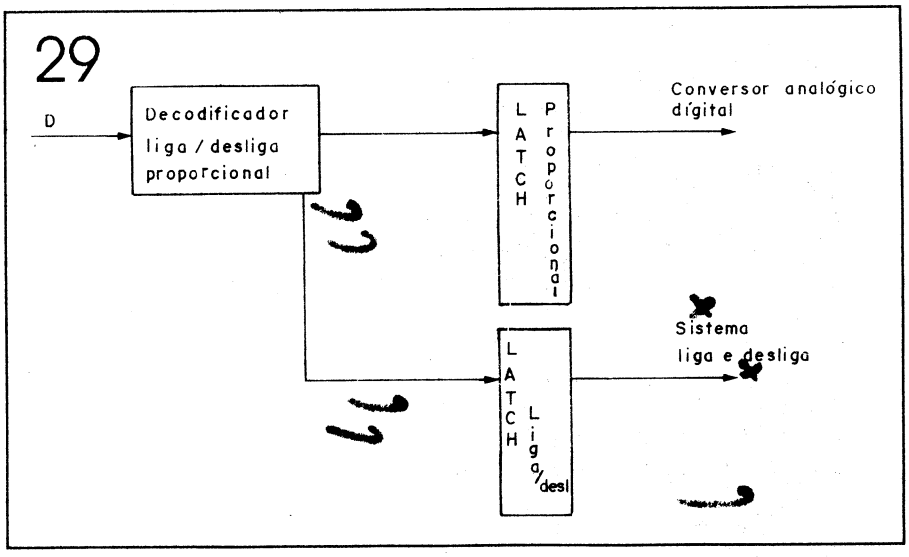
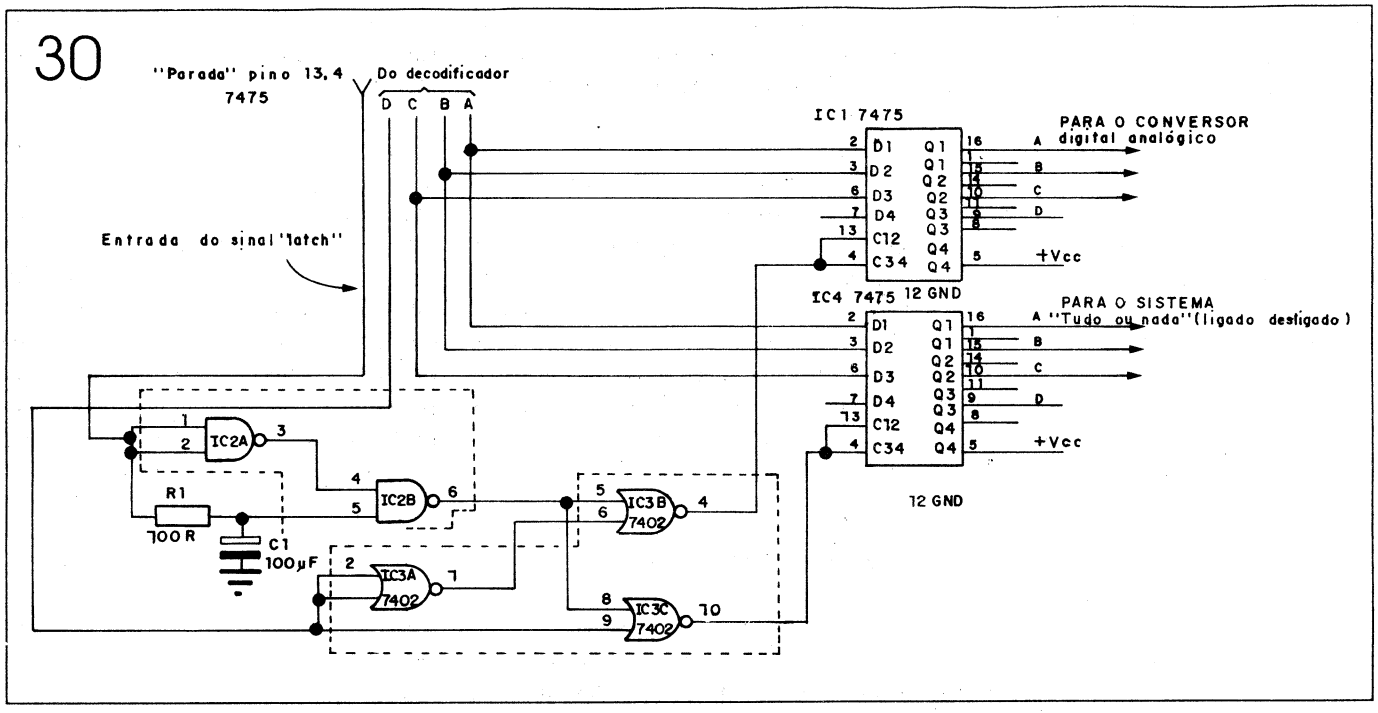


Diagrama de blocos do Separador de Dados

FUNCIONAMENTO

O bit D do dado recebido é o que indica qual comando está sendo selecionado. Se ele está em 1 é um comando liga/desliga; se está em 0 é um comando para o sistema proporcional escalonado.

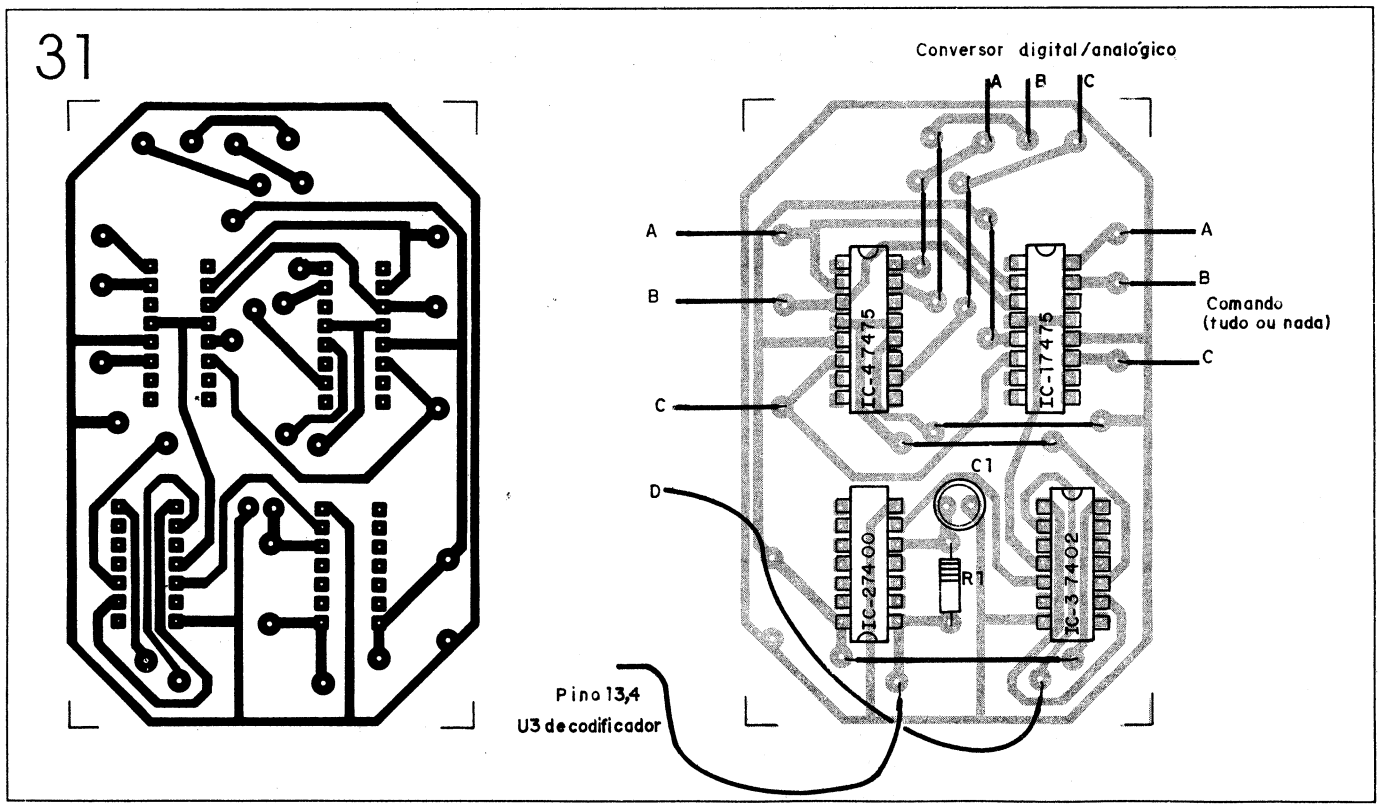


Esquema do circuito

Na figura 29 apresentamos o diagrama em blocos do Controle de Separação de Dados. O bloco decodificador identifica a partir do bit D se a informação corresponde ao sistema proporcional ou ao liga/desliga e habilita o *latch* correspondente, tornando a informação de controle disponível para o servomecanismo.

O CIRCUITO

O circuito decodificador (figura 30) é formado pelos CIs 7400 (IC_2) e



Layout da placa e mapa dos componentes

7402 (IC_3), portas lógicas NAND e NOR respectivamente. Este circuito identifica o nível lógico do bit D e a partir deste nível aciona os *latches* IC_1 ou IC_2, de forma que estes armazenem a informação recebida deixando-a disponível para o servomecanismo por um certo período de tempo, ou até que uma nova informação seja recebida. A resposta do circuito decodificador é dada na figura 32.

32	D	Pino 4 IC-3	Pino 10 IC-3	Pino 4 e 3 IC-1	Pino 4 e 3 IC-4
Proporcional escalonado	0	0	1	0	1
Liga/desliga	1	1	0	0	1

Tabela de resposta do Decodificador

MONTAGEM

Na figura 31 apresentamos o *layout* completo do Separador de Dados.

Por ser esta uma placa muito simples, certamente não existirão problemas na sua montagem. As recomendações são as habituais: montagem dos *chips* em soquetes para facilitar a manutenção, cuidado com a polaridade das peças, etc. **E**

LISTA DE MATERIAL DA PARTE 4

SEMICONDUTORES

- IC_1, IC_4 — 7475 (biestável com *latch)*
- IC_2 — 7400 (4 portas NAND de 2 entradas)
- IC_3 — 7402 (4 portas NOR de 2 entradas)

RESISTOR

- R_1 — 180Ω (marrom, cinza, preto)

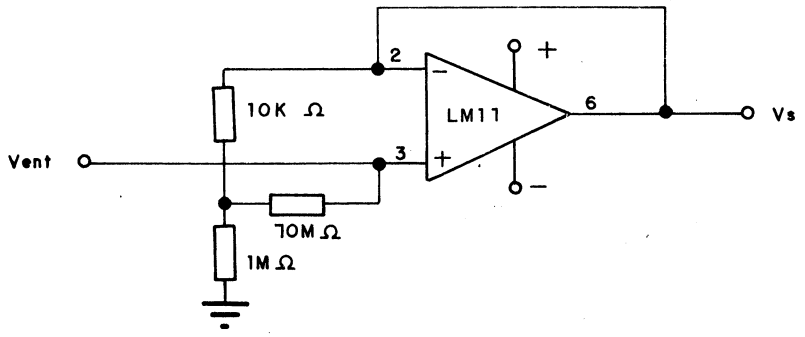
CAPACITOR

- C_1 — 100μF/16V (eletrolítico)

CIRCUITOS BÁSICOS

SEGUIDOR DE ALTÍSSIMA IMPEDÂNCIA

Este circuito tem ganho unitário de tensão, mas a sua impedância de entrada é de 1000 MΩ (10^9Ω!), servindo para aplicações em instrumentação. A fonte deve ser simétrica de 6 a 12V e os componentes devem ser de boa qualidade. O circuito integrado LM 11 é da National Semiconductor, que o sugere nesta aplicação.



Por GETÚLIO MATTOS

CONVERSORES A/D E D/A

ANALÓGICO E DIGITAL

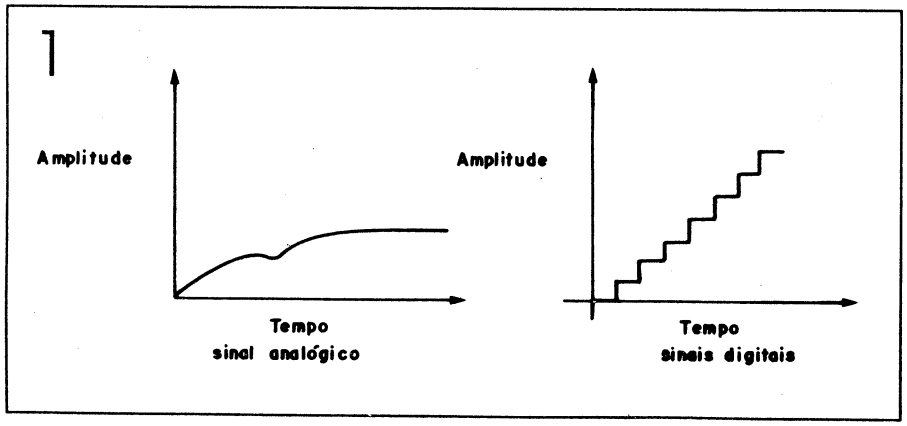
Ouvimos os termos "analógico" e "digital" o tempo todo quando nos relacionamos com circuitos eletrônicos. Mas, afinal de contas, o que é isso?

O termo **analógico** pode ser entendido como "proporcional", "semelhante". Por exemplo, se medimos o comprimento de um objeto com uma régua ou uma tensão com um voltímetro galvanométrico, estamos **comparando** duas grandezas e dando uma como referência da outra (daí a definição de analogia).

Quando se determina a quantidade de pulsos produzidos pelo platinado de um veículo por unidade de tempo, ou o número de garrafas que passam diante de um sensor numa esteira transportadora, o que se realiza é uma **contagem**; daí o nome **digital** (do latim *digitus*, dedo, em referência ao ato de contar nos dedos).

Uma grandeza analógica descreve uma **função contínua** quando representada num gráfico (com um número infinito de possíveis valores intermediários). Grandezas digitais variam de forma **escalonada, quantizada** ou ainda de forma diretamente **numérica**, sendo o sinal digital um grupo de impulsos de valor fixo, representativos de um número. Na figura 1 temos o gráfico em função do tempo dos sinais analógicos e digitais.

Os sinais eletrônicos, tanto os de tensão quanto os de corrente, em muitos casos variam **linearmente** (em proporção direta) quando usados para a conversão de fenômenos mecânicos ou térmicos em fenômenos elétricos. Isso ocorre em sensores de temperatura (que transformam medidas de temperatura em sinais eletrônicos), sensores de deslocamento e posição e sensores de pressão. Em todos estes casos o controle do processo é feito através de sinais analógicos.



Sinal analógico e sinal digital em função do tempo

Também existem aplicações que necessitam de sinais eletrônicos que assumam **valores binários**, isto é, somente os valores "0" ou "1", "ligado" e "desligado", "aceso" e "apagado", etc. Nestes casos utilizamos os sinais digitais, como por exemplo em circuitos de microcomputadores, relógios digitais e outros controladores específicos.

Quando necessitamos que um sistema de controle de processos seja interligado a um computador ou a qualquer dispositivo digital, são necessários circuitos que convertam os sinais analógicos em sinais digitais: esses circuitos são chamados **codificadores** ou **conversores analógico-digitais (A/D)**. Para convertermos sinais digitais em analógicos utilizamos circuitos chamados **decodificadores** ou **conversores digital-analógicos (D/A)**.

O CONVERSOR D/A

A conversão digital-analógica pode ser executada mediante diversas configurações de circuitos. Mostraremos os métodos de conversão mais usados; nesses circuitos utilizamos o *amplificador operacional*.

Para melhor compreensão dos circuitos, faremos algumas considerações básicas sobre o amplificador operacional. Características principais:

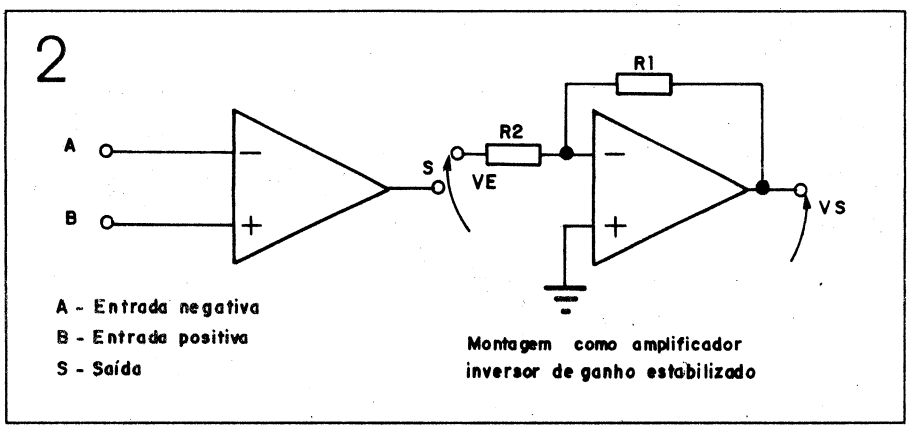
- Alta impedância de entrada.

- Baixa impedância de saída.
- Tensão de saída igual a zero quando as entradas estiverem com o mesmo valor de tensão.

Na figura 2 vemos o símbolo do amplificador operacional e sua montagem como amplificador inversor de ganho estabilizado. O ganho da configuração é

$G=-V_s/V_e=-R/R_1$

O ponto A apresenta um potencial baixo, pois o amplificador operacional apresenta como característica um alto ganho; vem daí esse ponto ser conhecido como **terra virtual**, e seu baixo potencial é praticamente o mesmo da entrada não-inversora conectada ao terra.



Amplificador operacional

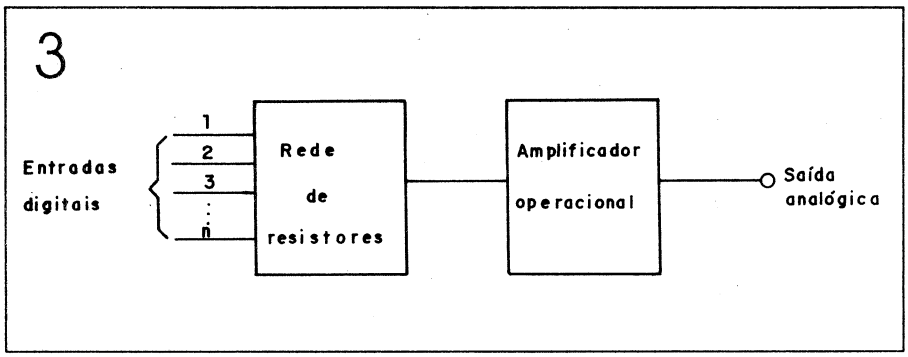


Diagrama de blocos do conversor D/A por rede de resistores

REDE DE RESISTORES

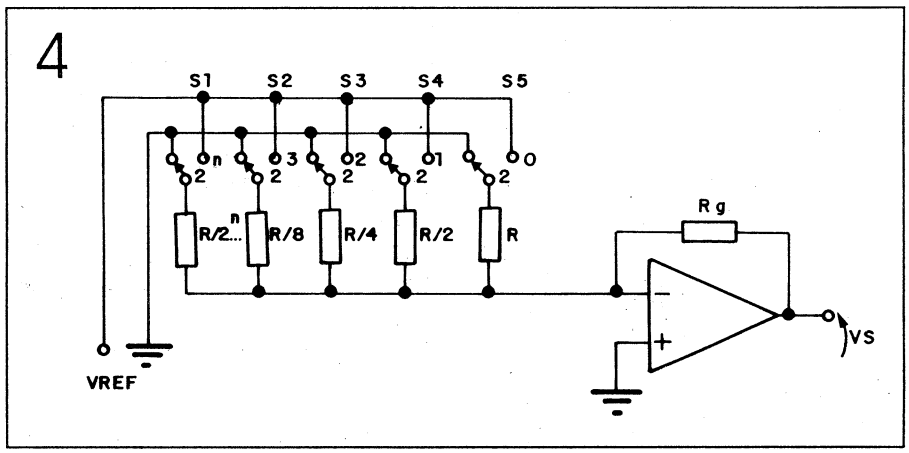
Neste tipo de conversão temos uma rede de resistores configurada para obtermos um certo número de entradas digitais (cujo número determina o número de **bits** a serem convertidos) ligadas a um amplificador operacional, que na sua saída fornece o nível lógico correspondente.

O nível lógico e o incremento de tensão que incrementa o nível lógico dependem do valor da **tensão de referência**, que é definido pela configuração da rede de resistores.

A figura 3 dá o diagrama em blocos de um conversor D/A por rede de resistores. O número de entradas digitais e a precisão da tensão de saída neste circuito são fatores críticos, conforme veremos a seguir.

REDE RESISTORA ACUMULADORA

Nesta configuração temos resistores interligados à entrada do amplificador operacional. Os valores dos resistores, a partir de um valor R, são decrementados conforme a posição que sua entrada ocupa em termos



Conversor D/A por rede resistiva acumuladora

binários; assim, temos:

$2^0=1=R$
$2^1=2=R/2$
$2^2=4=R/4$
$2^3=8=R/8$
$2^n=2^n=R/2^n$

Portanto, conforme o número de dígitos binários e seu peso, temos o valor equivalente do resistor.

Para cada entrada há duas opções de valor (0 ou 1), sendo 0 igual à tensão do potencial terra e 1 o módulo do valor da tensão de referência V_{ref}.

Na figura 4 temos a configuração da rede resistora acumuladora. Quando todas as chaves são conectadas ao potencial terra, temos o 0 digital; portanto, V_r é levado ao terra. As-

sim, tem-se na saída V_S uma tensão de 0V. Se S_1 é conectada a $-V_{ref}$ temos o valor digital 1 e o cálculo da tensão analógica de saída é:

$$V_S=Rg/R\cdot(-V_{ref}\cdot(-1))$$
$$V_S=Rg/(R\cdot V_{ref})$$

O valor –1 aparece na fórmula porque o amplificador operacional está configurado como inversor.

Para S_2 conectada a $-V_{ref}$ teremos o valor digital 2; então obtém-se

$$V_S=Rg/(R/2)\cdot(-V_{ref}\cdot(-1))$$
$$V_S=2Rg/(R\cdot V_{ref})$$

Notamos que a parcela

$$(Rg/R\cdot V_{ref})$$

é constante para cada combinação das entradas; chamarenos então este valor de V_r. Portanto:

$$V_S=n\cdot V_r$$

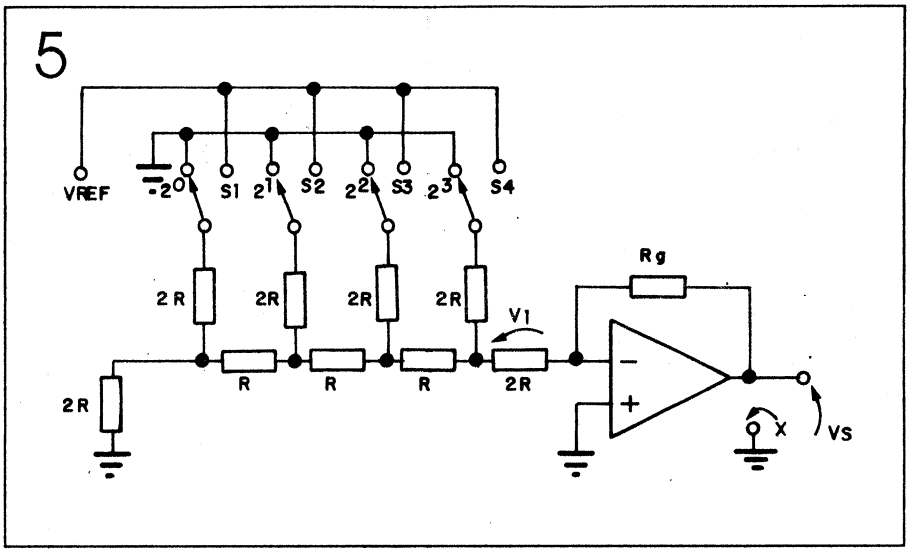
onde n é a combinação dos valores digitais das entradas.

Este tipo de circuito apresenta algumas desvantagens:

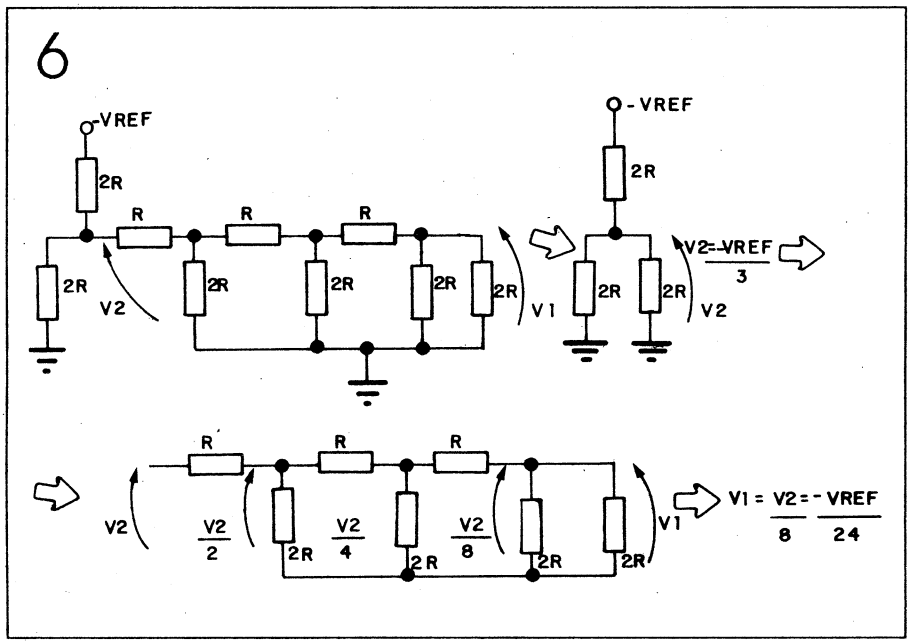
- Os resistores da rede devem ter precisão muito alta, pois qualquer diferença altera o valor da tensão de saída e com isso os valores de V_S não são incrementados de V_r.
- Por causa do desvio de valor dos resistores com a temperatura, se o circuito estiver operando fora da temperatura normal, quanto maior for o valor digital maior será a imprecisão do conversor D/A.

REDE DE RESISTORES EM ESCALA

Também conhecido como **conversor R–2R**, apresenta diversas vantagens sobre o conversor de rede resistora acumuladora. Na figura 5 temos o circuito desta configuração.



Conversor D/A por rede resistiva R-2R



Associação R-2R para a conexão 1

O valor de V_S depende dos valores de Rg e 2R. Sendo o ponto X considerado como terra, temos

$$V_S=(-V1\cdot Rg)/2R$$

Ao ligarmos S_1 a $-V_{ref}$ com as outras chaves ao terra, podemos entender a rede R–2R como é mostrado na figura 6.

Ligamos agora S_2 a $-V_{ref}$ mantendo as outras chaves no terra; vemos na figura 7 a associação.

Do mesmo modo, na figura 8 vemos S_3 a $-V_{ref}$.

Enfim, S_4 é conectada a $-V_{ref}$ e S_1, S_2, S_3 ao terra, na figura 9.

Podemos concluir que o valor da tensão de saída V_S terá seu valor dependente do número de nós através do qual a corrente passou até chegar à entrada do amplificador. Portanto,

$$V_S=(V_{ref}/3)\cdot 2^n\cdot(Rg/2R)$$

onde n é o número de nós circulados pela corrente.

Este tipo de circuito apresenta como vantagem manter constante a impedância "observada" pela entrada do amplificador no valor de 3R, mantendo constantes as características do amplificador operacional.

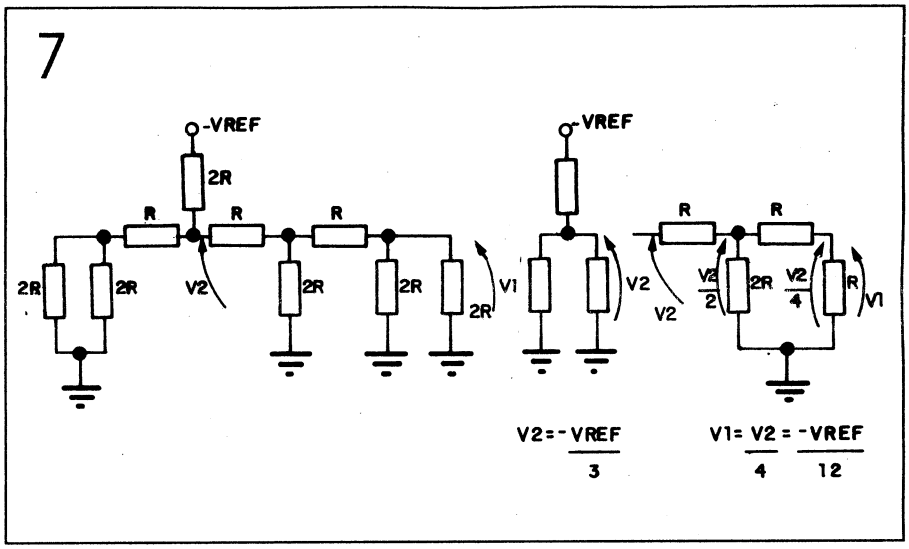
Anteriormente mostramos o chaveamento das entradas digitais através de chaves mecânicas. Por este método é comum o aparecimento de ruídos devido à imperfeição natural do processo. É muito mais comum e mais aconselhável o uso de chaves eletrônicas, como se mostra na figura 10. Nela são usadas portas lógicas AND, que isolam a impedância de saída do circuito que será ligado à entrada, fornecendo um nível de tensão com menor variação.

CONVERSÃO DE UM NÚMERO DE MAIS DE UM ALGARISMO NO CÓDIGO BCD

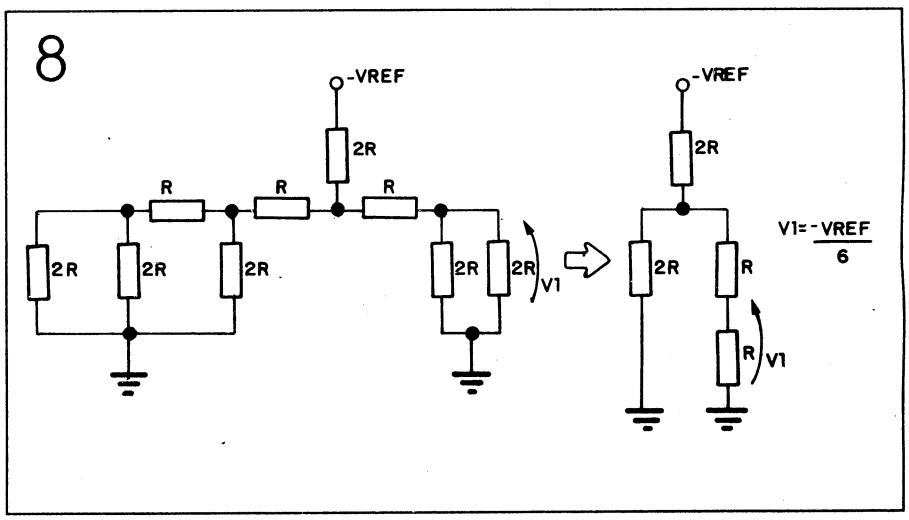
O sistema BCD *(Binary Coded Decimal)* representa cada dígito decimal por seu código correspondente no sistema binário.

Quando a conversão D/A for efetuada para um número decimal de mais de um algarismo no código BCD, temos que utilizar um tipo diferente de conversor. Existem diversos codificadores BCD que têm 4, 5, 6, 7 bits ou até mais para representar cada dígito decimal e usam pesos diferentes para cada conjunto de bits.

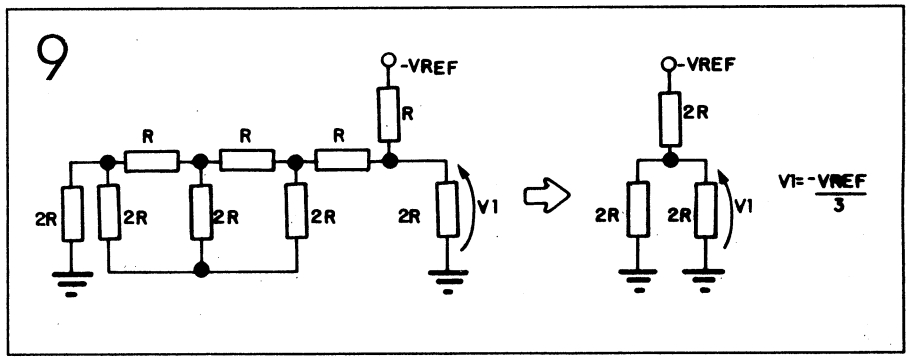
O código BCD mais usado em conversores analógico-digitais é o BCD 8421. Esse código representa cada dígito decimal por um conjunto de 4 bits e o peso de cada conjunto é do mais significativo para o menos significativo, respectivamente 8, 4, 2, 1. Por exemplo, o número decimal 479 seria representado em BCD 8421 por



Associação R-2R para a conexão 2



Associação R-2R para a conexão 4



Associação R-2R para a conexão 8

4 = 0100
7 = 0111
9 = 1001

$(479)_{10}=$ $(0100\ 0111\ 1001)_{BCD\ 8421}$

A transformação é simples; basta representar cada dígito decimal pelo correspondente binário. Para os

conversores D/A, basta também utilizar para cada dígito decimal um conjunto de quatro entradas com o peso necessário.

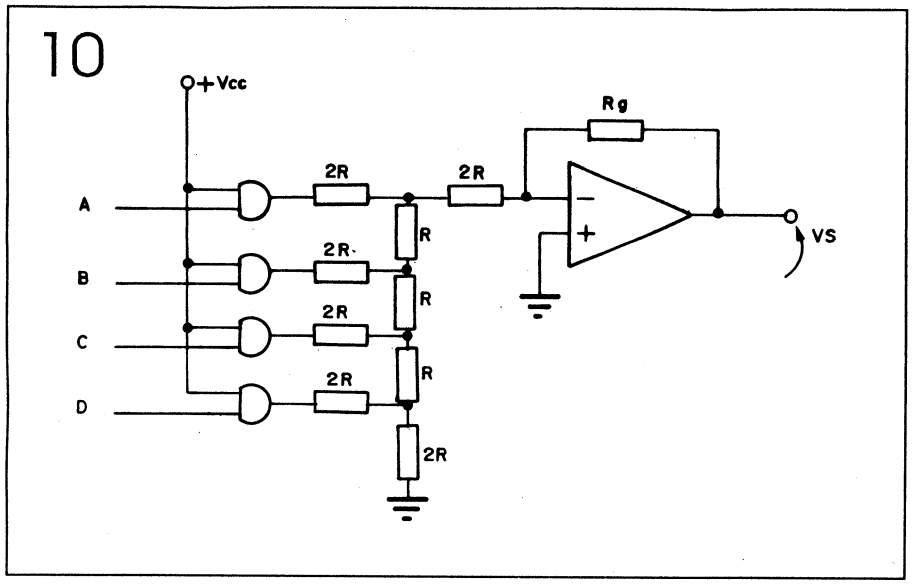
Podem ser utilizados tanto o circuito com rede resistora acumuladora quanto o com rede de resistores em escala, bem como o de rede R–2R, como mostrado na figura 11. Cada conjunto de entradas tem o valor de seus resistores multiplicado por 10 a cada dígito decimal adicionado.

Mostramos circuitos que utilizam redes de resistores e amplificadores operacionais para realizar a conversão D/A, mas existem também os circuitos integrados dedicados a esta função. É o caso do AD 7541KN, que é um conversor D/A de 12 bits (figura 12).

O CONVERSOR D/A

O processo de conversão analógico-digital é mais sofisticado que o usado no conversor D/A, pois necessita do uso de um contador, de um comparador e de um conversor D/A BCD.

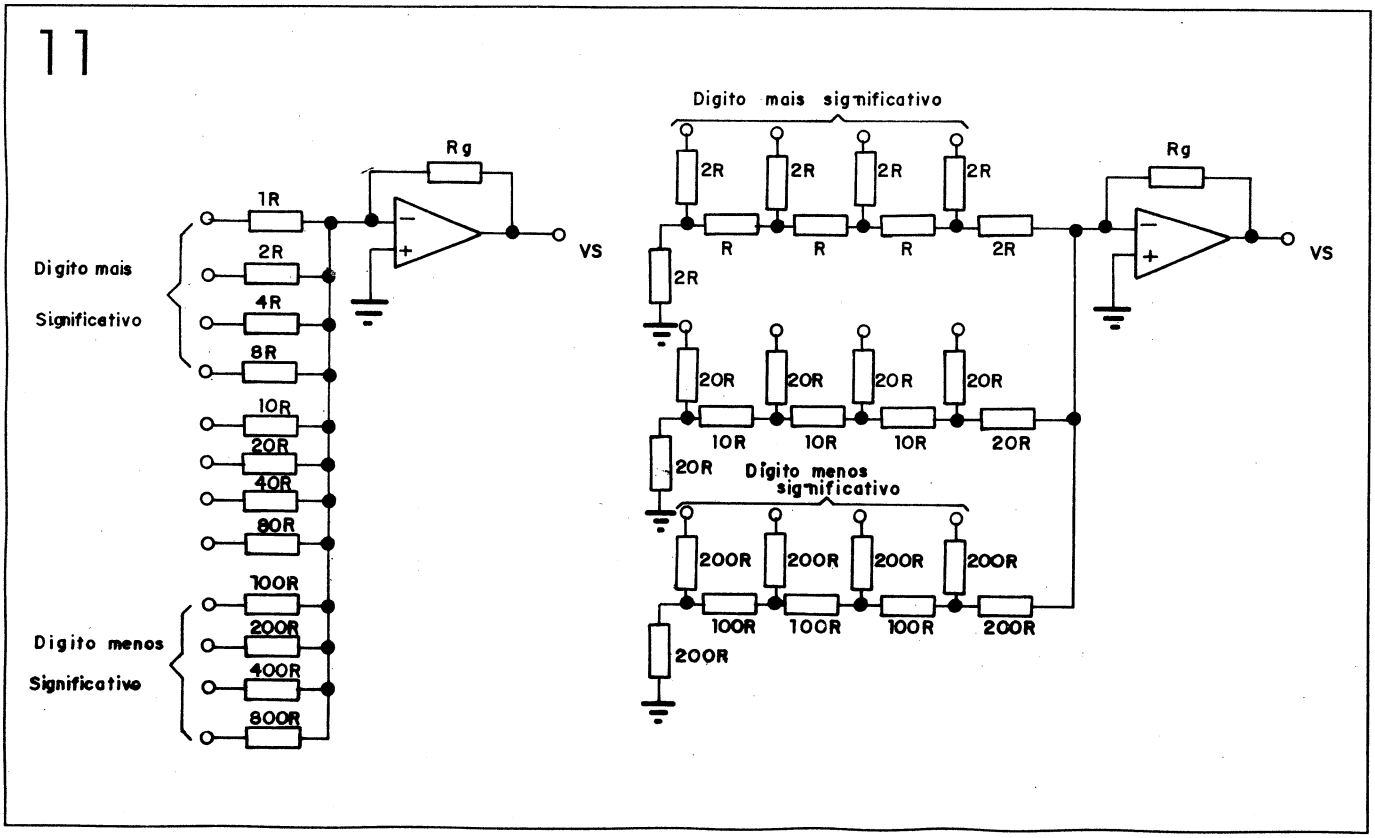
Mostraremos a seguir os dois métodos mais usados para conversão A/D.



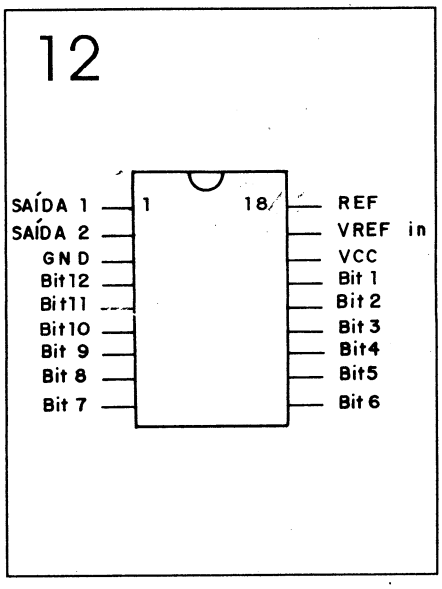
Uso de chaves eletrônicas no conversor D/A

MÉTODO DA INCLINAÇÃO DUAL (DA TENSÃO EM RAMPA)

Para permitir a visualização deste método precisamos ver o princípio básico do **comparador.**



Conversor D/A BCD por rede resistiva acumuladora e rede R-2R



Circuito integrado AD 7541KN

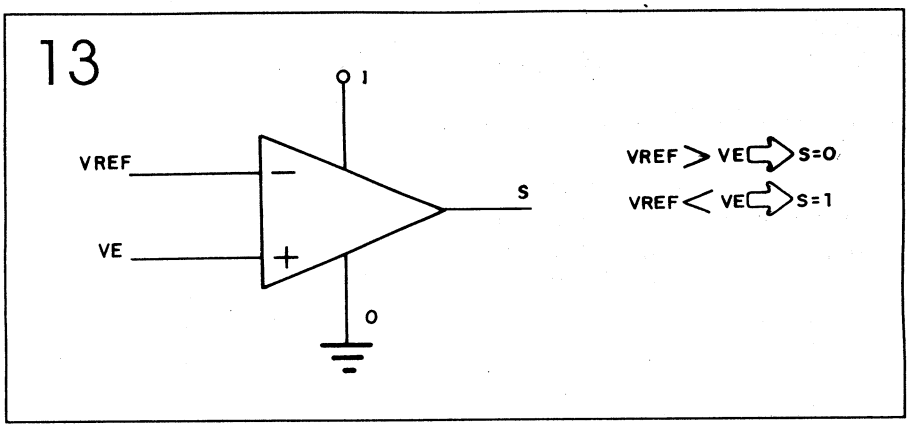
O comparador possui duas entradas, uma positiva e outra negativa, e a saída resulta da comparação destas duas entradas. Se a tensão na entrada positiva é maior que na entrada negativa, a tensão de saída é igual à tensão de alimentação do comparador, caso contrário tem nível 0.

Na figura 13 temos o esquema do comparador.

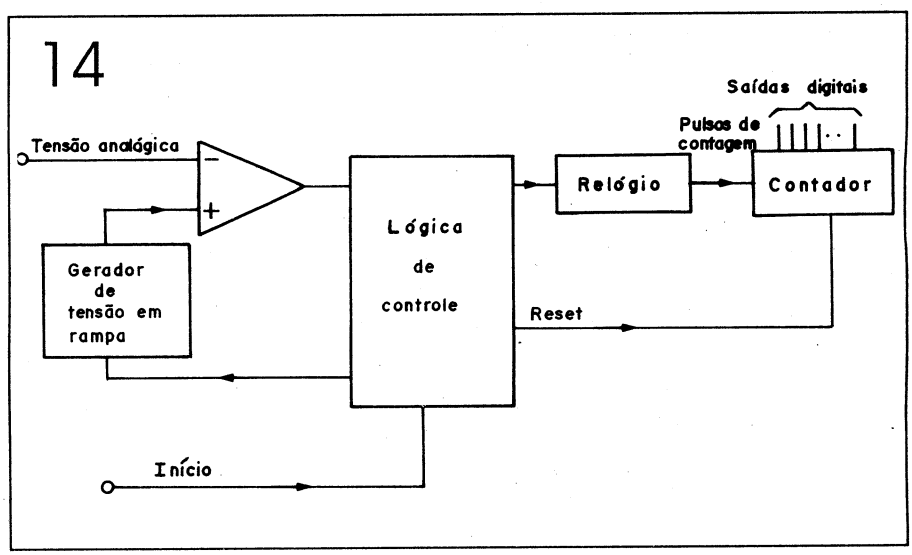
Vemos a seguir o diagrama de um conversor A/D pelo método da geração de tensão em rampa (figura 14). Com o pulso de início o contador é "resetado" zerando suas saídas; no mesmo instante o relógio passa a gerar pulsos de contagem, incrementando o contador, e o gerador de rampa eleva linearmente a tensão na entrada negativa do comparador. Na figura 15 vemos os gráficos do gerador de rampa e dos pulsos do relógio.

Quando o valor da tensão do gerador de rampa excede o valor da tensão analógica, a saída do comparador vai para 0, inibindo por meio da lógica de controle o relógio e o gerador de tensão em rampa. Neste momento, o contador indica em suas saídas o valor digital da conversão A/D, além do comparador ir a 1 permitindo uma nova conversão A/D.

Portanto, o valor digital da tensão analógica é uma função da freqüência do relógio e do tempo do gerador em rampa, como mostrado na figura 16.



Comparador



Conversor A/D por gerador de tensão em rampa

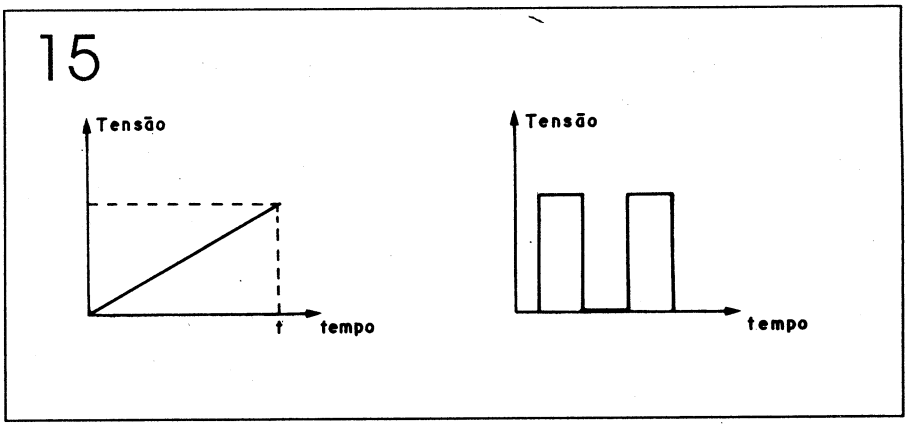
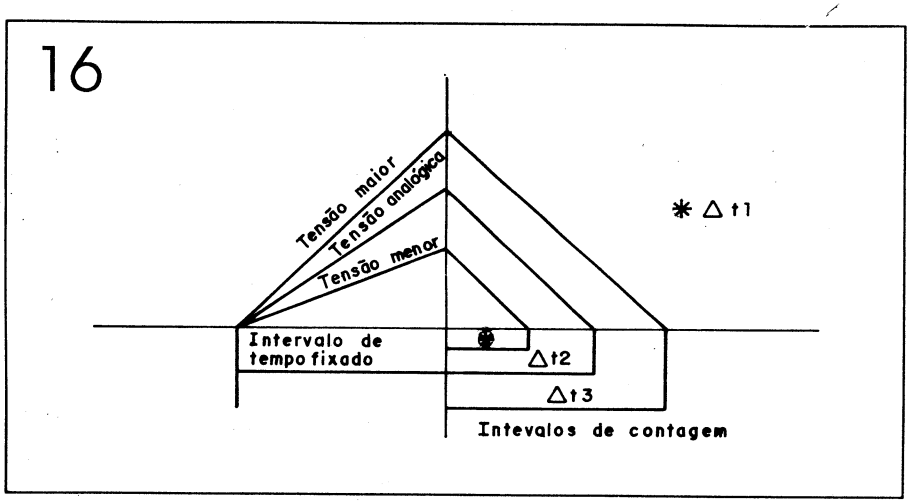


Gráfico do gerador de tensão em rampa e pulsos de controle

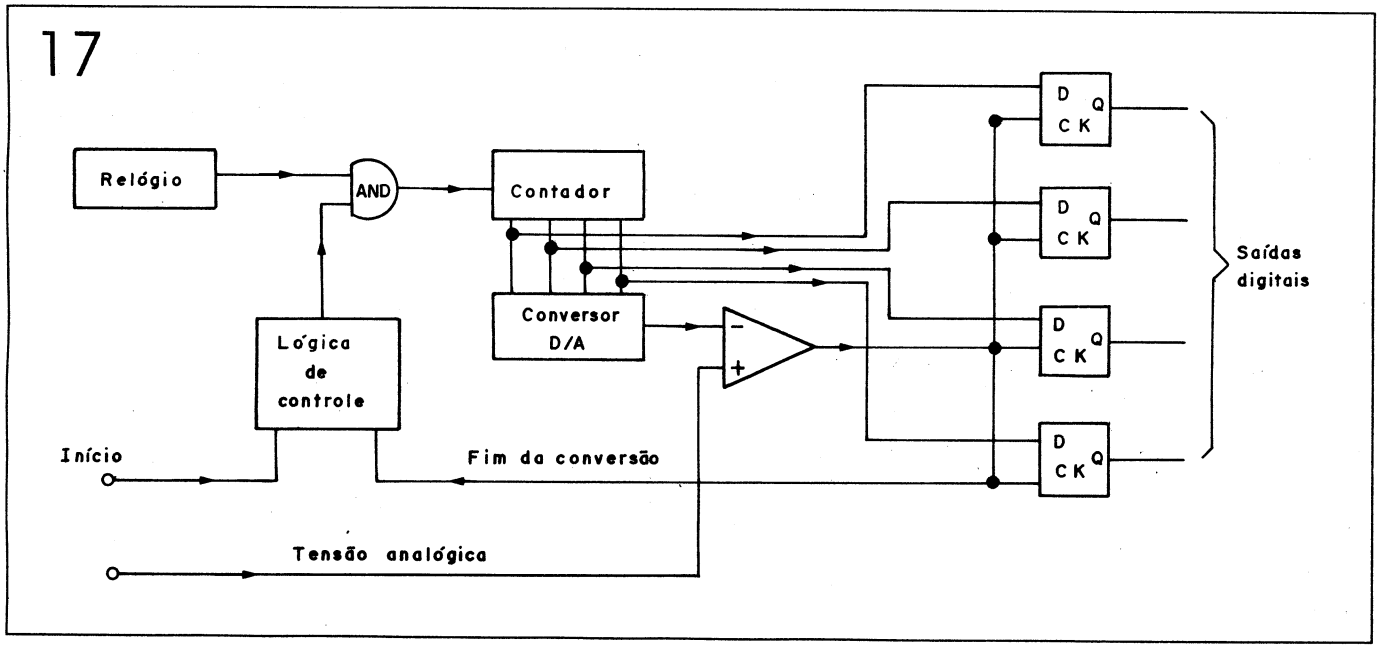
MÉTODO DA APROXIMAÇÃO SUCESSIVA

Neste método, ao invés de gerarmos uma tensão em rampa convertemos sinais digitais em seus equivalentes analógicos usados como tensão de referência do comparador, através de um conversor D/A. Na figura 17 temos o diagrama do conversor A/D por esse método.

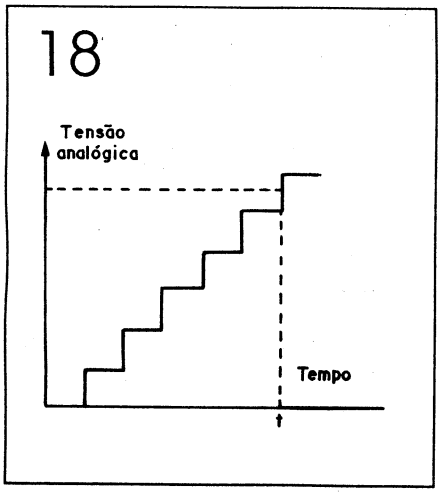
Com o pulso de início o contador é resetado, e a porta AND libera os pulsos de contagem, incrementando o contador. O valor digital é convertido em tensão analógica, que está conectada à entrada negativa do comparador (figura 18).



Relação tempo/tensão analógica



Conversor A/D por aproximação sucessiva



Tensão gerada pelo conversor D/A de

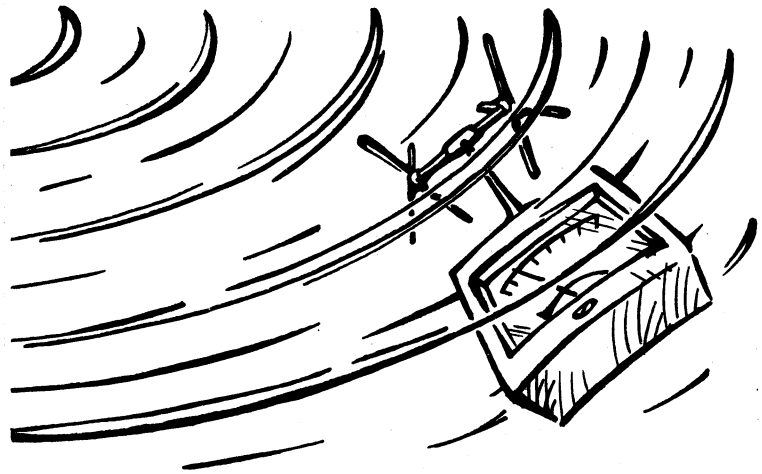
O valor de t depende dos pulsos do relógio, pois a cada pulso o contador é incrementado e o valor analógico é alterado.

Quando a tensão da saída do conversor D/A ultrapassa o valor da tensão analógica, a saída do comparador vai para 0 e inibe a contagem, indicando assim o equivalente digital nas saídas; o comparador volta a nível 1, permitindo nova conversão através do pulso de início.

Para termos um bom conversor A/D a impedância de entrada do conversor deve ser compatível com a impedância da fonte de tensão analógica, para não ocorrer a deterioração do sinal.

Diversas aplicações utilizam o conversor A/D, tais como voltímetros digitais e geradores de formas de onda digitais. Para aplicações que requerem precisão são utilizados circuitos integrados específicos. E

Por T. HARA



MEDIDOR DE CAMPO DE RF

Muitas vezes, ao montar um transmissor, ficamos na dúvida. *Será que o circuito oscilador do transmissor está funcionando?*

A esta indagação você poderá responder utilizando um minúsculo aparelho, de fácil construção, que não pode deixar de fazer parte dos instrumentos de medição que você possui na sua bancada: o **Medidor de Campo de RF.**

O Medidor de Campo (...magnético gerado por radiofreqüências) serve para:

- Verificar se o circuito oscilador de um transmissor ou receptor está oscilando ou não.
- Ajustar a bobina de RF sintonizada de pequenos transmissores.
- Ajustar as bobinas da etapa de saída de algum transmissor.
- Indicar o funcionamento de um oscilador, acusando a presença do campo magnético gerado ao seu redor (por isso, ele também é chamado de **Medidor de Presença de Campo**).

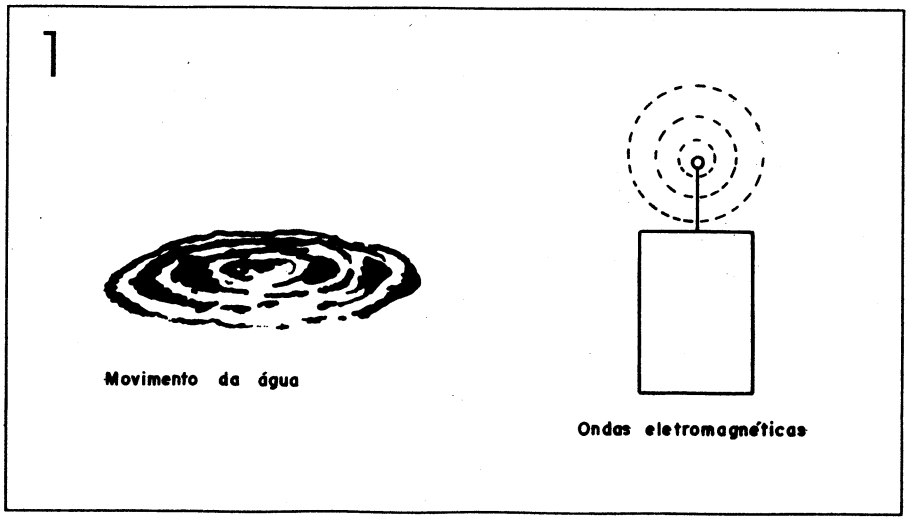
INDUÇÃO MAGNÉTICA

Para entendermos o princípio de funcionamento do nosso Medidor, devemos saber como se dá a **indução magnética** em um condutor.

O nosso aparelho apresenta como sensor um condutor enrolado que, aproximado de uma antena ou de um circuito oscilador, fica sujeito à ação das linhas de campo magnético.

As ondas eletromagnéticas são análogas ao movimento da água quando um objeto é arremessado em um lago (figura 1). Estando o condutor sob a ação deste campo magnético, um sinal elétrico será **induzido** neste e o percorrerá.

A intensidade do sinal elétrico é proporcional à intensidade do campo; isso ocorre principalmente se o condutor estiver enrolado, conforme se vê na figura 2.



Comparação das ondas na água com as ondas eletromagnéticas

FUNCIONAMENTO

O aparelho baseia-se na retificação do sinal de radiofreqüência induzido no enrolamento do sensor, que se comporta como o "secundário" da bobina do circuito cujo funcionamento pretendemos verificar, como está mostrado no diagrama da figura 3 (na mesma figura apresentamos o circuito completo do Medidor).

O sinal de radiofreqüência disperso pela bobina do oscilador induz na segunda bobina uma tensão propor-

cional ao sinal de RF gerado pela bobina do oscilador. Este sinal passa por um diodo retificador (D_1), que o converte em corrente contínua, e por um capacitor (C_1), que filtra o sinal para reduzir o seu *ripple* (variação em torno da média eficaz).

A figura 4 mostra como se processa o sinal no nosso circuito. A corrente contínua proveniente do sinal de RF gerado pelo oscilador circula pelo galvanômetro colocado entre os pontos A e B. Esta corrente move o ponteiro do galvanômetro, de forma proporcional à indução do sinal de RF na bobina.

MONTAGEM

Sugerimos que a montagem seja feita conforme o mostrado na figura 5.

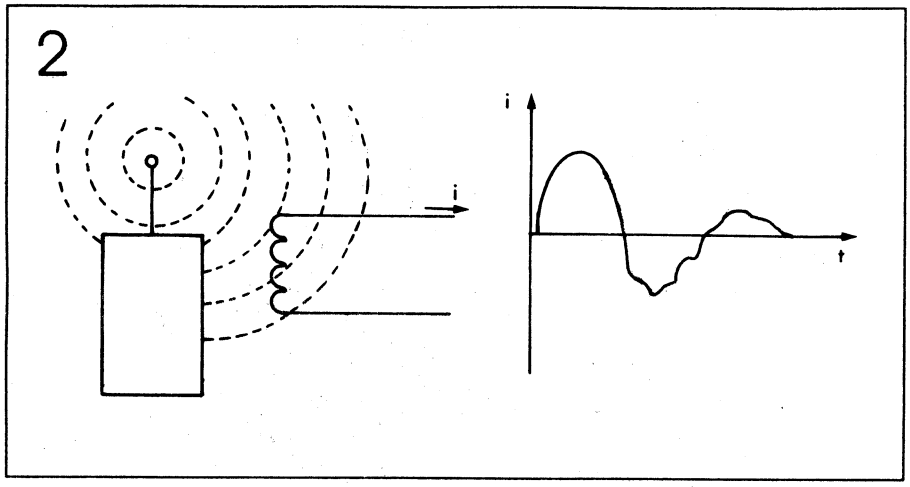
A bobina L é obtida enrolando-se 4 espiras de fio 20AWG sobre uma fôrma oca de 15mm de diâmetro. O leitor deve usar como fôrma um objeto cilíndrico com esta medida aproximada, podendo enrolar a bobina sobre ele e removê-lo depois: o resultado é um "indutor com núcleo de ar".

Solde os componentes e acrescente um fio vermelho no ponto A e um fio preto no ponto B, como indicado. Coloque os componentes no interior de um tubo de PVC de $^1/_2$" (12,7mm) e tampe as extremidades com Durepoxi (veja a figura 6).

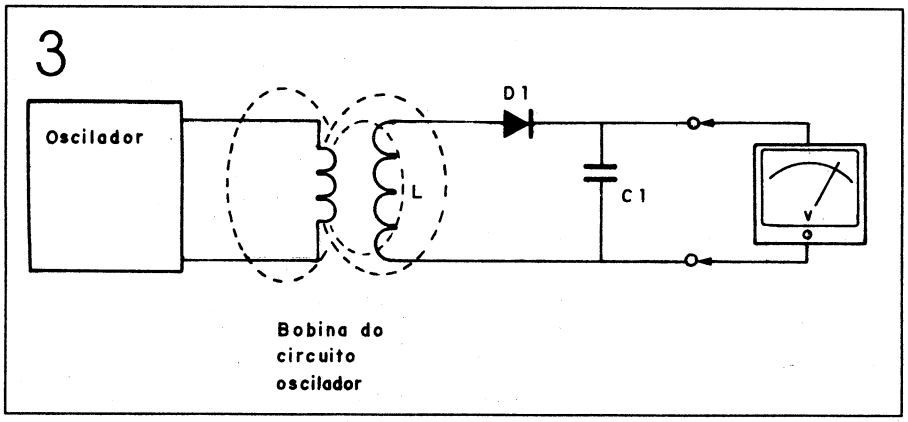
Solde a ponta de prova adequada ao multímetro nas pontas dos fios do Medidor.

USO

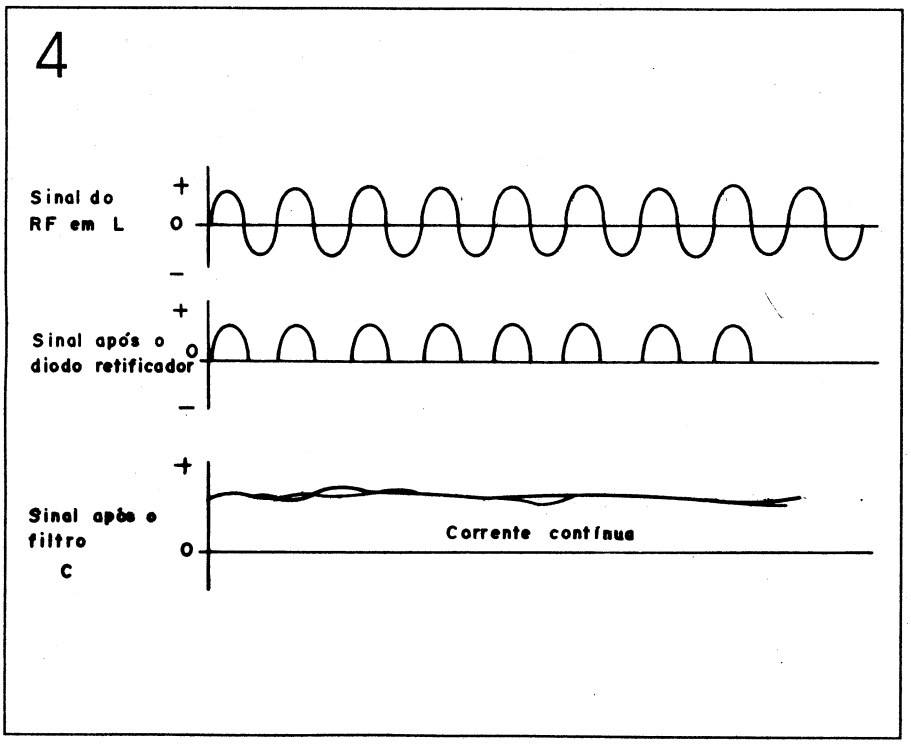
Conecte as pontas de prova do Medidor no seu multímetro na escala de tensão contínua (V_{CC}). Aproxime o indutor do Medidor à bobina de um oscilador: se o oscilador estiver funcionando, o multímetro acusará uma tensão na escala seleciona-



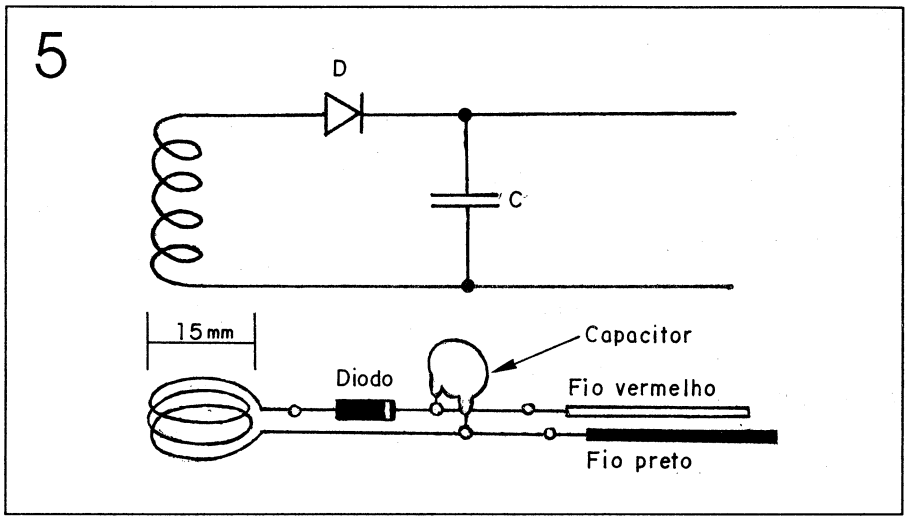
Indução magnética em um condutor



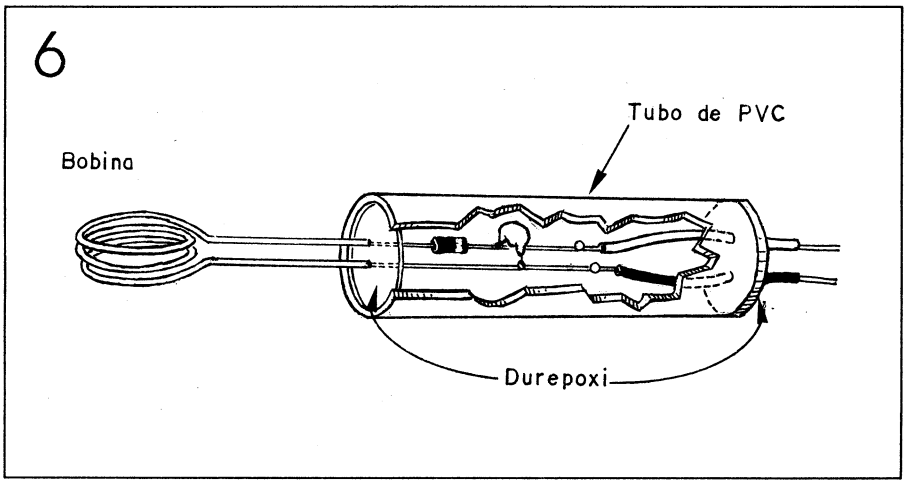
Esquema elétrico do Medidor de RF e princípio da captação



Processamento do sinal captado pelo Medidor



Sugestão de montagem



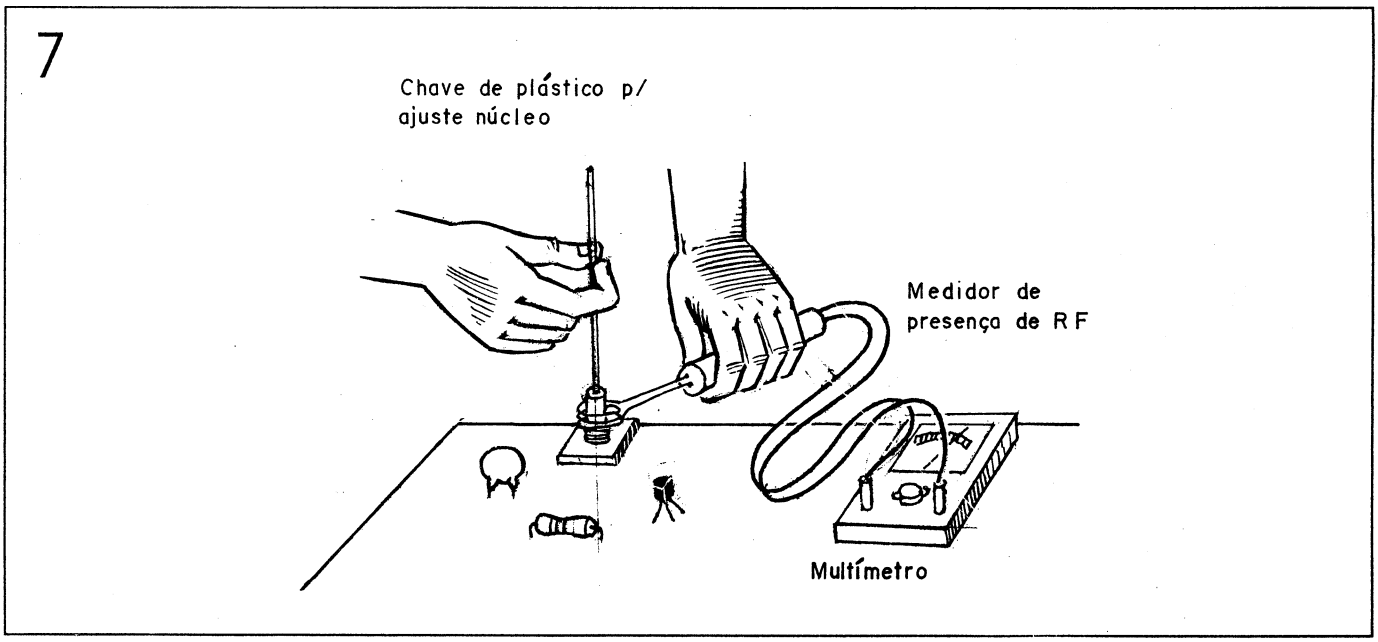
Sugestão de encapsulamento

da (veja a figura 7). Se o leitor não possuir um multímetro, poderá utilizar um pequeno VU.

O uso deste Medidor é ótimo em ajustes de sintonia de bobinas nos circuitos de amplificadores de RF, pois podemos ver em que posição do ajuste a corrente induzida no Medidor atinge o pico (nesse momento, o circuito LC do circuito em calibração está em ressonância). **E**

LISTA DE MATERIAL

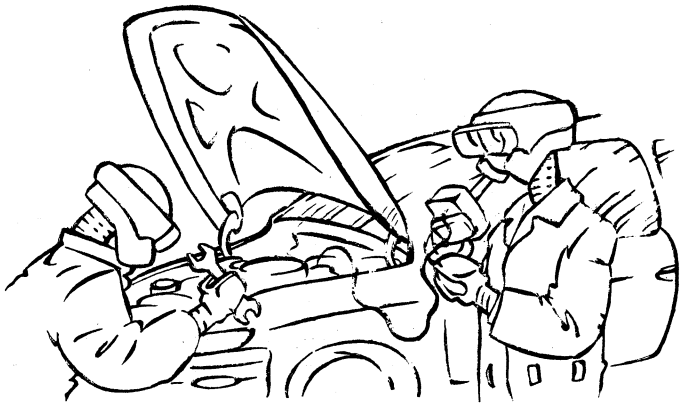
- Indutor (vide texto)
- D_1 — 0A 90 (diodo de germânio)
- C_1 — 10nF ou 10kpF (capacitor cerâmico)
- Pedaço de tubo de PVC de 150mm de comprimento e $^1/_2$" de diâmetro
- Durepoxi, fios, *plugs* "banana" para as pontas de prova do medidor, solda, etc.



Modo de usar o Medidor

Por CAIO BORGES

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

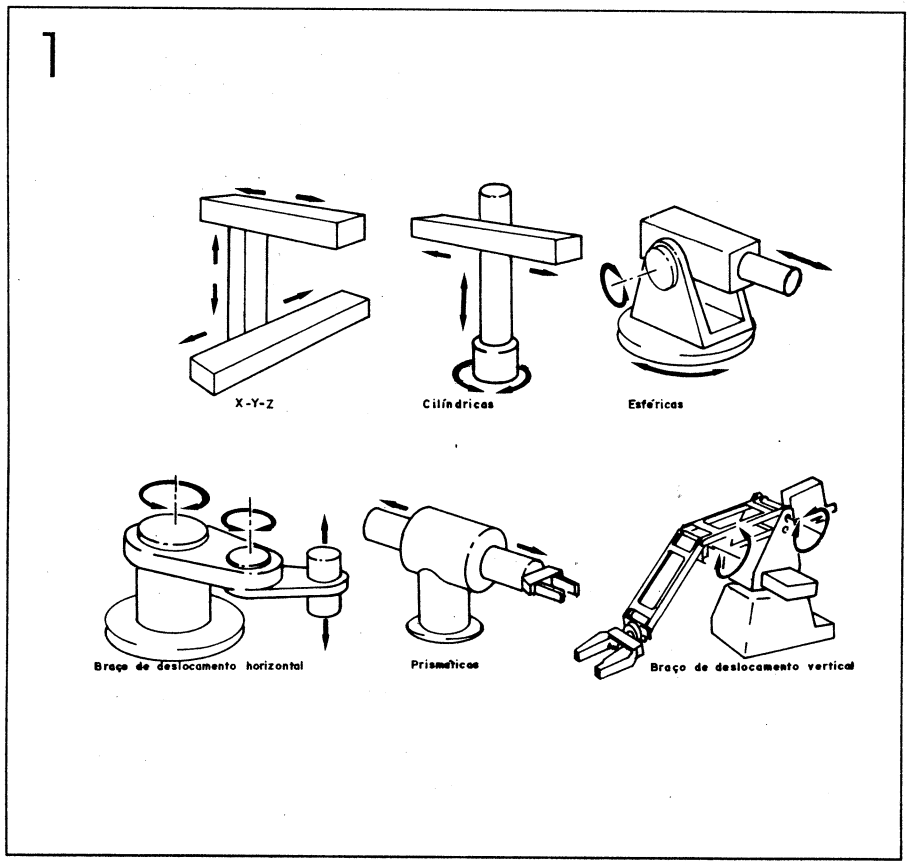


Para começarmos a entender o atual processo de automação do nosso parque industrial, precisamos antes responder à pergunta fundamental da Automação: O que são os robôs?

O que são robôs?
Para que servem?
Por quê e como utilizá-los?

O robô é um *manipulador programável multifuncional* — designado a mover peças, materiais, ferramentas ou dispositivos — através de movimentos variáveis, previamente programados.

Embora os robôs sejam equipamentos versáteis e adaptáveis a vários equipamentos e máquinas, não é possível produzir um robô que realize todas as tarefas que são desenvolvidas em uma linha de produção, em função de suas limitações físicas de movimentos e dimensões. Devido a isto, os robôs apresentam várias formas e configurações que os indicam em maior ou menor grau para a realização de certos tipos de tarefas.



Configurações fundamentais dos robôs

Os diversos tipos de robôs são mostrados na figura 1 e se caracterizam pelos tipos de movimentos que realizam e a eficiência de coordenadas que utilizam.

Devido à sua grande capacidade de manipular peças e materiais com movimentos bem determinados e precisos, os robôs são capazes também de operar mecanismos e ferramentas específicas e delicadas, habilitando-os a realizar tarefas que não sejam só de deslocamento e posicionamento de peças em uma montagem.

Eles são capazes de operar soldas-ponto precisas em linhas de montagem automotivas, manipular esmeris e desbastadores na confecção de peças e moldes para usinagem e posicionar ferramentas em máquinas

como fresas e tornos, tornando-os precisos e confiáveis (observe a figura 2).

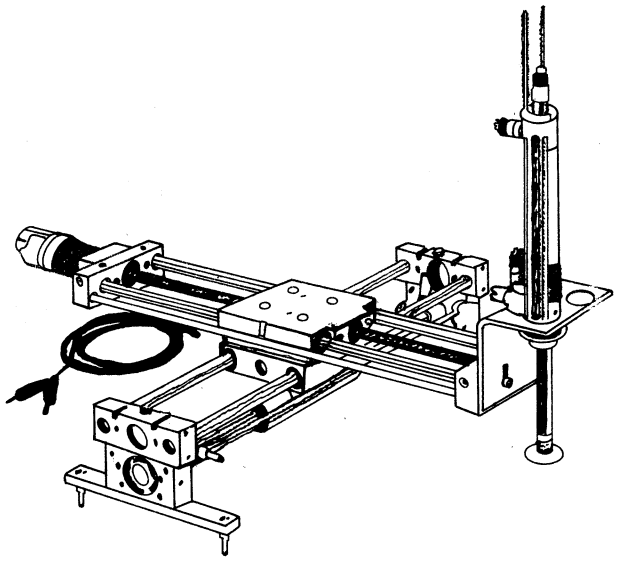
A utilização de robôs apresenta muitas vantagens sobre a utilização de mão-de-obra humana na execução de **tarefas repetitivas** que possam ser programadas na forma de um ciclo de execução constante, como podemos verificar na figura 3.

As tarefas executadas por robôs têm que ser periódicas, ou seja, repetidas de tempos em tempos, para que possam ser programadas como uma seqüência regular de movimentos.

Um robô só pode ser considerado como tal se puder ter suas tarefas e operações reprogramáveis, e na maioria dos casos usamos **computadores** para controlar os robôs.

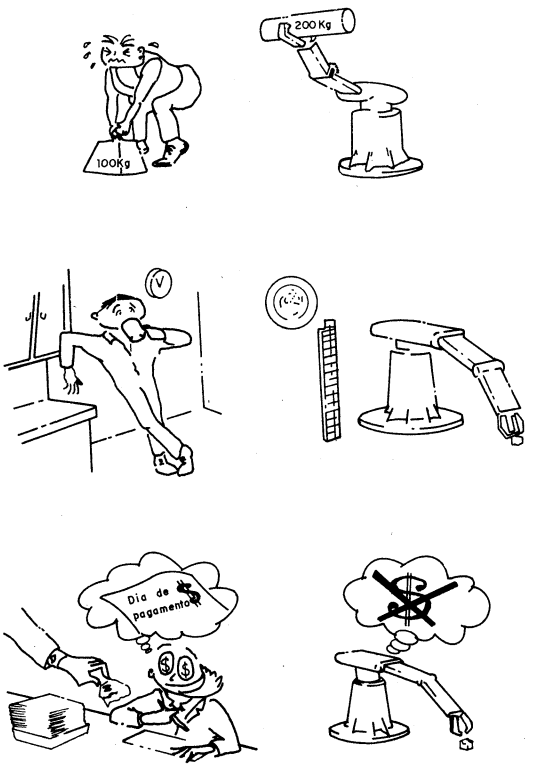
O computador executa a seqüência de instruções que está armazenada em sua memória e aciona os motores (movimentos) do robô, ligando-os ou desligando-os na seqüência adequada, fazendo com que o robô se movimente. É a idéia de uma central ditando a seqüência para os servomecanismos (figura 4).

2



Configurações fundamentais dos robôs

3

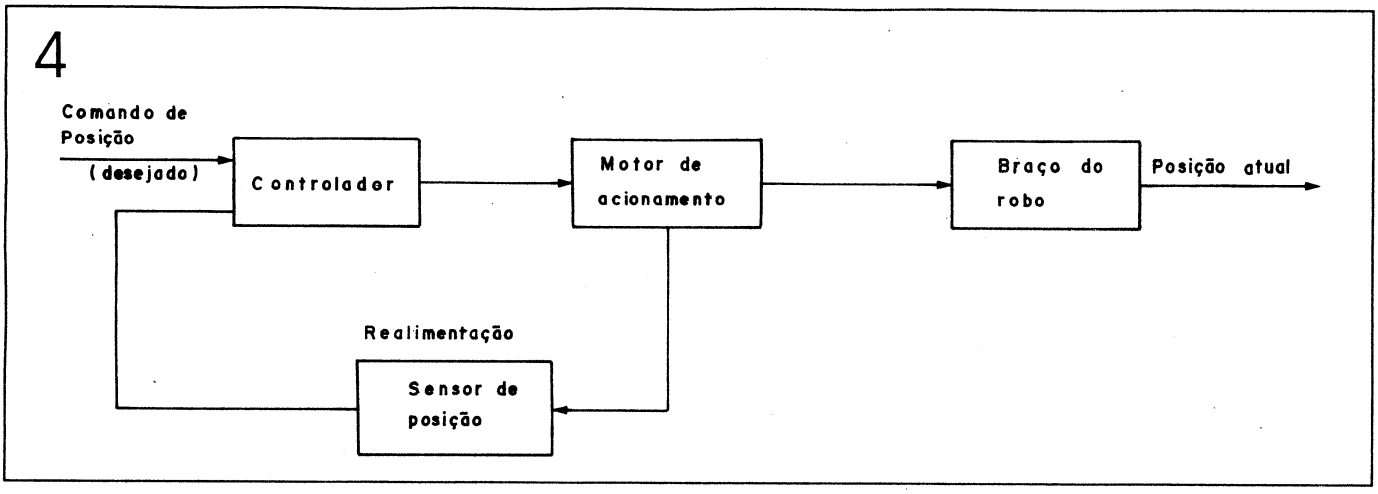


Vantagens do uso de robôs

Uma automação bem sucedida considera, além do processo de fabricação, também a racionalização de energia e a otimização do fluxo de materiais, que geralmente é um ponto crítico da automação industrial. A utilização eficiente de manipuladores ou robôs no fluxo de materiais objetiva minimizar gastos para a movimentação de peças ou de cargas em geral no processo produtivo.

Os robôs podem assumir várias formas construtivas. Podem variar desde um sofisticado robô com braços articulados e vários **graus de liberdade** (gama de movimentos que podem ser executados) até um braço pneumático que deva atingir somente duas posições fixas, como se vê na figura 5.

Em uma posição intermediária encontram-se os **robôs lineares** (figura 6), os quais possuem um imenso campo de aplicações. Devido à sua forma construtiva modular, os robôs lineares são facilmente adaptados em diferentes condições de espaço.



Central de sequência para servomecanismos

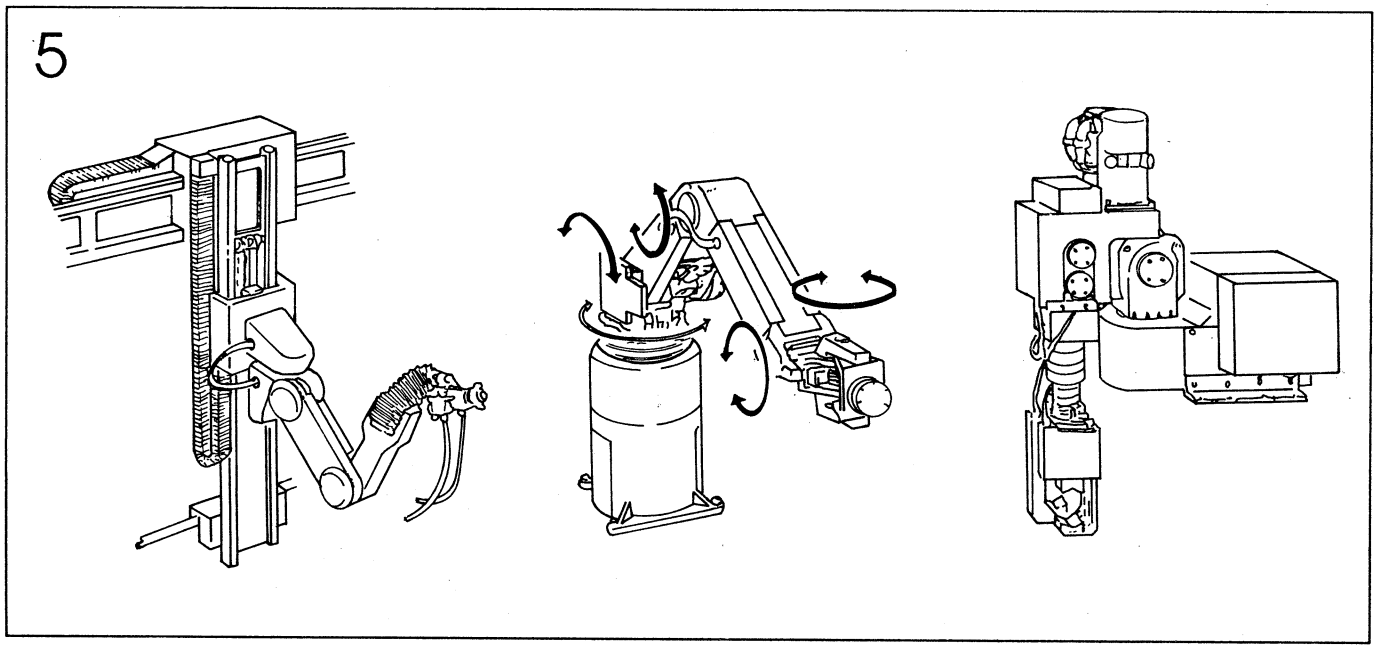
Por um robô linear subtende-se um manipulador que possui todas as grandezas cinemáticas controláveis e programáveis ao longo de uma linha reta. Assim, existe um total controle sobre velocidades, posições, tempos e acelerações envolvidas em uma trajetória linear.

Para um robô linear, de acordo com a tarefa a ser executada, pode-se variar o servomecanismo para que este responda adequadamente às condições de velocidade e carga as quais é submetido; de acordo com a trajetória requerida em cada aplicação varia-se simplesmente o comprimento de base do robô linear.

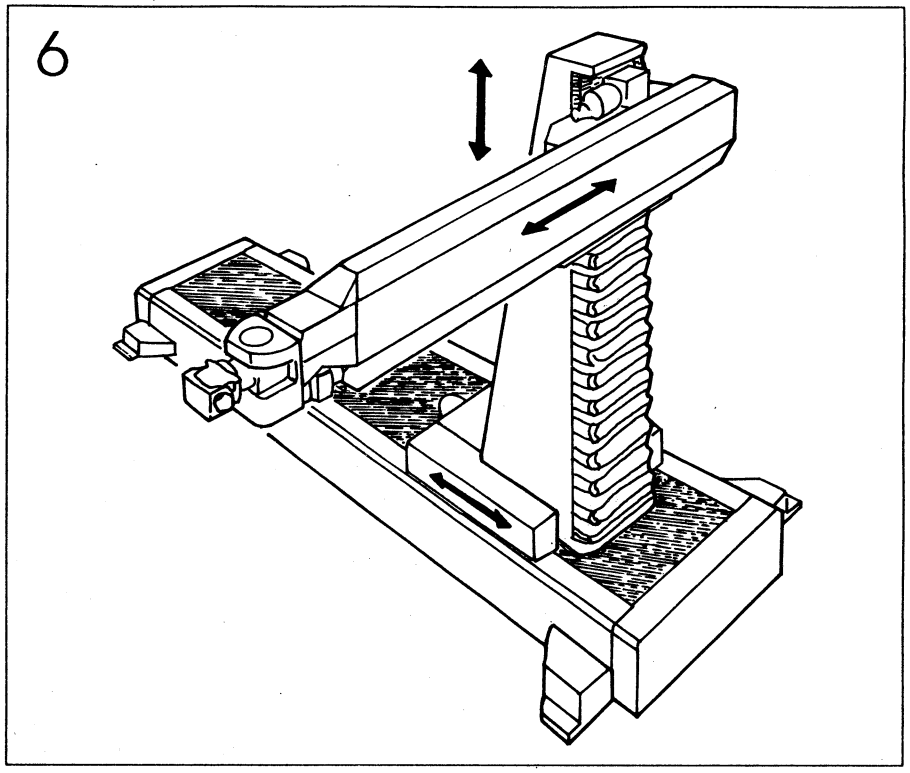
Os robôs lineares podem ser também combinados entre si de diversas formas para diversificarmos as suas aplicações. Se dois robôs lineares são montados ortogonalmente entre si, eles formam um **manipulador bidimensional.** Esta forma construtiva é utilizada quando há necessidade de automatizar o movimento ao longo de uma superfície, como em corte de vidros planos ou em carga e descarga de máquinas.

Durante a evolução da robótica, os primeiros robôs possuíam em sua concepção a idéia de que a adaptabilidade e versatilidade os fizessem polivalentes, executando qualquer tarefa. Esta idéia forçava os robôs a serem projetados com 5 ou 6 **graus de liberdade** (movimentos distintos) e braços articulados, portanto com um programa de controle bastante complexo, fazendo com que estes robôs se tornassem muito caros. Porém, para muitos trabalhos não seriam necessários mais do que alguns robôs lineares (manipuladores) devidamente acoplados.

Neste caso, troca-se a polivalência pela modularidade, ou seja, é o robô



Formas de robôs



Robô linear

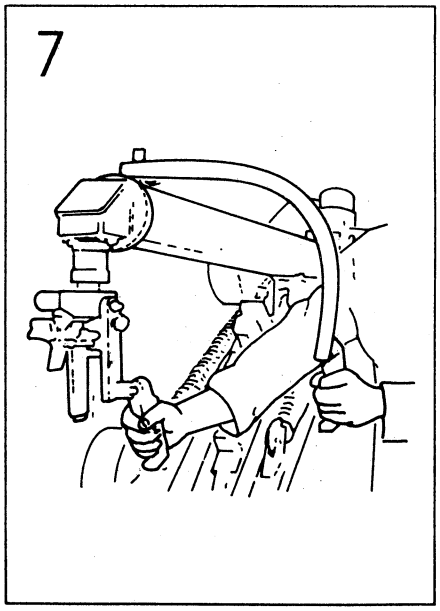
linear que se adapta ao processo e não o processo que se adapta ao robô. Esta filosofia traz substanciais reduções de custo na informatização industrial.

Portanto, deve-se deixar ao robô articulado as tarefas onde haja necessidade de manobras muito complexas e ao robô linear as tarefas em que um número menor de graus de liberdade supram as exigências de uma aplicação.

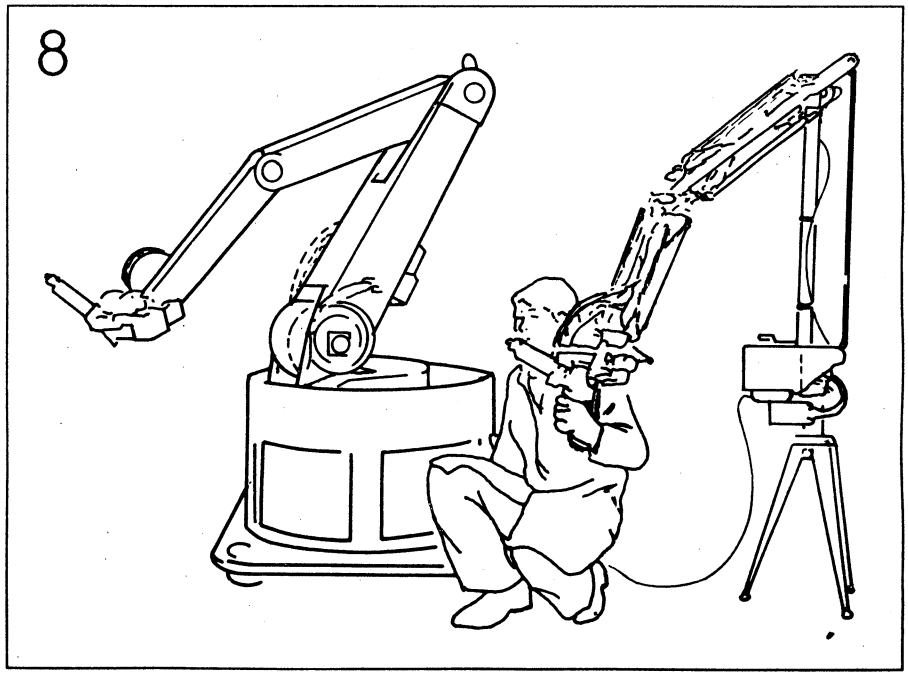
Os robôs diferem entre si não só pelo número de movimentos que possuem e pelo sistema de coordenadas que utilizam, mas principalmente pela forma de programação da seqüência de movimentos a ser realizada (tarefa):

- **Programação Manual.** O operador movimenta o manipulador (braço do robô) seguindo a seqüência que este terá que executar automaticamente; desta forma o robô transfere a seqüência de movimentos para uma unidade de memória de controle na qual a seqüência ficará guardada. Quando for liberada a execução, ele repete os movimentos seguindo o que ficou armazenado na memória, como mostrado na figura 7.

- **Programação Mestre-Escravo.** Esta programação é similar à programação manual; difere apenas no fato de que o operador movimenta um modelo do robô que está sendo programado e o robô segue os movimentos do modelo, armazenando na memória a seqüência para posteriormente executá-la, conforme a figura 8. Este processo é utilizado quando o robô apresenta dimensões tão grandes ou pequenas que chegam a impedir a manipulação

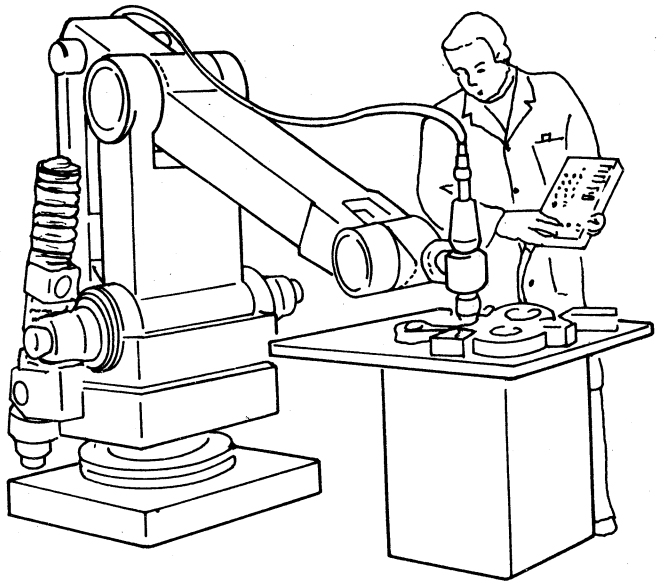


Robô de programação manual



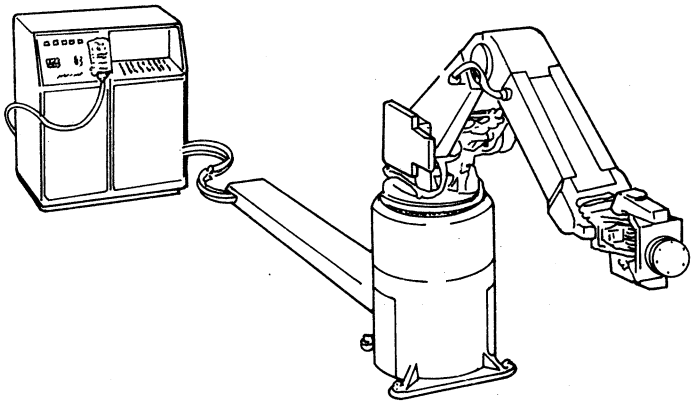
Robô de programação mestre-escravo

9



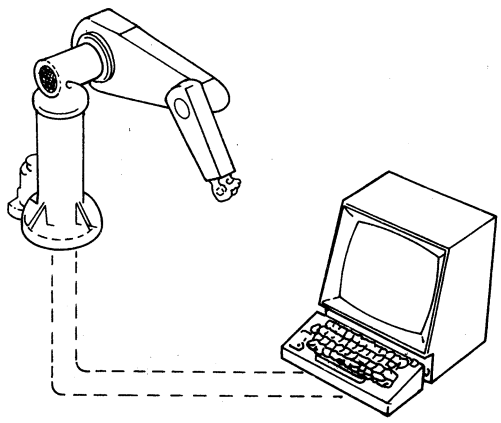
Robô de programação teach-pendant

10



Robô de programação por computador

11



Robô de programação remota

direta do operador sobre ele.

- **Programação *Teach-Pendant*.** Neste método de programação, o movimento a ser executado é determinado através de uma caixa de comando que determina a seqüência dos movimentos, e esta é armazenada em memória para posterior execução (observe a figura 9).

- **Programação por Computador.** A programação é feita diretamente em um computador, que armazena a seqüência em memória; a determinação da seqüência é feita através de comandos que substituem os movimentos similarmente a uma linguagem de programação, conforme é observado na figura 10.

- **Programação Remota.** A programação é feita em um computador, que pode ou não estar conectado a um robô. Este processo tem grande aplicação em sistemas de CAD (projeto auxiliado por computador), CAM (manufatura auxiliada por computador) e sistemas de controle numérico. Após a programação, o programa é executado pelo computador; ele simula o efeito dos movimentos em um terminal de vídeo devidamente adaptado para mostrar em escala a grade de movimentos, permitindo que muitos problemas sejam identificados e resolvidos antes da conexão ao robô. A isto chamamos de **execução a seco**, ou seja, sem material (ver figura 11). Isso torna este processo bastante adequado para acoplar sistemas de CAD que desenvolvem o projeto de uma peça ou modelo de usinagem com máquinas de controle numérico ou CAM, pois das próprias dimensões da peça obtém-se a seqüência de movimentos que a máquina (equipamento ou ferramenta ligada ao robô) deverá realizar para executar a peça.

Nos próximos artigos de Tecnologia, apresentaremos os detalhes técnicos dos circuitos eletrônicos que fazem parte dos robôs. **E**

Por GETÚLIO MATTOS



BONGÔ ELETRÔNICO

Como funcionam os instrumentos musicais eletrônicos? Podem ser construídos em casa?

Estas perguntas são feitas sempre pelos apaixonados por música e pelos apreciadores da Eletrônica. Os instrumentos eletrônicos parecem muito complexos para serem entendidos pelo iniciante; no entanto, a idéia básica de seus circuitos é bem simples. Quem quer empregar o seu tempo livre na síntese de sons não precisa de muito dinheiro, pois algumas ferramentas chegam para se conseguir o básico de todos os sintetizadores. Assim, podemos publicar montagens simples com resultados sonoros nada desprezíveis.

O **bongô** é um instrumento predominantemente sul-americano, pois tem um timbre latino e é muito usado no acompanhamento do tambor, cuíca, pandeiro e outros. É característico de estilos musicais como reggae, samba, etc. Esta montagem é capaz de reproduzir o som desse instrumento: você pode tocar o bongô alto ou o bongô baixo pelos botões de acionamento e, dependendo das combinações de toques, produzir interessantes efeitos sonoros.

COMO FUNCIONA

O Bongô Eletrônico é um sintetizador que simula um instrumento de percussão com as características do bongô alto e do bongô baixo.

O **sintetizador** é um instrumento musical eletrônico cujas características sonoras podem ser variadas pelo músico através do controle dos parâmetros de construção do som. Isto o torna diferente de um **instrumento acústico,** cujas características sonoras estão ligadas à sua construção física. O sintetizador pode imitar quase todo instrumento existente e produzir sons impossíveis de se obter com instrumentos acústicos. Ele é um instrumento tão versátil que as suas possibilidades artísticas dependem quase que exclusivamente da imaginação do músico.

Mas... como um se controla o produto de um sintetizador? Através de três parâmetros que definem qualquer som existente:

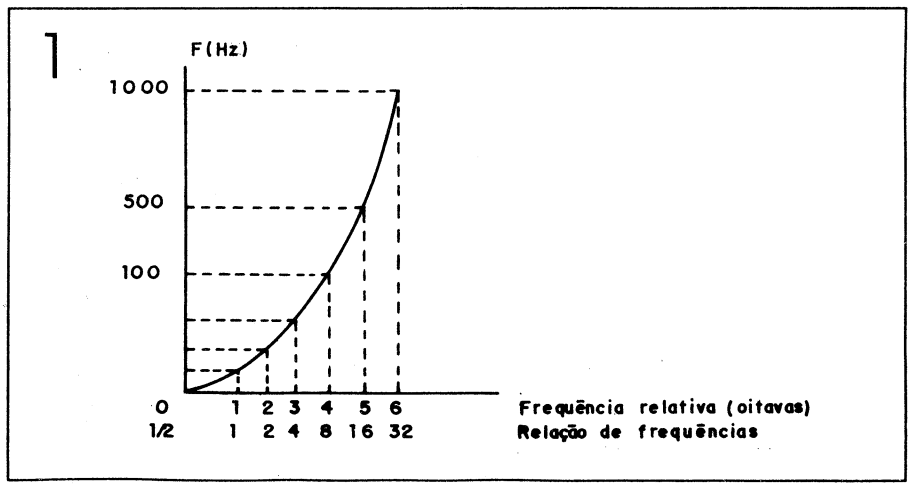
- **Altura** (freqüência fundamental).
- **Timbre** (conteúdo harmônico).
- **Volume** (amplitude da onda).

Se estes três parâmetros forem medidos com precisão em relação a um som, poderemos sintetizá-lo. Naturalmente, existem limites práticos para a síntese, tanto estéticos como pelas limitações da tecnologia.

Qualquer sintetizador (que funciona pelo princípio *analógico)* requer três estágios básicos para ser considerado como tal:

- **Osciladores** para gerar as freqüências fundamentais necessárias, ou seja, os tons puros com a altura desejada.
- **Filtros** para dar forma ao conteúdo harmônico.
- **Amplificador** para fornecer um sinal elétrico com amplitude suficiente na saída do aparelho.

Na música não é comum trabalharmos com freqüências em Hertz, mas sim com **intervalos musicais,** que são as relações matemáticas entre as



Relação entre altura absoluta e intervalo musical em oitavas

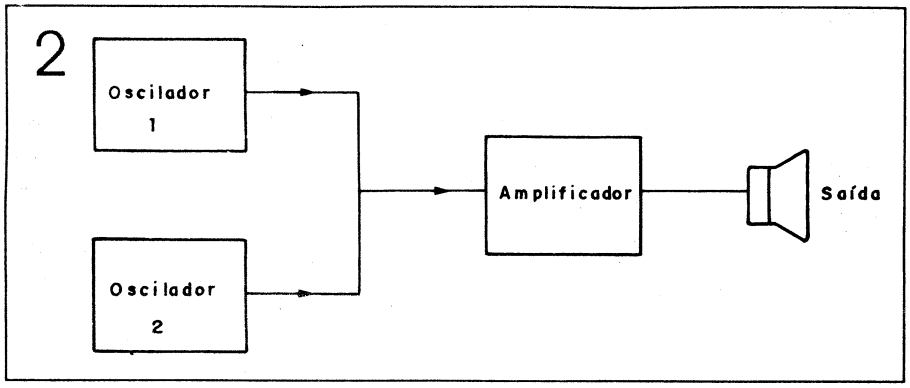
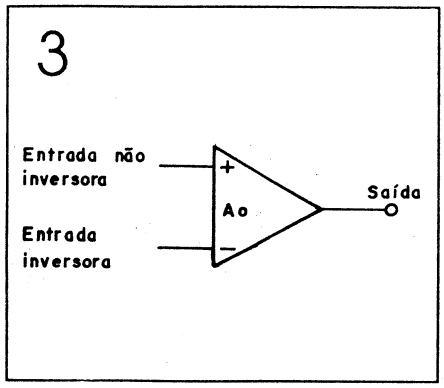
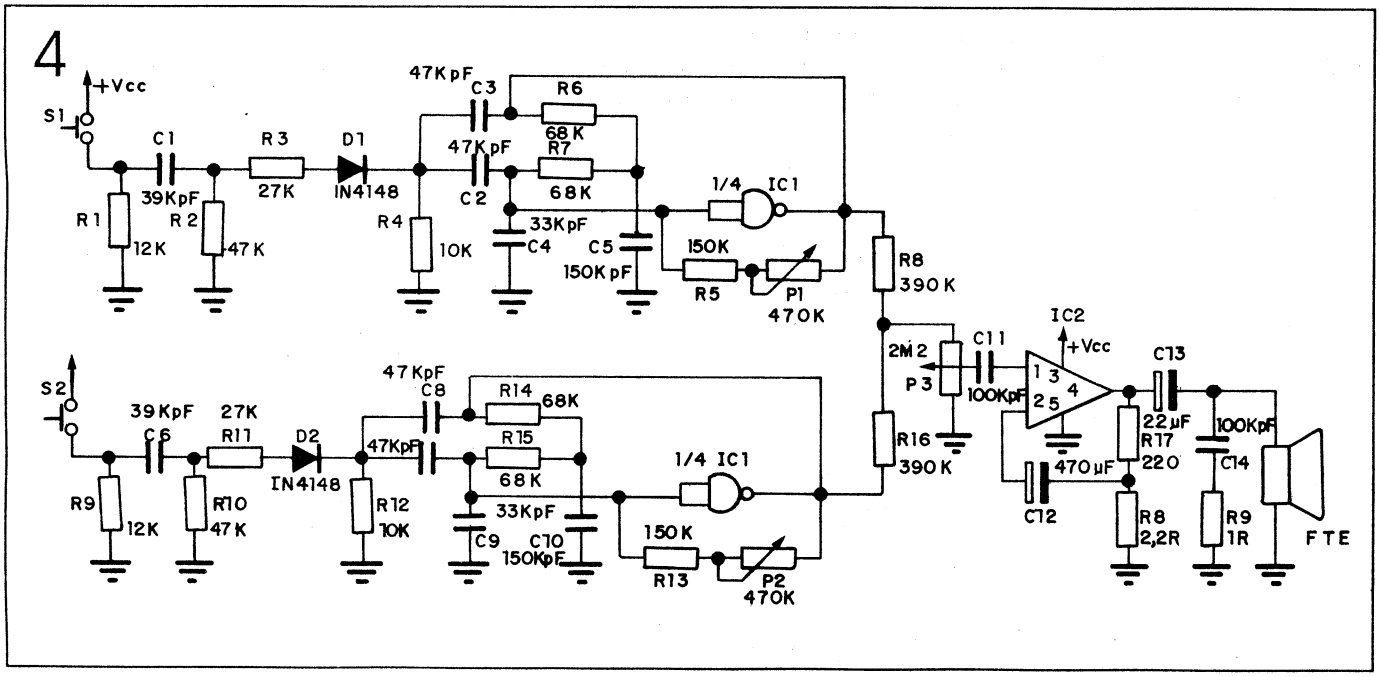


Diagrama de blocos



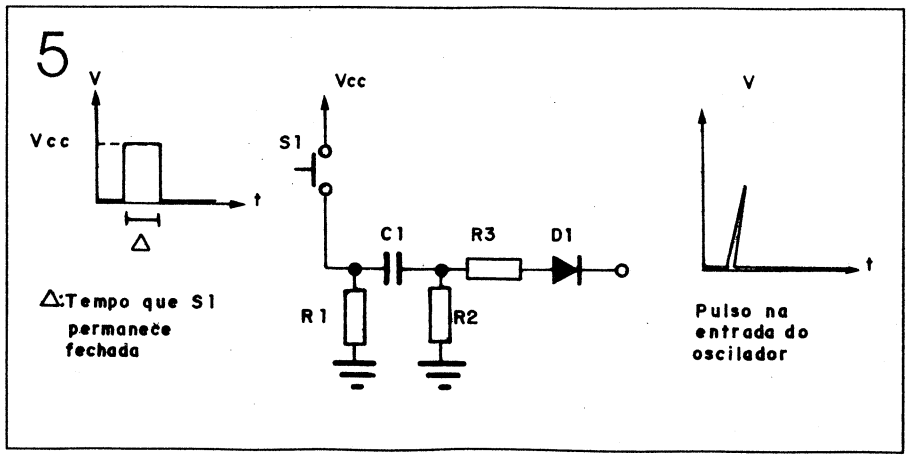
Amplificador operacional



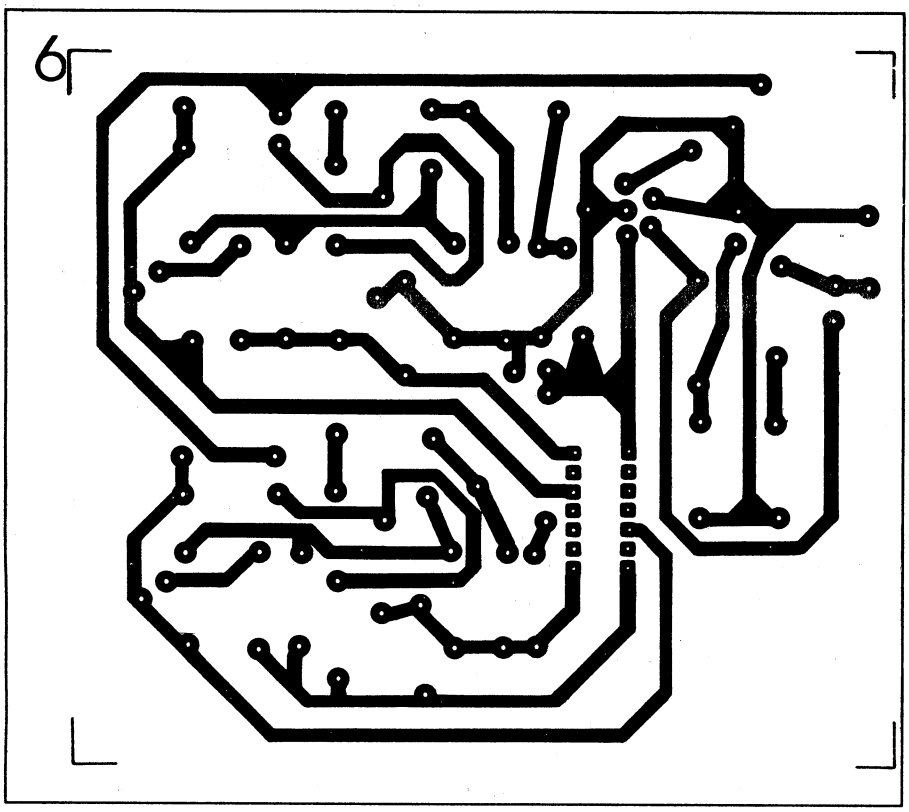
Esquema elétrico

notas da escala. As escalas musicais têm vários intervalos (semitom, tom inteiro, terça, quinta, etc.). Para os fins desta explicação, vamos observar apenas o intervalo mais básico, a **oitava.** Para cada avanço de uma oitava, a freqüência (altura) da nota dobra de valor. Um gráfico da freqüência absoluta (em Hz) e da freqüência relativa (em oitavas) dá uma curva exponencial (figura 1), mas para o ouvido a distância coberta por qualquer oitava (ou outro intervalo) é a mesma.

Para simular o bongô devemos variar a **altura** do som, de modo que a freqüência fundamental do som varie e tenhamos a impressão de que o som está decaindo. Neste circuito há dois osciladores que, neste caso particular, geram freqüências variantes e o seu decrescimento é gerado por um degrau de amorteci-



Gerador de pulso



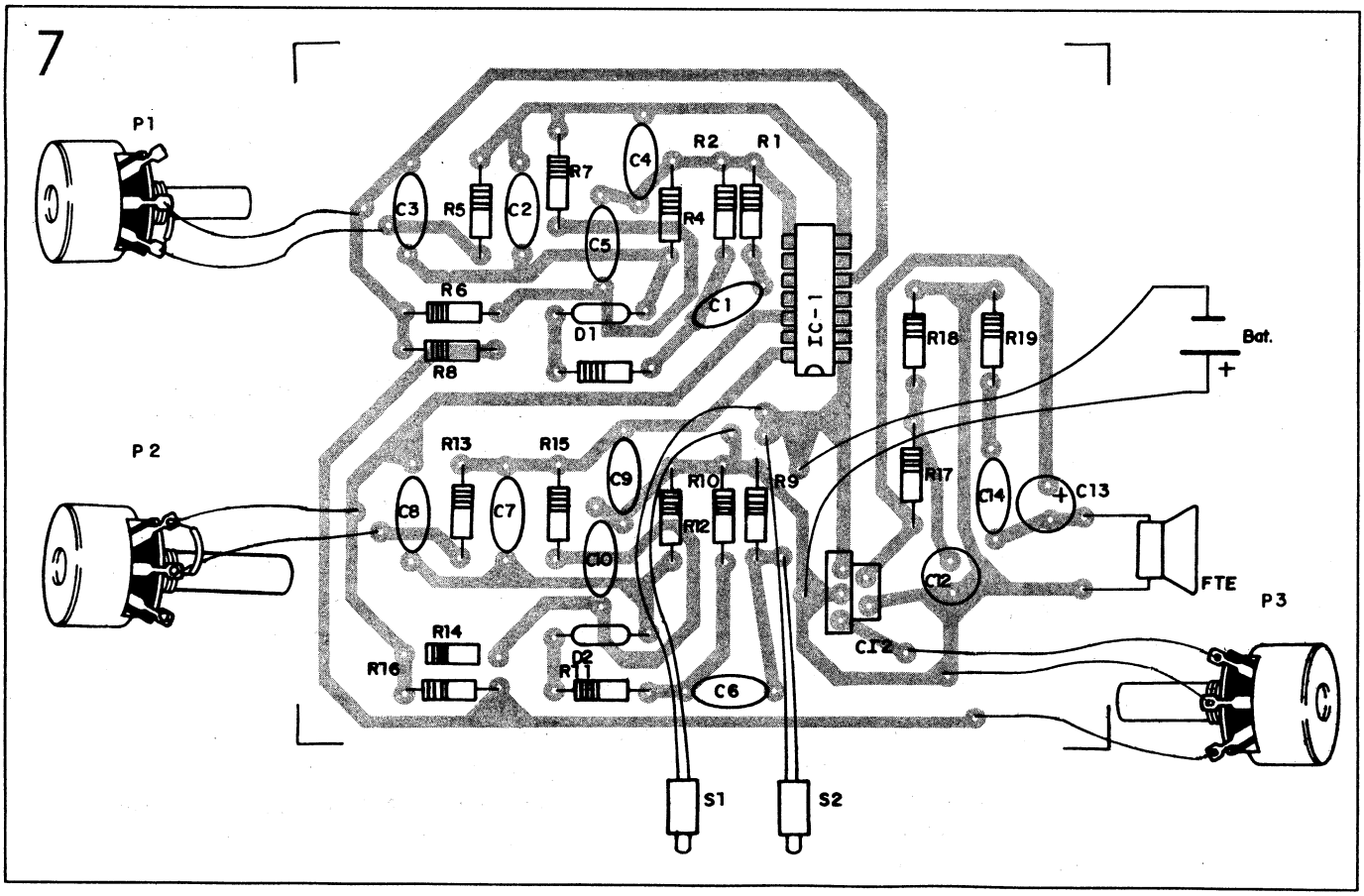
Circuito impresso

mento (fig. 2).

No estágio amplificador utilizamos um **amplificador operacional** (fig. 3), um componente largamente utilizado. O amplificador operacional possui alto ganho e larga faixa de passagem; é projetado para executar de maneira simples e confiável um grande número de funções lineares. A principal característica de um amplificador operacional é o fato de ter duas entradas, uma inversora (–) e outra não- inversora (+).

O CIRCUITO

Na figura 4 temos o esquema elétrico do Bongô Eletrônico. Os dois osciladores são praticamente iguais; portanto, analisando um deles, o outro será entendido. Cada oscilador foi projetado de modo que seu ganho em malha fechada (circuito com realimentação) seja suficiente



Componentes na placa

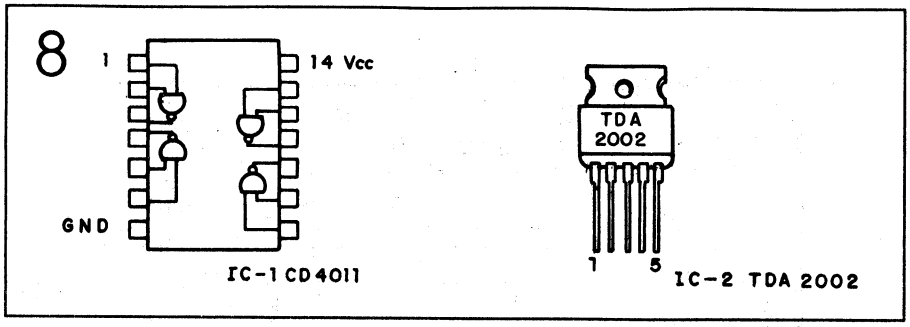
para manter a oscilação; desse modo, quando a oscilação ocorrer, o seu grau dependerá do ganho.

Ao pressionarmos S_1 temos um pulso na entrada do oscilador (figura 5). Com este pulso começa a oscilação (os componentes responsáveis por esta condição são: R_4, R_8, R_7, C_2, C_3 e C_5, além da porta lógica NAND). Como já foi dito, este oscilador não mantém a oscilação: C_4, R_5 e P_1 criam uma amortecimento na freqüência inicial, reproduzindo o efeito do instrumento original. Do valor de R_8 depende a amplitude do nível de saída entregue à entrada do amplificador. O ajuste de P_3 nos proporciona maior ou menor volume de saída, controlando o nível na entrada do operacional.

MONTAGEM

Na figura 6 temos a placa de circuito impresso e na figura 7 a disposição dos componentes.

É importante observar a polaridade dos capacitores, dos diodos, além de montar os *chips* (circuitos integrados) em soquete para facilitar a troca em caso de defeito. Na figura 8 mostramos a configuração dos *chips* utilizados na montagem.



Pinagem dos chips

Procure utilizar placa de fibra de vidro, pois ela apresenta melhor resistência mecânica e maior isolação. Quanto ao ferro de solda, é aconselhável um de 40W; e a solda deve ser fina, para deixar menor quantidade de fluxo. Feita a placa e montados os componentes, acomode o circuito em uma caixa e fixe os *push-buttons*. Para a alimentação pode ser usada uma bateria de 9V.

CONCLUSÃO

Caso ao se pressionar S_1 ou S_2 não sair nenhum som no alto-falante, antes de "xingar o autor" o leitor deve conferir:

- Se P_3 não está com o cursor totalmente virado para o terra, "matando" o sinal do oscilador.
- Se o circuito integrado não está mal conectado ou invertido ou se os diodos ou capacitores estão invertidos.
- As demais ligações em geral.

Com o circuito funcionando, regule P_1 para termos um som fraco, próximo ao de um tambor (bongô alto). Regule P_2 para uma intensidade um pouco maior, obtendo assim o timbre do bongô baixo. **E**

LISTA DE MATERIAL

SEMICONDUTORES

- D_1, D_2 — 1N 4148 (diodo retificador)
- CI_1 — 4011 (*chip* lógico)
- CI_2 — TDA 2002 (amplificador operacional)

RESISTORES

- R_1, R_9 — 12kΩ (marrom, vermelho, laranja)
- R_2, R_{10} — 47KΩ (amarelo, violeta, laranja)
- R_3, R_{11} — 27kΩ (vermelho, violeta, laranja)
- R_4, R_{12} — 10kΩ (marrom, preto, laranja)
- R_5, R_{13} — 150kΩ (marrom, verde, amarelo)
- R_6, R_7, R_{14}, R_{15} — 68kΩ (azul, cinza, laranja)
- R_8, R_{16} — 390kΩ (laranja, branco, amarelo)
- R_{17} — 220Ω/1W (vermelho, vermelho, marrom)
- R_{18} — 2,2Ω/1W (vermelho, vermelho, ouro)
- R_{19} — 1Ω/1W (marrom, preto, ouro)
- P_1, P_2 — 470kΩ (potenciômetro linear)
- P_3 — 2M2Ω (potenciômetro linear ou log.)

CAPACITORES

- C_1 e C_6 — 39nF ou 39kpF (cerâmico)
- C_2, C_3, C_7, C_8 — 47nF ou 47kpF (cerâmico)
- C_4, C_9 — 33nF ou 33kpF (cerâmico)
- C_5, C_{10} — 150nF ou 150kpF (cerâmico)
- C_{11}, C_{14} — 100nF ou 100kpF (cerâmico)
- C_{12} — 470µF/16V (eletrolítico)
- C_{13} — 22µF/16V (eletrolítico)

DIVERSOS

- FTE — alto falante pequeno de 8Ω
- S_1, S_2 — *pushbutton* NA (normalmente aberto)
- Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

Noticiário

DE ELETRÔNICA

TRANSISTOR DE DIAMANTE

A VARIAM ASSOCIATES, empresa americana situada em Palo Alto, Califórnia, acaba de divulgar a sua mais nova e impressionante conquista: um **transistor de diamante.**

O novo componente é formado por uma fatia de diamante de apenas 50 nanômetros (milionésimos de milímetro), montada sobre uma base. Os três terminais (base, coletor e emissor) ligados ao cristal também são de materiais nobres: ouro sobre titânio.

Para fazer um semicondutor, deve-se *dopá-lo,* isto é, inserir átomos de outra substância no interior da sua estrutura cristalina, para que ele conduza mais. A dificuldade de se trabalhar com o diamante é devida à sua dopagem, que deve ser feita com átomos de boro. Como os átomos de carbono são muito próximos entre si no diamante, os pesquisadores achavam até há bem pouco tempo impossível colocar mais átomos numa estrutura já tão "congestionada".

Uma grande vantagem deste componente é ser resistente a várias formas de radiação. Assim, durante uma eventual guerra com armas nucleares, os equipamentos com transistores de diamante não seriam afetados pelos pulsos eletromagnéticos gerados pelas explosões, o que seria quase impossível com os transistores comuns de silício. Isso garante para o transistor de diamante emprego em aplicações militares.

Também se afirma que esse novo componente seria mais rápido que qualquer um que empregue as outras tecnologias correntes (silício e arsenieto de gálio).

O diamante também tem grande dureza (é a substância natural mais dura que se conhece) e resiste a temperaturas muito altas ou baixas, sendo por isso aplicável em sondas, satélites e naves espaciais.

COMPUTADOR NEURAL

Pesquisadores da FUJITSU, uma multinacional japonesa, apresentaram um novo projeto de *computador neural* que pode ser muito mais rápido do que qualquer outro jamais visto.

Rede neural é uma arquitetura de computadores que imita a forma com que os neurônios (células nervosas) se interligam em nosso cérebro. Ela é baseada em vários processadores individuais devidamente interligados, como os neurônios cerebrais. Na máquina da Fujitsu existem 256 processadores individuais fazendo o papel dos neurônios.

A velocidade do novo protótipo foi tão espantosa que as técnicas convencionais para a determinação do desempenho de uma máquina neural falharam. Só para se ter uma idéia: o computador da Fujitsu chegou à incrível marca de cerca de **600 milhões** de conexões por segundo, enquanto que a máquina mais poderosa existente até hoje havia atingido 180 milhões.

Segundo a Fujitsu, esta máquina poderá ter aplicações comerciais dentro de alguns anos. **E**

CARREIRAS DE (E DO) FUTURO

O SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), um dos mais renomados órgãos mantidos pela indústria, abriu novos cursos dentro do ramo da Eletrônica.

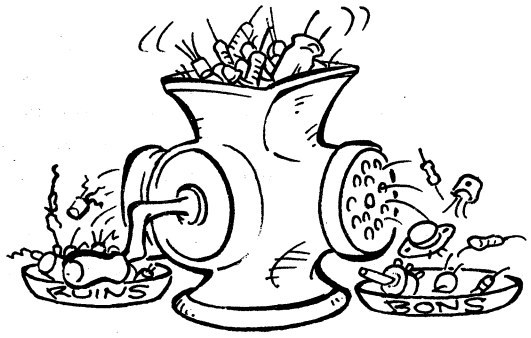
Já muito conceituado pela sua qualidade de ensino em Mecânica, Artes Gráficas e outras áreas, o SENAI constatou que o setor industrial de Eletrônica necessita de mão-de-obra especializada no ramo de Automação e criou cursos para ajudar a desenvolver essa mão-de-obra.

Os cursos recém-criados servirão para formar especialistas em Robótica (voltada à produção industrial) e Mecatrônica (voltada à operação e manutenção de máquinas automatizadas, controladas por computador). Os equipamentos usados no ensino são novos e importados, para permitir aos alunos o contato com a tecnologia mais recente possível. Há equipamentos de Israel instalados, e estão chegando outros do Japão e da Inglaterra.

Outra possibilidade interessante criada por estes cursos é a pós-especialização dos profissionais que têm o segundo grau ou curso técnico completo. Também serão ministrados cursos extracurriculares para empresas e para o público interessado, permitindo o máximo aproveitamento didático dos equipamentos instalados e uma maior difusão da tecnologia entre os nossos profissionais.

A sede principal do SENAI fica na Avenida Paulista, 750, São Paulo. O telefone para informações é (011) 289-8022.

Por J. MARTIN



Testador Econômico de Componentes

Se você não possui um multímetro ou outro instrumento de prova, eis aqui uma oportunidade que não deve ser desprezada para a construção de um Testador simples e econômico, com base num microamperímetro do tipo usado como VU, de fácil obtenção.

Provar componentes é indispensável nos trabalhos de eletrônica. Se algo vai mal numa montagem, como saber qual é a causa do problema senão testando os componentes? Isso sem falar no teste preventivo em cada peça antes da soldagem.

É claro que para esta finalidade existem multímetros e provadores de componentes à venda, mas a maioria desses instrumentos tem preços que nem sempre permitem que o iniciante, o hobbista ou o estudante os tenha de imediato.

O que propomos neste artigo é uma solução alternativa, um instrumento simples que utiliza como saída um *VU meter* com escala de 0 a 200μA (ou próximo disso) e que tanto pode testar e medir resistências como o ganho e o estado das junções de transistores e diodos. O aparelho é alimentado com apenas duas pilhas comuns, servindo para transistores NPN e PNP de todos os tipos.

FUNCIONAMENTO

Para o teste de componentes, o que temos é um simples indicador de continuidade com uma fonte de alimentação (pilhas), o *VU meter* e um circuito limitador de corrente.

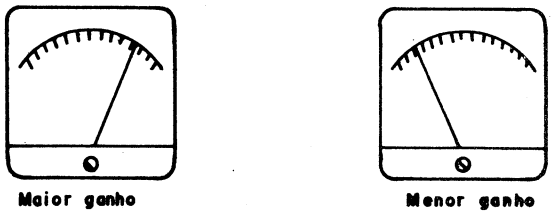
Se o componente testado (ligado em série com o circuito) apresentar continuidade, isto é, deixar passar a corrente, o VU indicará isso com a movimentação da agulha. Tanto maior será o deslocamento da agulha quanto menor for a resistência do circuito ou componente testado.

A corrente de prova, neste caso, é da ordem de 200μA, o que pode ser suportado facilmente por qualquer componente comum. Podemos então testar componentes como resistores, capacitores, diodos, lâmpadas, fusíveis, LEDs, chaves, potenciômetros, transformadores, bobinas, alto-falantes e muitos outros.

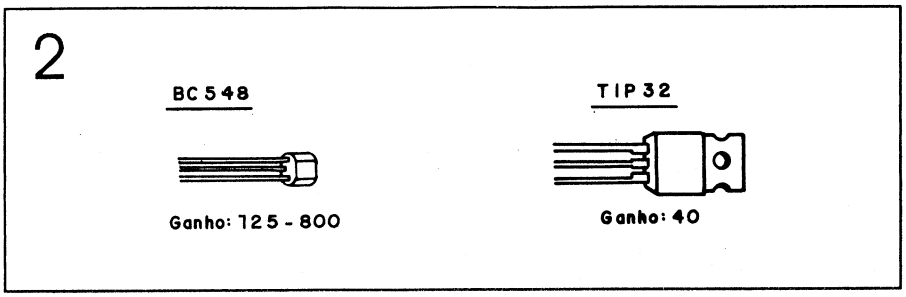
Para os transistores a prova é mais complexa, sendo usados ao mesmo tempo os três terminais de ligação destes componentes. Ligamos ao circuito principal o emissor e o coletor do transistor; se ele estiver bom, sem polarização de base (base desligada), não deve haver circulação de corrente (a agulha não deve se mover). Se houver um pequeno movimento, o transistor apresenta fuga. Se o movimento for acentuado, o transistor está tecnicamente em curto. Nestes dois casos o seu uso pode ser comprometido.

Polarizando a base, devemos ter uma corrente entre o coletor e o emissor que será tanto maior quanto maior for o seu ganho (fator de amplificação, sigla h_{FE}). Assim, para os transistores de alto ganho o movimento da agulha será maior do que para os de menor ganho (figura 1). Veja então que podemos comparar os ganhos de diversos transistores entre si e facilmente escolher aquele que tiver o ganho maior para obter

1



O movimento do VU é proporcional ao ganho do transistor



Transistores menores têm ganhos maiores

o máximo rendimento em um amplificador, por exemplo.

Uma chave (S_1) permite que escolhamos duas faixas de ganho, uma para transistores de menor amplificação e outra para os de maior. Nas aplicações práticas podemos ter transistores de menor ganho, com valores entre 10 e 50 (2N3055, TIP 32, etc.), e de maior ganho, como o BC 549 (que chega a 900). Como regra geral, os transistores de maior potência (que podem trabalhar com correntes elevadas) têm menor ganho que os transistores de menor potência (exceto os tipo *Darlington*). Veja a figura 2.

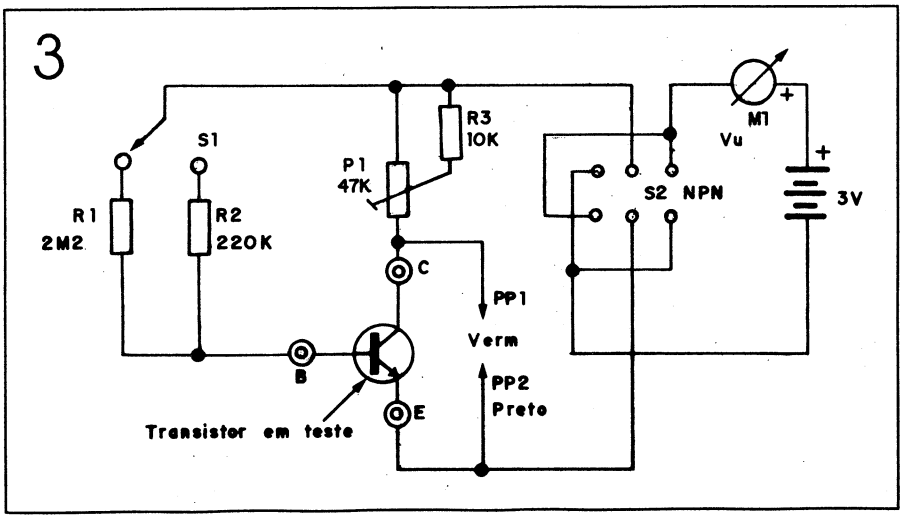
Os transistores Darlington (transistores acoplados diretamente em "cascata"), que não podem ser testados com aparelhos como o nosso, podem ter ganho de 10 000 ou mais ainda, pois o ganho de um transistor componente do Darlington é multiplicado pelo do outro.

Como a polaridade da corrente de prova é diferente para os transistores NPN e PNP, existe uma chave inversora da pilha (S_2). O indicador deve ser ligado obrigatoriamente **antes** desta chave, porque ele não admite inversão de polaridade.

MONTAGEM

Começamos por dar o diagrama completo do Testador na figura 3. A montagem não exige o emprego de placa de circuito impresso, dado o número reduzido de componentes. Desta forma, podemos fixar uma ponte de terminais numa caixinha com o indicador e soldar os principais componentes nesta ponte, conforme mostra a figura 4.

Para os transistores que serão provados, podemos usar um soquete ou terminais parafusados. Para as provas dos demais componentes usamos pontas de prova de multímetro, diferenciadas quanto à polaridade pela cor (a negativa preta e a positiva vermelha).



Esquema completo

O único ajuste que o aparelho possui é feito em P_1 (um *trimpot* de 47kΩ). As pilhas são colocadas num suporte que pode ser fixado na caixa por meio de braçadeiras plásticas.

Na montagem será necessário observar com rigor a polaridade de ligação do instrumento medidor (VU), pois se houver inversão a agulha tentará virar para o lado contrário, podendo ficar danificada.

A chave S_1 (de seleção de faixa de ganho de transistor) pode ser do tipo 2x2, caso em que uma das duas seções (3 dos 6 terminais) é aproveitada. A chave S_2 (NPN/PNP) é do tipo deslizante de 2 pólos por 2 posições. Ambas podem ser fixadas no painel junto com as respectivas identificações (decalcadas com Letraset).

Os resistores usados nesta montagem podem ser, indiferentemente, de $^1/_8$W ou $^1/_4$W.

PROVA E USO

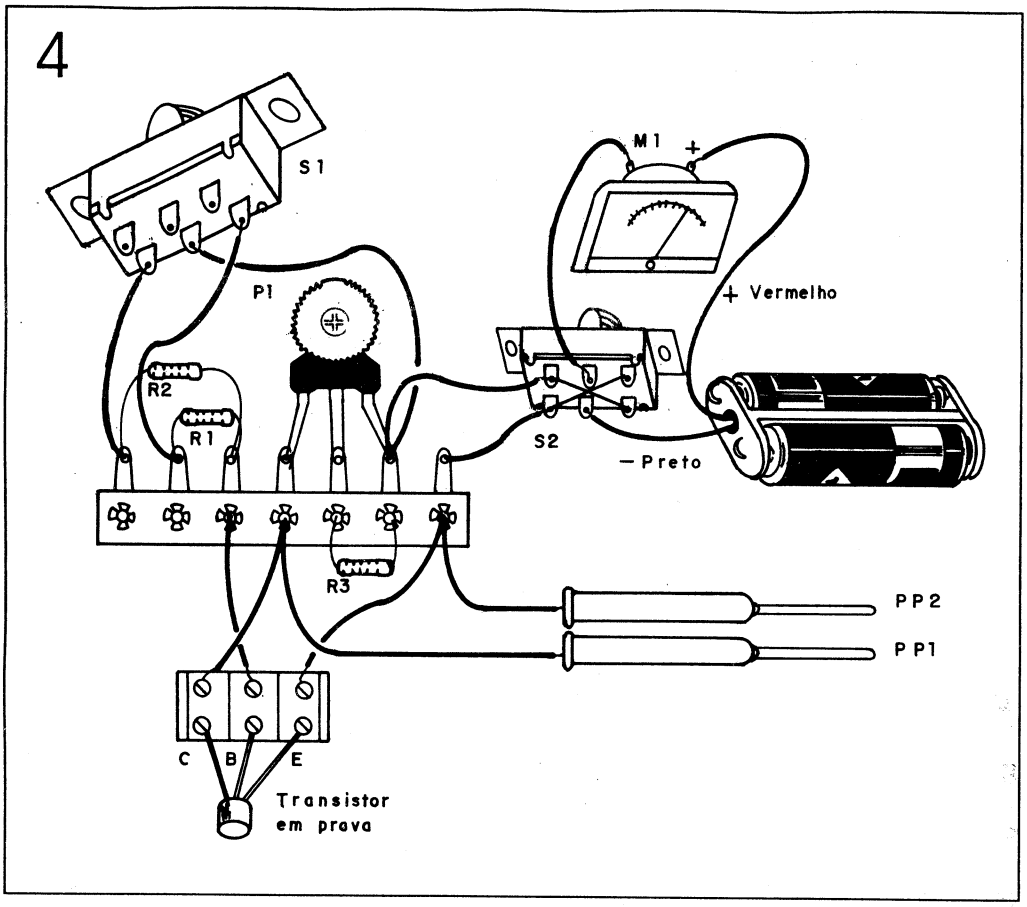
A prova de funcionamento é muito simples: coloque as pilhas no suporte e encoste a ponta de prova vermelha na preta. A agulha do instrumento deve se mover. Não se preocupe se ela não chegou até o fim da escala: gire P_1 até que a agulha do instrumento fique bem no final da escala com as pontas de prova em curto.

Para usar o instrumento, o procedimento depende da prova a ser realizada, conforme se segue.

- **Componentes em geral** — Encoste as pontas de prova Pp_1 e Pp_2 nos terminais dos componentes que vão ser analisados. Se houver continuidade, o ponteiro do instrumento se

movimentará; se não houver, o ponteiro permanecerá imóvel. Se quiser, faça a medida de diversos valores de resistências até 100kΩ, anotando as marcações na escala do instrumento. Assim, você transforma o seu medidor em um ohmímetro de precisão razoável.

• **Diodos** — deixe a chave S2 na posição que corresponde aos transistores NPN, pois assim a ponta de prova preta estará ligada ao negativo da alimentação. Com a ponta de prova vermelha no anodo e a preta no catodo (lado que tem a faixa colorida), o indicador deve mostrar a passagem de corrente com movimentação da agulha. Invertendo as pontas, o indicador deve permanecer imóvel.



Montagem em ponte do Testador

• **Transistores** — coloque-os no suporte e a chave S_2 na posição correpondente ao tipo (NPN ou PNP). É importante identificar previamente os terminais de emissor, coletor e base. Inicialmente, deixe S_1 na posição de menor sensibilidade, somente passando para a de maior sensibilidade se o ganho for baixo. Na posição com o resistor de 220kΩ temos a prova de menor ganho e na posição com o resistor de 2M2Ω a de maior ganho. Para verificar se o transistor está em curto, desligue a base: se o instrumento indicar corrente máxima ou intensa, o transistor está em curto. Se a corrente indicada for baixa mas não zero, o transistor apresenta fuga. Se nada for indicado no instrumento em todas as provas, então o transistor está aberto, não devendo ser usado.

Se ao se unir as pontas de prova a agulha não chegar à máxima deflexão, a bateria (conjunto de pilhas) se encontra fraca; sendo assim, troque as pilhas. **E**

LISTA DE MATERIAL

RESISTORES

- R_1 — 2M2Ω (vermelho, vermelho, verde)
- R_2 — 220kΩ (vermelho, vermelho, amarelo)
- R_3 — 10kΩ (marrom, preto, laranja)
- P_1 — 47kΩ *(trimpot)*

DIVERSOS

- M_1 — microamperímetro 0 – 200μA *(VU meter)*
- B_1 — 3V (2 pilhas pequenas)
- S_1 — chave de 1 pólo x 2 posições ou 2 x 2
- S_2 — chave de 2 pólos x 2 posições
- Pp_1, Pp_2 — pontas de prova (uma vermelha e outra preta)
- Suporte ou soquete para transistores ou ponte de terminais com parafusos; suporte para duas pilhas; caixa para montagem; solda; fios; etc.

Por M. AMAYA

O BÁSICO DA ACÚSTICA E DA AUDIÇÃO



Este é o primeiro de uma série de artigos descrevendo os princípios fundamentais da Alta-Fidelidade e o uso dos equipamentos de som. Veja aqui a explicação do fenômeno sonoro e da sua captação e interpretação pelo ouvido

Se pretendemos explicar o funcionamento e os usos dos equipamentos de som, primeiro precisamos explicar o ouvido; mas, se é assim, somos obrigados a definir antes o que é o som e como ele se comporta.

O **SOM** é qualquer vibração física transmitida por um meio material, na forma de variações de pressão ou oscilações na posição das partículas do meio. Do ponto onde é gerada, a vibração agita as moléculas sucessivamente (uma molécula "bate" na outra, que por sua vez "bate" em outras e assim por diante), atravessando o meio com velocidade e quantidade de atenuação (absorção) que dependem das características da substância.

Concluindo:

- No caso do **ar**, que é o meio de onde captamos no cotidiano quase todos os sons, as perturbações causam deslocamentos das moléculas, variando assim a densidade do ar em determinado ponto.

- O som também se propaga nos **líquidos** e nos **sólidos.** Nos meios rígidos a vibração é transmitida como ondas de pressão entre as superfícies externas do material.

- No **vácuo** não há propagação de som, pois nele não existem moléculas para a sua transmissão. (Pois é: os efeitos sonoros de explosões nos filmes de ficção científica no espaço são só um enfeite: não poderiam existir se a história acontecesse!)

- Se os meios têm **densidades** diferentes, então a velocidade do som em cada meio é diferente. Por exemplo, veja as velocidades do som no:

AR ..... *337,5 m/s*
MAR ..... *1534,7 m/s*
CONCRETO ..... *4250 m/s*
FERRO ..... *5183 m/s*

A velocidade do som no ar depende da **altitude** e da **temperatura.** O valor acima é para 20°C, mas a 0°C a velocidade é de 326 m/s e a 100°C é 379 m/s, ao nível do mar. Também, quanto maior a altitude, menor a velocidade.

A velocidade do som no nível do mar é igual a **Mach 1.** Essa é a unidade usada para medir a velocidade dos aviões. (O dobro, o triplo, etc. da velocidade do som é enunciado como **Mach 2, Mach 3,** etc.)

Outro dado importante: 1m/s é o mesmo que 3,6km/h.

PROPRIEDADES ACÚSTICAS

O som se manifesta como uma variação de pressão que contém *picos* e *vales* (máximos e mínimos). Se ligarmos um microfone a um traçador de gráficos, veremos o som como uma seqüência de **ondas** cíclicas ao redor de um ponto de pressão zero, podendo-se escolher um ponto qualquer em uma onda para servir de ponto inicial.

Se a onda é **periódica** (repetitiva), podemos medir o tempo entre os pontos iniciais de dois ciclos; essa medida (chamada *período)* é o inverso da **freqüência** do som, musicalmente chamada de **altura** (cada nota musical é uma altura diferente, com sua própria freqüência).

A freqüência é medida em **Hertz** (Hz); um Hz é igual a um período completo por segundo.

A diferença entre os picos de pressão máxima e mínima é a *amplitude,* que nos dá uma medida da **intensidade** do som (em música: *piano, fortissimo,* etc.). Há muitas maneiras de medir a intensidade (ver box).

E, finalmente, a *forma* que a onda possui determina o **timbre** (caráter) do som: voz humana, trombone, flauta, sino de igreja, etc. Dentre vários instrumentos tocando a mesma nota musical, cada um deles pode ser distinguido pelo seu timbre, que se revela também pela forma das ondas sonoras que produzem.

Nem todas as ondas sonoras podem ser descritas da maneira que vimos agora, pois não são periódicas: é o caso da maioria dos instrumentos de percussão, desprovidos de afinação. Todo som irregular é tecnicamente chamado de **ruído.**

Um gerador de sinais pode produzir uma **onda pura,** cuja forma de onda é a da curva **senóide** (da função matemática *seno).* O tom puro não existe na natureza; o timbre mais aproximado dele que pode ser dado como exemplo é o de um assobio.

No ano de 1801, o matemático francês **Jean-Baptiste Fourier** estava estudando a influência do calor na propagação do som quando descobriu um sistema de análise matemática pela qual qualquer som pode ser decomposto em tons puros de diversas freqüências fixas (os **harmônicos**), que se relacionam matematicamente com o som **fundamental** (freqüência básica); o conjunto dessas freqüências forma o timbre.

Da mesma forma, sons puros podem ser combinados para gerar timbres (é o fundamento básico de muitos **sintetizadores**).

As propriedades básicas das ondas sonoras aparecem na figura 1.

Existem muitos paralelos entre a propagação do som e da luz. O som também apresenta:

• **Interferência.** Duas ou mais ondas,

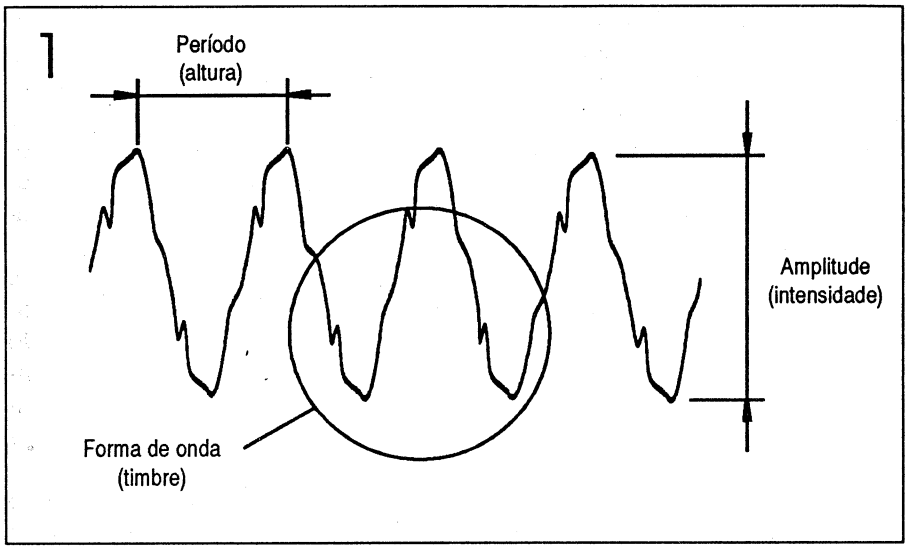
MEDINDO O SOM

O volume sonoro em um dado ponto pode ir do ruído de fundo de audição *(ruído browniano,* quando se podem ouvir as próprias moléculas do ar batendo no tímpano) a níveis causadores de dor física ou surdez permanente (como os tiros de armas de fogo, mesmo as leves, a pequena distância). A lista abaixo dá uma idéia da intensidade de alguns sons conhecidos.

Até hoje, não foi inventada uma unidade de medida do volume definitivamente capaz de comunicar com precisão a impressão real do volume dos sons, pois essa sensação é processada no cérebro de forma muito complexa. Assim, usam-se normalmente unidades abstratas, tendo base numa escala de acréscimo **logarítmica** (que cresce por multiplicações em vez de adições).

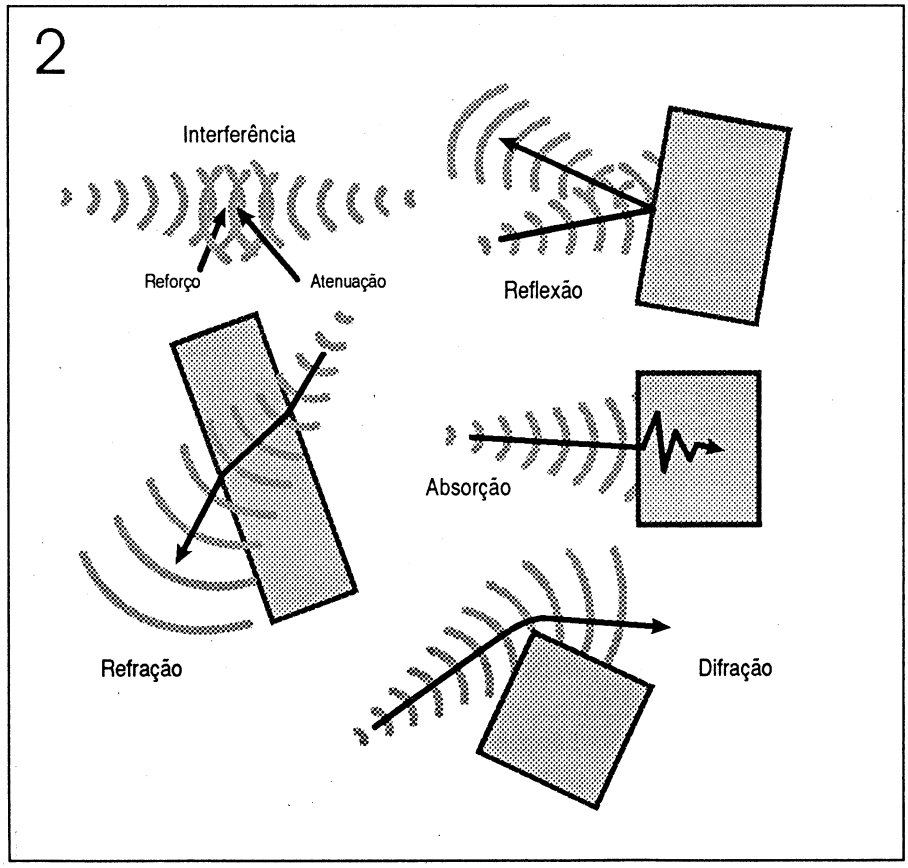
Todos os valores da lista que fornecemos foram medidos nas unidades dBA *(decibéis ponderados),* ou SPL *(nível de pressão sonora)* para os valores das armas de fogo. A **ponderação** consiste em se dar uma ênfase ao conteúdo sonoro compreendido entre 1kHz e 4kHz, que é a faixa de maior sensibilidade nos seres humanos.

- **0** — Limite da sensibilidade (ruído browniano)
- **10** — Quase indetectável
- **20/30** — Sussurro
- **40** — Escritório tranqüilo; residência
- **50** — Trânsito em uma rua calma
- **60** — Nível típico da conversação; ar condicionado
- **70** — Som de TV; restaurante cheio; aspirador de pó; interior de um carro a 110 km/h
- **80** — Impossível conversa pelo telefone; locomotiva Diesel
- **85** — Dano auditivo possível; batedeira doméstica; avião a hélice voando a 300m
- **90** — Grito alto; trem de Metrô correndo dentro de um túnel; cabine de avião pequeno
- **100** — Sirene de polícia a 30 metros; avião a jato voando a 300m; motocicleta com escapamento barulhento
- **115** — Caminhão pesado acelerando
- **120** — Limiar da suportabilidade; trovão próximo
- **135** — Sirene de ataque aéreo
- **140** — Limiar da dor; turbina de jato a 3 metros; rifle calibre .22
- **160** — Dano auditivo inevitável; disparo de rifle M-1
- **190** — Lançamento de uma nave Apollo ouvido de perto dos foguetes
- **194** — Máximo teórico para um tom puro



Parâmetros de definição básicos de qualquer som

quando misturadas, interferem mutuamente (reforçam-se e subtraem-se de acordo com os valores de pressão das ondas em cada momento). Se duas ondas da mesma freqüência passam pelos picos de pressão simultaneamente, diz-se que estão **em fase**, caso em que elas se somam. Se estiverem "atrasadas" em relação uma à outra, elas estão **fora de fase** e se anulam parcialmente ou totalmente (no caso de estarem em oposição). Entre notas musicais, as interações produzem um resultado inteiramente novo para o ouvido (o **acorde**), que é o fundamento da **Harmonia** (a ciência musical de coordenar as notas emitidas simultaneamente no discurso sonoro).



Propriedades da propagação do som

- **Reflexão.** Da mesma forma que a luz, o som é refletido pelos objetos no mesmo ângulo em que toca a sua superfície. Esse fenômeno é chamado de *reverberação* ou *eco*, de acordo com a sua duração e número de reflexões (a **reverberação** é a reflexão rápida, percebida como alongamento ou permanência do som depois de emitido, e o **eco** é um retorno perceptível do som que ao ouvido parece ser um novo som, distinto do original).

- **Refração.** Atravessando meios de temperaturas e densidades diferentes, o som muda de velocidade e direção. Por exemplo, numa manhã de inverno em que o ar perto da terra está mais frio que o ar alto, podem ser ouvidos sons vindos de lugares a quilômetros de distância, porque eles sobem e em vez de se perderem encontram o ar mais quente e são refratados, voltando ao solo em uma trajetória curva.

- **Absorção.** O som pode ser absorvido pela superfície dos objetos porosos, que refletem as ondas desordenadamente e "aprisionam" parte delas em suas concavidades. As salas de audição possuem revestimento de espuma ou materiais semelhantes para reduzir a influência do ambiente no som.

- **Difração.** O som contorna as arestas dos objetos e se propaga ao redor destas em direções diferentes da original. Por isso é que nós podemos ligar o rádio na sala e ouvi-lo no quarto.

As propriedades descritas atrás são gerais, mas os sons se propagam e são percebidos de maneiras diferentes de acordo com a sua freqüência. Os sons da faixa grave, com suas ondas grandes, movimentam grandes quantidades de ar (por isso são

"sentidos" pelo resto do corpo além de ouvidos) e são pouco direcionais. Já os agudos percorrem linhas retas como os raios de luz (pelo que podemos situar as suas fontes com precisão), podendo ser facilmente abafados ou refletidos pelos objetos, e carregam a sua energia em deslocamentos rápidos e pequenos de ar.

O OUVIDO

O processo completo pelo qual nós ouvimos é muito mais complexo do que podemos imaginar. Tenha sempre em mente que o ouvido é um "aparelho de som" tão perfeito que o melhor engenheiro nem sonha (pelo menos agora e no futuro por um *bom* tempo) em reproduzir todas as suas faculdades eletronicamente. Assim, para o interessado em áudio é bom conhecer o funcionamento do ouvido.

O processo da audição envolve um grande número de etapas. Pode ser descrito simplificadamente do seguinte modo (acompanhe a figura 3):

- A princípio, as vibrações são captadas pela **orelha** e atingem uma membrana chamada **tímpano** (ambos formam o **ouvido externo**), que vibra de acordo com o estímulo (vibração) do meio. Do outro lado do tímpano há uma cavidade cheia de ar (o **ouvido médio**); para manter a pressão desse ar interno igual à do externo, um tubo estreito (a **Trompa de Eustáquio**) liga cada cavidade ao nariz. (As "trompas" só se abrem quando alguém engole ou boceja.)

- Um conjunto de três ossos minúsculos (os **ossículos**), articulados ao tímpano, funcionam como uma espécie de alavanca, que transmite e concentra a pressão num ponto fixo ("janela") do órgão interno conhecido como **cóclea** ou **caracol.**

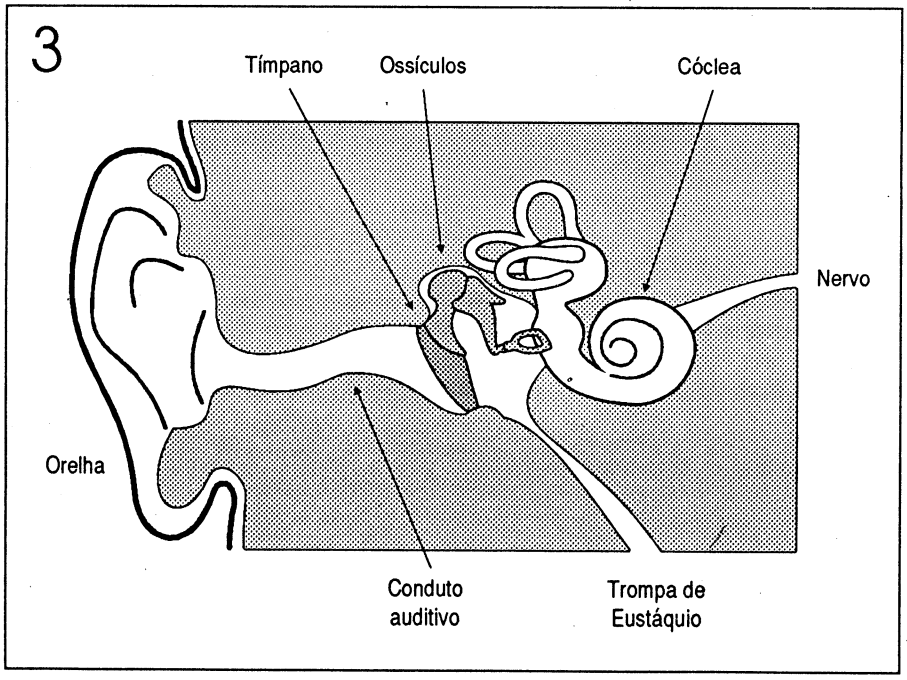
- O caracol (**ouvido interno**) é o órgão que reúne a função de sensor/analisador inicial do som com o sentido do equilíbrio. No que nos interessa (a audição), ele funciona assim: no seu interior existe um canal com forma espiral, preenchido por um fluido e dividido por uma membrana (a **membrana basilar**) em toda a sua extensão. A vibração sonora é convertida em ondas de pressão hidráulica e se concentra em lugares específicos de acordo com as freqüências que o compõem. Ao longo do canal, sobre a membrana basilar, ficam cerca de 16 mil a 20 mil células sensíveis (os **órgãos de Corti**) que produzem impulsos elétricos quando sentem a pressão (cada uma das células sensoras responde a uma freqüência, de acordo com a sintonia específica do ponto onde fica).

- Os sinais elétricos são reunidos e enviados ao cérebro por meio do **nervo auditivo,** que se divide em feixes cruzados do lado esquerdo e do direito e passa por várias "estações de retransmissão" dentro do cérebro (que provavelmente servem para filtrar as informações recebidas), até chegar ao **córtex auditivo.**

- O papel do **cérebro** é importantíssimo mas ainda não foi totalmente esclarecido, dada a sua complexidade. Mas pode ser sumariamente descrito assim: primeiro, ele decodifica os sinais gerados pelas células sensoras, correspondentes a intensidades e freqüências recebidas; depois compara a **intensidade** e mede **diferenças de fase** entre sinais sonoros semelhantes vindos do lado esquerdo e direito, determinando com grande precisão a origem e a distância de cada fonte de som. Além disso, o tempo todo o nosso cérebro procura identificar o *timbre* do som que está ouvindo (se é um violino, guitarra, saxofone ou turbina de avião) dentre os mais de 400 mil timbres diferentes que pode reconhecer, e também trata de separar do todo sonoro os sons que realmente interessam ao ouvinte no momento ignorando o resto (esses processos são tão automáticos que não os percebemos quase nunca).

ANALOGIAS ELETRÔNICAS

Podemos reexplicar o básico do processo auditivo somente com analogias familiares aos que trabalham



Estrutura do ouvido (simplificação)

PRESERVANDO A SUA AUDIÇÃO

Vamos dedicar um tópico a um assunto importantíssimo mas constantemente negligenciado: a perda de sensibilidade da audição causada por sons excessivos.

O ouvido interno gera a informação sobre intensidades e freqüências componentes do som por meio de cerca de 16 mil células especializadas (ver texto principal). Com a exposição a sons fortes e prolongados, uma parte dessas células pode ser destruída e outra parte dessensibilizada por algum tempo. Felizmente, a perda não é total em relação à freqüência, pois existe uma certa redundância de função entre as células vizinhas; mas, por outro lado, a pessoa pode ir ficando surda sem perceber (é o caso de muitos músicos, operários, etc.).

Como as células sensitivas são irrecuperáveis, o único meio de evitar esse tipo de surdez é a **prevenção.**

SURDEZ PARCIAL

As pessoas com a audição parcialmente afetada podem ter dificuldade em ouvir sons tais como sussurros e vozes agudas de mulheres e crianças (cujos harmônicos caem dentro da faixa de maior sensibilidade do ouvido humano), ou acompanhar uma conversação a uma distância maior que três metros ou misturada ao ruído ambiente.

Os danos provocados por som excessivo podem ser **auditivos** e **fisiológicos** (conforme veremos adiante); podem ser também **transitórios** ou **permanentes** (considera-se permanente a queda de sensibilidade não recuperada no prazo de uma a duas semanas).

SOM EXCESSIVO

O nível sonoro capaz de danificar o ouvido depende muito do tempo de exposição e da freqüência em que a pessoa se expõe a sons fortes. Para dar uma idéia da relação entre volume e tempo, damos aqui uma norma criada pela OSHA (Agência de Saúde e Segurança Ocupacional) dos Estados Unidos em 1970, que procura definir limites de exposição ao som para trabalhadores industriais e é uma das melhores existentes. Segundo a OSHA, um operário pode ficar exposto diariamente a uma pressão sonora de 90dBA por oito horas; a cada acréscimo de 5 dBA, o período deve ser diminuído pela metade. Assim, o tempo máximo de exposição a 95dBA é de 4 horas, para 100dBA de 2 horas, etc.

Usando fones ou *plugs* de isolação, o operário não só se previne como também melhora o discernimento dos sons, já que a partir de 85dBA é possível detectar **distorção** (som nebuloso ou mal localizado e granulado) no ouvido, da mesma forma que em um aparelho de áudio qualquer.

Os efeitos fisiológicos do som excessivo podem ir de simples perturbações do sono e da concentração à hipertensão (pois o som muito forte produz contração vascular), tirando o rendimento no trabalho e causando estafa.

COMO SABER QUANDO O SOM É EXCESSIVO

É difícil saber exatamente quando o som ambiente é prejudicial ou não, mas as regras a seguir podem auxiliá-lo um pouco:

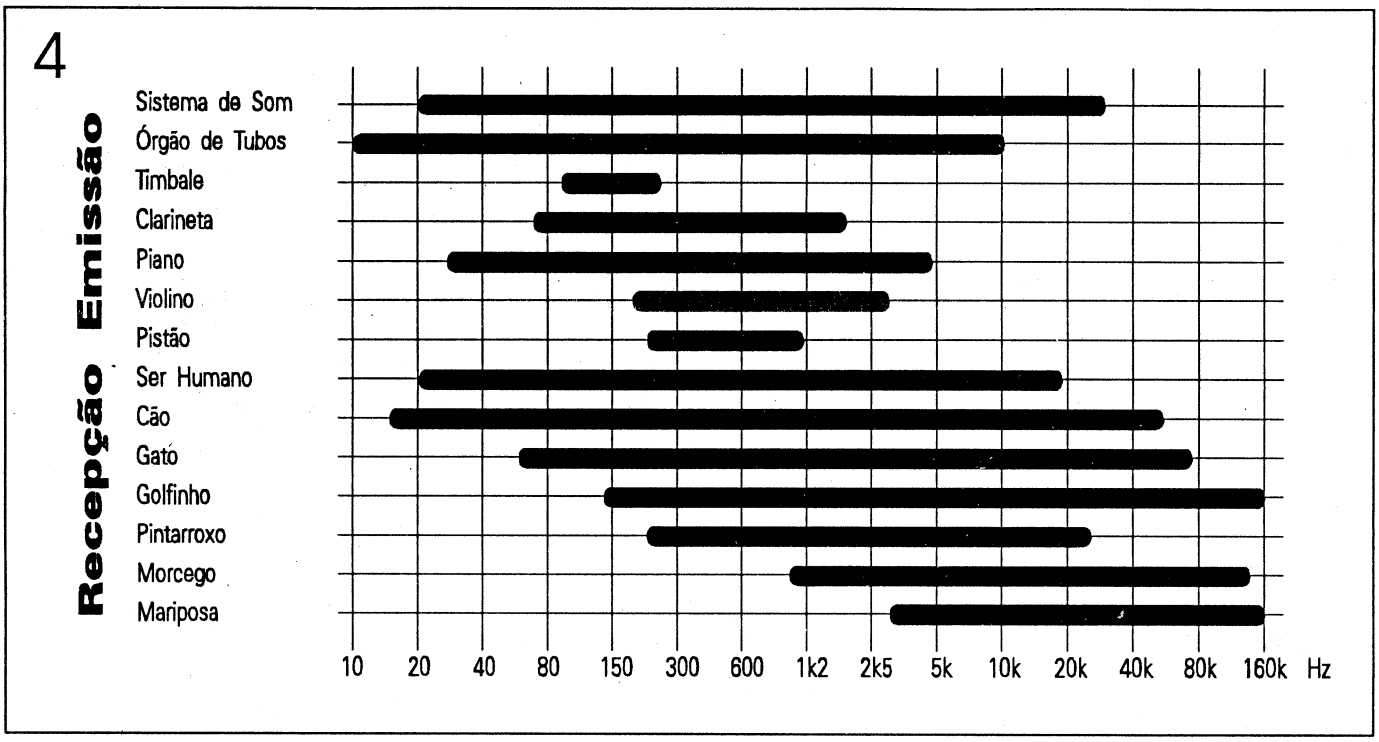
- Se você não consegue conversar com uma pessoa à distância de um metro sem ter que gritar, o nível sonoro do ambiente é potencialmente perigoso.

- O zumbido no ouvido, quando é causado por algum som forte, indica exposição perigosa.

- A queda de audição (abafamento, como se houvesse algodão nas suas orelhas) normalmente desaparece em horas ou dias, mas evite exposições repetidas à fonte do som que causou o distúrbio.

- Se você está usando fones do tipo aberto (de Walkman) e não ouve o que os outros lhe falam de perto, o volume está alto demais. **CUIDADO! O uso do fone de ouvido em volumes altos prejudica seriamente a audição.** O problema do fone de ouvido é que, isolados do ruído ambiente, perdemos a noção do volume real do som e tendemos a aumentá-lo cada vez mais. Um fone de ouvido comum pode transmitir muito mais pressão sonora ao ouvido (devido à proximidade) que uma típica caixa acústica doméstica; portanto, é bem mais perigoso. (Aparelhos portáteis e fones avulsos importados já estão vindo com selos e folhetos informativos.)

- Um típico show de *rock* pode liberar facilmente potências maiores que 120dBA, que teoricamente não deveriam ser suportadas por mais de **7 minutos** sem causar danos! Não se deixe empolgar demais e ficar bem defronte a um PA.



Espectros de emissão e de recepção de sons

com Eletrônica. Vejamos:

- A orelha pode não ter um *design* muito elegante, mas é muito útil ao auxiliar o cérebro na localização dos sons; as suas dobras e concavidades concentram e redirecionam o som de acordo com a sua freqüência (como uma **antena de prato**). Além disso, o canal que leva os sons da orelha ao tímpano funciona como uma **câmara de ressonância** sintonizada aproximadamente em 3,5kHz, com um ganho de cerca de 10dB para toda a faixa média.

- O ouvido médio (ossículos) pode ser traduzido como um **casador de impedância** entre o ar e o fluido da cóclea, pois transforma os fracos movimentos do tímpano em potentes ondas. Se o ouvido interno fosse estimulado diretamente haveria uma perda na transmissão de 30 a 35dB; mas, como a área do tímpano é 14 vezes maior que a janela de entrada das ondas na cóclea, o resultado é uma amplificação de cerca de 23dB, que somados a outros 2dB pelo efeito de alavanca dos ossículos, contrabalança bastante a diferença entre o ar e o fluido.

- E o ouvido interno é um pequeno mas espetacularmente bem-construído **analisador de espectro em tempo real.** Cada célula sensora da cóclea (que é o **transdutor** de fato) verifica a intensidade do som de sua freqüência específica (como um **VU com filtro passa-faixa**) e transmite os dados na forma **digital** para não serem afetados pela **atenuação de sinal** inerente ao nervo.

A AUDIÇÃO E O ÁUDIO

O aparelho auditivo em perfeito estado da maioria das pessoas tem percepção mais ou menos desde 16 a 20 Hz até 18 a 22kHz (com a sensibilidade e a precisão variando bastante ao longo dessa faixa), embora o conjunto de todos os sons da natureza continue indefinidamente para fora desses extremos (muitos animais podem ouvir além disso, conforme mostra a figura 4).

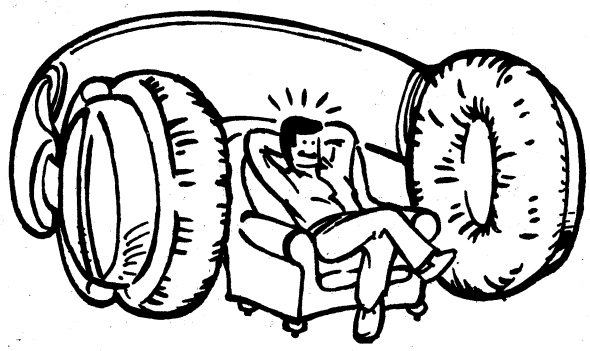
À gama de freqüências ouvida pelo ser humano típico damos o nome de **Faixa Audível** ou **Faixa de Audiofreqüências.** Infelizmente, os valores citados não são absolutos (se fossem, tudo seria bem mais fácil para os engenheiros de som), porque cada pessoa tem sensibilidade diferente para cada uma das freqüências que pode discernir.

A qualidade do material gravado, posição do ouvinte, tamanho e quantidade de mobília da sala de audição, distorção e outros fatores influem no que é ouvido, tirando o realismo.

O objetivo da **Alta-Fidelidade** é reproduzir o som da maneira mais próxima da realidade, excedendo sempre que possível os limites de percepção da audição humana para qualquer pessoa ter a ilusão de estar ouvindo o som original. Os nossos próximos artigos vão abordar esse assunto em detalhes, além de descrever a composição e o funcionamento dos equipamentos mais comuns. **E**

Por MARCO GARCIA

O BÁSICO DA ALTA-FIDELIDADE



Veja aqui os princípios gerais da gravação e reprodução do som, a composição de uma aparelhagem de áudio e a função dos principais equipamentos

Qualquer processo de reprodução de som está sujeito à introdução, pelos circuitos eletrônicos, de efeitos indesejáveis: ruídos, timbres estranhos e falseados, desaparecimento de sinais fracos presentes no som original e falta de dinâmica entre os sons fortes e os fracos, entre outros mais. Tudo isso é chamado genericamente de **distorção.**

Os projetos de som são voltados basicamente para criar para qualquer ouvinte uma ilusão de "experiência do som original". O som que nós escutamos nas reproduções nunca é igual ao som que realmente foi gravado (daí o fato de bandas pop ou orquestras sinfônicas terem nos seus shows ao vivo um som bem diferente do som reproduzido em discos), mas sim algo que procura se igualar ao original, sofrendo o mínimo de distorção. Isto é chamado de **Alta-Fidelidade** (mais conhecida como **Hi-Fi**, do inglês *High Fidelity).*

PEQUENA HISTÓRIA DA GRAVAÇÃO

Sem a gravação dos sons (assim como das imagens), muitos não poderiam conhecer os concertos de Mozart, Frank Sinatra, Titãs, etc. ...

O caminho da gravação do som do processo mecânico puro (fonógrafo) até os discos digitais de leitura ótica *(Compact Discs)* de hoje teve muitas etapas. Descrevemos adiante os pontos principais da evolução da gravação.

FONÓGRAFO

O primeiro aparelho capaz de gravar sons para posterior reprodução foi o **Fonógrafo,** lançado por Thomas A. Edison em 18 de julho de 1877. O aparelho consistia em um cilindro de folha de estanho (depois substituído por cera) enrolado em um cilindro pré-sulcado que girava a cerca de 160 rpm (originalmente impulsionado por uma manivela), e nele uma agulha gravava um sulco que registrava os sons captados numa membrana à medida que girava. Depois, a mesma membrana emitia os sons de volta quando da reprodução.

GRAMOFONE

Em muito pouco tempo, o fonógrafo estava amplamente divulgado. Mas ele foi rapidamente batido pela concorrência de um invento tecnicamente superior, o **Gramofone** (lançado por Emile Berliner em 1887), que usava discos em vez de cilindros. A diferença era que, ao contrário dos cilindros, os discos podiam ser copiados por simples prensagem a partir de um molde, o que permitiu a sua fabricação em massa e deu início à **indústria fonográfica.**

FORMATOS DE DISCOS

A velocidade original dos discos era de 78 rpm e até cerca de 1905 tinham só um lado gravado, durando dois minutos cada um. Além de gastarem muito as agulhas e serem de curta duração, esses discos eram de material quebradiço e com sonoridade abafada, tendo ainda que ser gravados unicamente com as próprias vibrações sonoras do ambiente (não havia amplificador elétrico de microfone). Bom cantor era o que conseguia berrar alto o suficiente à frente do gravador sem desafinar...

A primeira **gravação elétrica** data de 1920, no dia do Armistício da 1ª Guerra Mundial. Os sons foram gravados em uma abadia e transferidos para um prédio próximo por meio de uma linha telefônica.

Com as melhorias de material dos discos e da tecnologia de reprodução, os discos foram sendo "esticados" em duração e apareceram o disco de 45 rpm (voltas por minuto)

e, em 1948, o de 33 $^{1}/_{2}$ rpm com duração média de 46 minutos cada lado, conhecido como **LP** *(long playing)*, o padrão mais usado até hoje.

FITA MAGNÉTICA

Simultaneamente foi evoluindo a **gravação magnética**. Quando ela foi inventada (no início do século), o meio de gravação era apenas um fio de **arame de ferro**. Depois, com a criação da tecnologia atual (**fita plástica** coberta por partículas de material magnético) pelos alemães durante a Segunda Guerra Mundial, o sistema magnético passou ao uso em larga escala. Substituiu então os discos como matriz de gravação nos estúdios, devido à sua melhor fidelidade e facilidade de uso (por aí foram sendo inventados os truques de estúdio com fitas como *splicing, overdub*, mixagens sucessivas, etc.).

CASSETE

Em 1962, a companhia holandesa Philips lançou o até hoje popularíssimo **Compact Cassette** (este é o nome original da fita cassete), que foi concebido inicialmente apenas para gravações de palestras, ditados, etc. (como o gravador de arame), mas foi tão aperfeiçoado (em termos de materiais magnéticos empregados, precisão na construção e sistemas de redução de ruído) que em menos de dez anos entrou no campo da *Hi-Fi* e virou um meio alternativo aos discos (as fitas **pré-gravadas**). Hoje, o som dos melhores *decks* analógicos com bons cassetes chega a rivalizar com o próprio som digital.

ESTEREOFONIA

Em 1870, um grupo de estudiosos já tinha determinado que os sons eram localizados pelo ouvido de acordo com a *diferença na intensidade* com que chegava às duas orelhas; nos anos 20 e 30 foi provado que a *diferença de fase* entre o mesmo som captado dos dois lados também servia para se estabelecer a direção da fonte sonora, em conjunto com a intensidade. Esse princípio combinado, chamado de **localização binaural** dos sons, levou os engenheiros à conclusão de que dois canais gravados eram suficientes para o ouvido registrar a posição de todos os sons intermediários à posição deles, bastando para isso gravar em cada canal a parcela correspondente do som total. Esse fenômeno, a **imagem estereofônica**, é o fundamento do sistema de som estéreo usado universalmente.

Tanto os discos como as fitas tiveram que sofrer uma adaptação (duplicação dos canais de gravação) para permitirem a introdução da **estereofonia** (sistema de dois canais separados e simultâneos, um para cada ouvido) no lugar do sistema de canal único (o **monaural** ou simplesmente **mono**). Na metade dos anos 50 apareceram os primeiros LPs estéreo; no começo dos 70, as primeiras fitas cassete estéreo.

QUADRIFONIA E SURROUND

Nos anos seguintes tentou-se introduzir a **quadrifonia** (sistema de quatro canais, concebido para "cercar" o ouvinte com os sons vindos do resto do ambiente de gravação além dos sons frontais). A quadrifonia fracassou pelo alto custo, problemas de precisão do equipamento e dificuldade de se implementar um padrão universal para o sistema.

Assim, a alta fidelidade continuou sendo baseada em dois canais, embora atualmente estejam em moda os **processadores de sinais** capazes de extrair do estéreo canais extras de som (o principal deles é o **Dolby Surround**, usado em trilhas sonoras de cinema).

REDUÇÃO DE RUÍDO

Tanto a fita de estúdio como o cassete foram enriquecidos pela introdução dos sistemas de **redução de ruído** para remover o seu chiado característico. De modo geral, esses sistemas funcionam aplicando uma deformação na *faixa dinâmica* do som (diferença entre os sons mais fortes e os mais fracos) durante a gravação, que é revertida na reprodução.

Os circuitos redutores de ruído mais usados em *decks* de "consumo" hoje são o **Dolby B** e o **Dolby C** (as fitas pré-gravadas são feitas em Dolby B), havendo outros mais poderosos como o novo **Dolby S**, o **dbx**, etc.

GRAVAÇÃO DIGITAL

Nos anos 70 começaram a ser feitas as gravações de fitas matrizes em **código digital** para produzir LPs de som mais nítido (depois passou-se a fazer CDs nesse sistema).

Na gravação digital, a informação sonora é transformada em uma seqüência contínua de números correspondentes, que podem ser transformados de volta no som através de um algoritmo matemático de conversão. A qualidade do meio onde está retida essa informação não pode influir diretamente na qualidade dos dados (não pode distorcê-los), assim a fidelidade depende só da perfeição dos codificadores e decodificadores.

COMPACT DISC

Entre 1979 e 1983, o esforço conjunto das multinacionais Sony e Philips fez lançar no mercado o **Compact Disc** ou simplesmente **CD**, que reúne a técnica digital a um mecanismo de leitura ótica por raio *laser*.

O CD, livre dos chiados e da distorção inerentes ao material do disco, permite a um ouvinte comum dispor de uma qualidade sônica que analogicamente só seria possível no mínimo com uma aparelhagem extremamente cara. Como se isso não bastasse, o CD é muito menor que o LP, pode durar mais (de 74 a 78 minutos) e permite muitos recursos

inexistentes no LP, como programação de seqüências musicais, acesso instantâneo a uma faixa, busca audível de trechos da música e outros. Assim, o CD passou a ser considerado o padrão absoluto para a gravação comercial no lugar do LP.

Note que essa substituição do LP pelo CD é recente e, cinco anos atrás, ninguém se arriscava a afirmar que ela aconteceria mesmo, por causa dos custos envolvidos e um certo ceticismo (hoje sem nenhum cabimento) acerca da superioridade sonora do CD. Hoje, o fenômeno não tem mais retorno. Enquanto no Brasil o consumo do disquinho aumentou **cinco vezes** nos últimos três anos, no Japão alguma coisa entre **98%** e **100%** dos discos vendidos são CDs e nos Estados Unidos a proporção já é maior que **85%!** Devido ao encurtamento das tiragens de LPs, a produção destes ficou mais cara (algo que os céticos jamais acharam que poderia acontecer). Como era antes com os LPs, hoje existem muitos CDs independentes e até CDs piratas.

O futuro da gravação caseira é incerto. Veja o box abaixo e conheça os candidatos existentes à substituição do cassete como meio dominante.

O PROCESSO DE GRAVAÇÃO

No processo de gravação temos como componente principal o **captador** de som (microfone), que transforma ondas sonoras em ondas elétricas. Estas ondas elétricas (que

PARA UM FUTURO PRÓXIMO

Com o avassalador avanço digital no mercado de áudio, há muitas novidades e incertezas quanto ao futuro da gravação doméstica. Aqui estão as notícias mais recentes sobre o assunto.

Em 1987 foi lançado o **DAT** (em inglês, *Digital Audio Tape* ou fita de áudio digital). A fita dura até duas horas (ou quatro horas no modo de meia velocidade), tem metade do tamanho de um cassete e é gravada e reproduzida digitalmente como os CDs, em um mecanismo semelhante a um vídeo em miniatura. Com o DAT pode-se fazer gravações profissionais ao vivo com um gravador portátil, ou uma cópia digital de um CD sem conversão intermediária, erradicando de vez qualquer distorção.

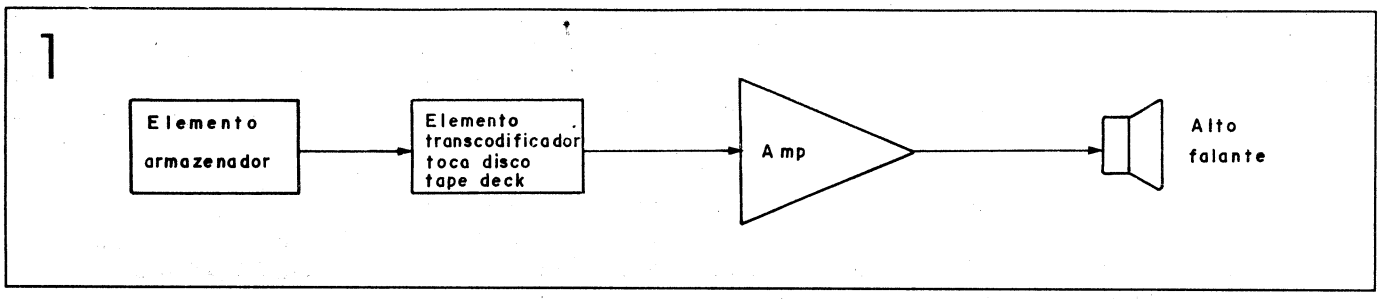
Mas esse formato tem enfrentado problemas: primeiro políticos (a "guerra" de vários anos das companhias gravadoras para obrigar o DAT a ter um sistema limitador de cópia, para desestimular a pirataria) e depois técnicos (ao preço que custa e com a sua complexidade mecânica, ele parece adequado só para uso profissional). Como resultado, o DAT não parece ser a solução definitiva.

Percebendo isso, a Philips já criou um novo sistema que pode ser o fim do DAT: o **DCC** *(Digital Compact Cassette),* com lançamento previsto para 1992. O DCC consiste (por incrível que possa parecer) em um *tape deck* compatível tanto com o amplamente difundido cassete **comum** quanto com um novo tipo, **digital,** custando o mesmo que um bom *deck* de hoje!

O cassete digital tem **furos de um só lado** (como uma fita de vídeo VHS) e o lado liso pode ser impresso e escrito livremente (no DAT quase não há área livre); possui uma **tampa de proteção** (como um disquete de 3 $^{1}/_{2}$"), dispensando a caixa protetora; e é do **mesmo tamanho** do cassete normal, entrando no mesmo lugar do gravador. A gravação é feita por uma cabeça **fixa,** digital **e também** analógica (a cabeça usada pelo DAT é rotativa, tal como em vídeo) em nove pistas simultâneas para cada lado. Um sistema de **compressão de dados** digital permite à fita digital rodar à mesma velocidade da comum, tendo portanto a mesma duração. A fita pode ser de **cromo** (o DAT exige uma caríssima fita de metal puro evaporado); a parte analógica é a mesma de um bom *deck* de hoje e permite ao usuário aproveitar o melhor dos dois mundos sem ter que renunciar ao analógico. A simplicidade mecânica, segundo seus criadores, é o que permitirá ao aparelho DCC custar apenas uns 500 dólares (o DAT custa pelo menos o dobro disso).

Outra possível solução é o **CD gravável** em vez de um cassete digital. Não existe ainda um consenso entre os fabricantes sobre como seria esse CD. Uma empresa americana e uma japonesa anunciaram gravadores que gravam o CD uma vez só (o disco não é apagável), sendo que um dos dois tipos poderia ser tocado em qualquer *CD player* (sistema ótico) e o outro não (sistema optomagnético). Outra companhia japonesa, por outro lado, afirma que já inventou um CD regravável indefinidamente, que pode ser tocado nos *players* comuns.

No fim das contas, talvez no futuro distante venhamos a usar algum tipo de *chip* de memória em massa no lugar de discos e fitas, de modo a eliminar todas as peças móveis do equipamento.



A cadeia de áudio

vamos chamar a partir de agora de **sinais**) são muito pequenas; portanto, precisam de um estágio que as amplifique. A estes estágios damos o nome de **pré- amplificadores.** Os sinais amplificados são então levados a um **sistema de registro** que depende do **meio de gravação** usado. Vamos descrever rapidamente os meios de gravação para os principais formatos comerciais.

Para um disco de vinil, o registrador é um riscador que faz os sulcos a quente em um disco de acetato, o **disco matriz**. A indústria faz as cópias tirando moldes da matriz e prensando com elas o material dos discos (PVC) a quente.

Para as fitas cassete, um **cabeçote magnético** passa a informação para uma fita virgem contínua (em velocidade muito maior que a usada comumente, para economizar tempo), que depois é cortada nos inícios e fins por um sistema automatizado; cada pedaço de fita assim obtido (correspondente a um LP) é enrolado em carretel e posto dentro de uma caixinha, a ser etiquetada e enviada à loja.

A fabricação dos CDs é parecida com a dos LPs, pois também existe um disco matriz com a superfície gravada a ser copiada na fábrica. Mas os processos e materiais são bem diferentes; além disso, a informação gravada não é o som propriamente dito, como no vinil, mas sim a sucessão contínua de números que formam o **código digital** a ser decodificado pelo *CD player*.

O PROCESSO DE REPRODUÇÃO

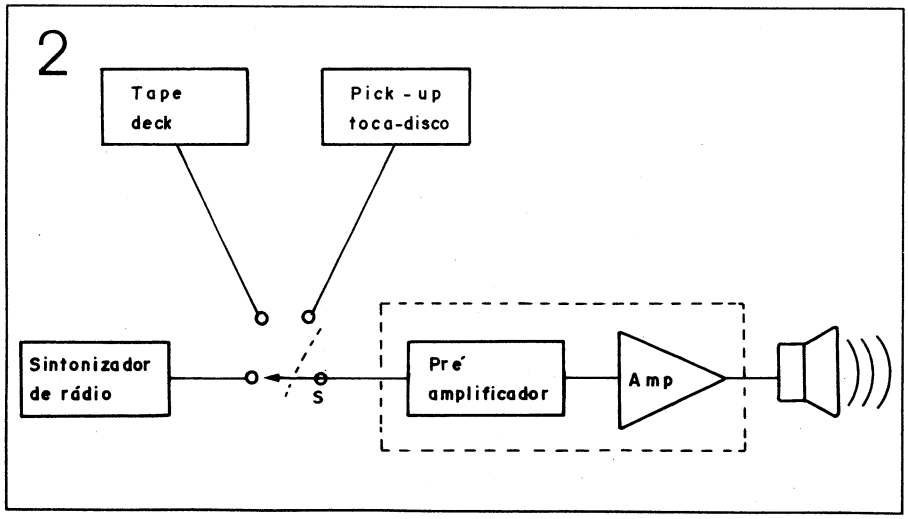
A reprodução do som gravado é o processo inverso da gravação. Nos discos de vinil, a agulha do toca-discos desliza sobre o sulco do disco. O sulco contém impressas nas suas paredes inclinadas as vibrações correspondentes ao som; estas são passadas pela agulha a um par de bobinas (um tipo específico de microfone) e convertidas em um sinal elétrico proporcional ao movimento. Esse sinal é levado a um amplificador para atingir a intensidade necessária para a geração do som.

Nas fitas magnéticas em geral (gravador de rolo, cartucho e cassete), os sons são registrados na forma de um campo magnético variável e proporcional às vibrações, contido nas partículas de óxido metálico ou ferro na superfície da fita. A reprodução se dá através da captação desse campo magnético pelo cabeçote do *tape deck*, o qual irá transformar (por meio de bobinas) os sinais magnéticos em sinais elétricos, que por sua vez serão amplificados, etc.

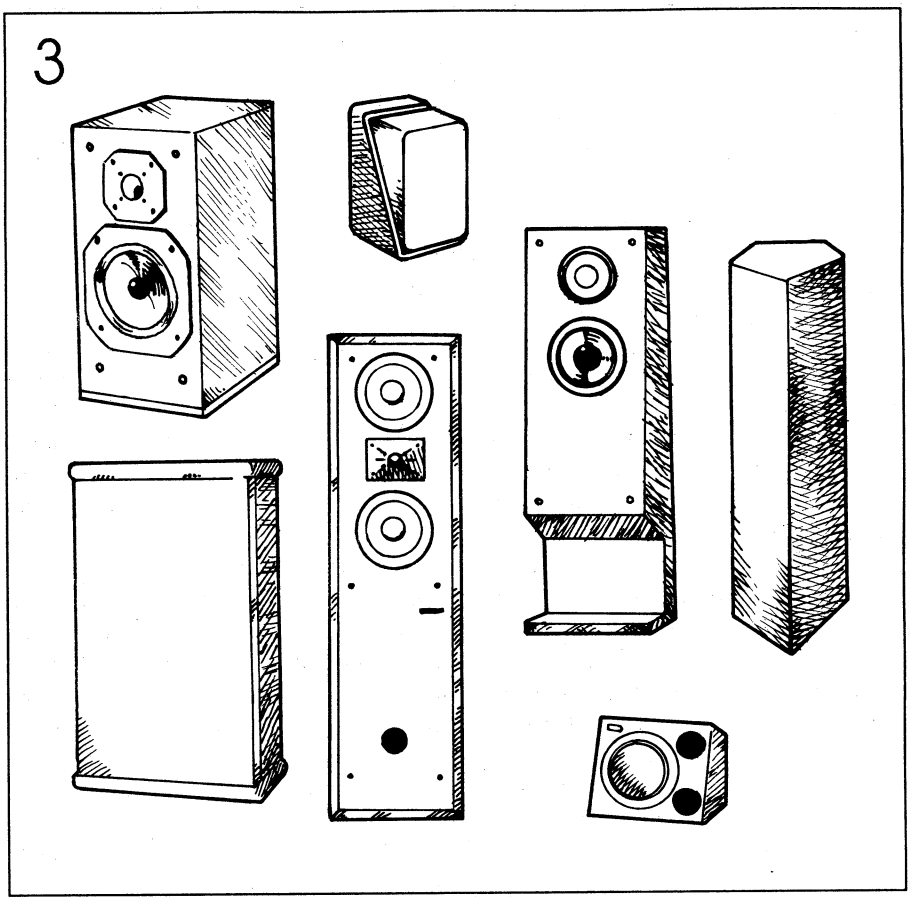
Nos CDs, um raio *laser* atinge continuamente a superfície do disco e o seu reflexo (que depende dos sinais marcados no alumínio do disco) é transformado por um sensor em um sinal elétrico, cujo conteúdo é decodificado para o equivalente sonoro, amplificado, etc., etc.

A figura 1 mostra um sistema de som básico montado para a reprodução de um som gravado.

Muitos leitores já devem ter ouvido falar na **curva de equalização RIAA** (sigla em inglês de *Record Industry Association of America)*, que padroniza as características de gravação e reprodução adotadas pelas indústrias gravadoras. Outros parâmetros de áudio, como nível de sinal na co-



Sistema de som elementar



Alguns modelos de caixas acústicas

ca-discos, etc.). Os blocos separados (**módulos**) geralmente têm mais recursos e podem ser substituídos individualmente quando se quiser, mas costumam custar bem mais.

Vamos estudar brevemente os componentes de um sistema de som domiciliar, dando o exemplo de um sistema básico e o de um sistema mais completo. Na figura 2 mostramos o diagrama de blocos de um sistema de som bem parecido com o conjunto "3-em-1" mais simples, que encontramos em qualquer loja de eletrodomésticos.

Como podemos ver, temos neste sistema três **fontes sonoras** (elementos que produzem o som): o **Tape Deck** (Toca-Fitas), o **Turntable** (Toca-Discos) e o **Tuner** (Sintonizador), que é um receptor de rádio geralmente com duas faixas, AM e FM. Apenas uma das fontes sonoras é enviada ao amplificador por vez.

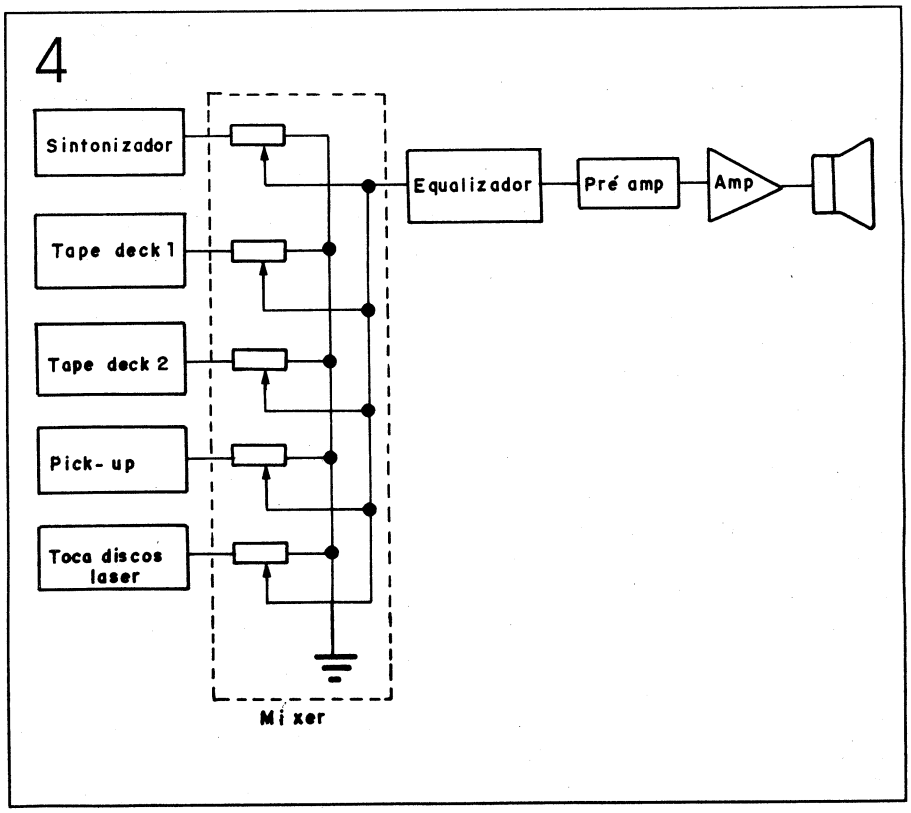
O **Pré-Amplificador** é um amplificador destinado a elevar os sinais

municação entre aparelhos e outros, também são normalizados, para que possamos comparar e misturar marcas e modelos livremente (mas nem sempre: existe uma meia dúzia de unidades diferentes para medir *potência*, por exemplo).

COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA DE SOM

Vamos descrever em linhas gerais como é montado um sistema de som, de modo a informar os leitores que estejam querendo adquirir um sistema estabelecendo primeiro as suas necessidades de tamanho e recursos.

Observe que os componentes de som podem ser comprados em blocos rígidos ("sistemas integrados", "conjuntos" e *micro systems)* ou em separado (um amplificador, um to-



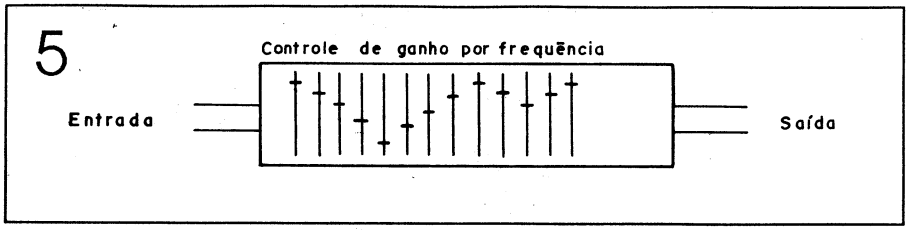
Sistema de som semi-avançado

fracos vindos das fontes sonoras a níveis que o amplificador de potência pode manejar. Normalmente dispõe de controles de **graves** e **agudos** (às vezes encontramos também controles de **médios**), balanço, *loudness* e volume. O *loudness* reforça os graves para os volumes mais baixos, de modo a compensar a falta de sensibilidade do ouvido a graves fracos. Geralmente, os botões de **volume** (intensidade) e **balanço** (equilíbrio esquerdo/direito) ficam no pré-amplificador.

O **Amplificador** é a etapa de potência do sistema, responsável pelo acionamento dos alto-falantes ou outros módulos geradores de som.

Chegamos agora ao final do sistema (e o componente mais crítico de todos): a saída do som. Tecnicamente chamamos qualquer componente som/eletricidade de **Transdutor,** e nessa categoria entram os alto-falantes e os microfones (entradas e saídas). Deve ficar claro que um transdutor de saída de um sistema de som pode ser uma caixa, um fone de ouvido (no caso de um Walkman) ou outros componentes (painéis eletrostáticos, transdutores isodinâmicos, etc.). Cuidado ao escolher a sua saída de som, porque afinal é ela que você vai ouvir de fato, o tempo todo, e as suas qualidades e defeitos mascaram as qualidades e defeitos do sistema inteiro (é inútil ter um amplificador de cinco mil dólares se as suas caixas soam como se fossem o telefone).

Por enquanto, vamos falar apenas dos **Alto-Falantes**, que são os transdutores de saída mais comuns. Os alto-falantes se baseiam no mesmo princípio do microfone dinâmico para produzir o som. Se um som gera eletricidade no microfone, a eletricidade gera movimento no cone do falante, e assim o ar é empurrado da mesma forma que antes tinha empurrado a membrana do microfone.



Equalizador gráfico

Há muitos tipos de falantes, não somente os destinados a potências maiores ou menores, mas também os destinados a diversas faixas de freqüência. Em termos gerais, um falante de **graves** (freqüências baixas) não rende bem nos agudos porque é "lento" e não consegue acompanhar as variações elétricas rápidas que formam os **agudos** (freqüências altas). Similarmente, um falante de agudos não produz graves porque, para ser "rápido" e responder aos sinais agudos, tem sempre um cone pequeno e portanto não pode deslocar uma quantidade de ar suficiente para formar as pesadas ondas graves.

Um falante de agudos rende bem sozinho na sua faixa porque emite toda a sua energia para a frente em linha reta, mas um de graves desperdiça energia porque os grandes deslocamentos de ar à frente e atrás do cone se cancelam mutuamente. Por isso, pelo menos os alto-falantes para graves devem ser sempre instalados em **Caixas Acústicas,** que forçam o aproveitamento integral dos sons graves tratando de forma diferente o ar à frente e atrás do falante (figura 3).

Assim como existem tipos diferentes de alto-falantes, há vários tipos de caixas. Estudaremos a fundo esse assunto em artigos futuros.

UM SISTEMA MAIS COMPLETO

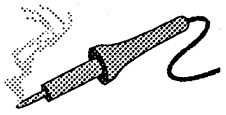
Um sistema de som domiciliar mais sofisticado apresenta a estrutura mostrada na figura 4. Este novo sistema quase nada tem a ver com o anterior: agora temos componentes modulares específicos e mais fontes sonoras (poderíamos ter mais ou menos) e elas estão todas ligadas a um **Mixer**, que permite enviar à saída vários sinais ao mesmo tempo.

O **Equalizador** serve para alterar as características da resposta do som atenuando ou acentuando faixas de freqüência do sinal, geralmente para compensar imperfeições na resposta devidas a pré-equalizações feitas durante a gravação, interferências acústicas do ambiente sobre o som das caixas, deficiências de rendimento das caixas em certas freqüências, etc. Podemos pensar no equalizador como um controle de tonalidade com maior resolução.

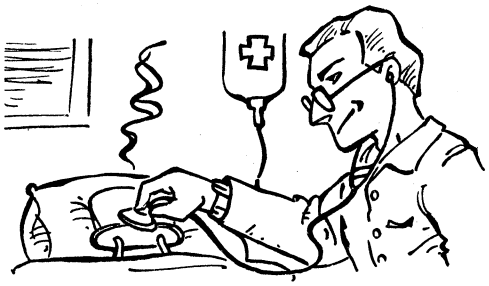
O tipo mais comum de equalizador é o **Equalizador Gráfico,** mostrado na figura 5 (assim chamado porque as chaves deslizantes em conjunto "desenham" a curva da filtragem no painel de acordo com suas posições).

O pré-amplificador deste sistema tem as mesmas funções que no sistema anterior, porém agora ele está separado do amplificador. No mais, este sistema é como o já visto.

Em sistemas de som profissionais o princípio de sistema descrito acima é válido, incluindo-se apenas um ou outro dispositivo que irá tornar melhor a reprodução do som (*crossover* externo, compressor/expansor, redutor de ruído, processador de ambiência, etc.), sendo estes itens adicionais a serem debatidos um a um, nos próximos artigos. **E**



Por CELSO SILVA



Testador de Cristais

Um aparelho que parte de um princípio muito simples para detectar com eficiência se um cristal está ou não em condições de uso

Um cristal defeituoso impede o funcionamento de um microprocessador, cujas operações dependem do sinal de "relógio" *(clock)* proveniente de um ou mais cristais. Como não é possível testar um cristal somente com um multímetro, este Testador será de grande utilidade para o leitor que utiliza cristais em suas montagens ou em serviços de manutenção. Portanto, se algum circuito apresentar problemas no oscilador, ou ao verificarmos uma montagem, poderemos testar o cristal para termos certeza de que devemos substituí-lo, já que ele certamente não pode ser chamado de componente barato.

O estado do cristal é mostrado simplesmente por dois LEDs. Não existe nenhum controle no Testador, exceto o liga/desliga.

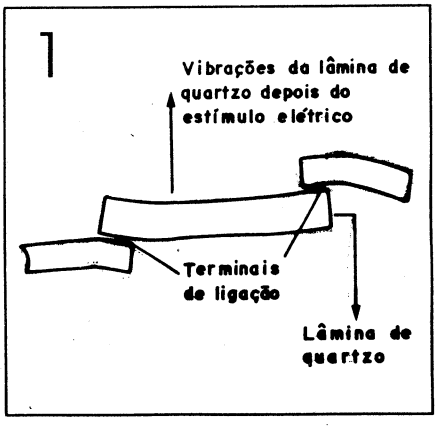
INTRODUÇÃO

O cristal oscilador é obtido do corte de uma lâmina a partir de um pedaço de cristal de quartzo. Existe todo um processo para fazer este corte que não detalharemos nesse artigo, visto que o mesmo é muito específico e não nos é de grande interesse no momento. Basta saber que a lâmina de cristal apresenta o **efeito piezoelétrico.**

O efeito piezoelétrico é o fenômeno em que uma tensão aplicada entre as faces paralelas do cristal provoca uma deformação mecânica no mesmo, e interrompendo o estímulo a lâmina recupera o formato original. Nesse ciclo a deformação produz uma oscilação (figura 1). O inverso também é correto: uma deformação mecânica no cristal produz uma diferença de potencial elétrico entre as suas faces.

Os cristais piezoelétricos, indispensáveis ao funcionamento dos osciladores de precisão, são responsáveis pela estabilização e regulagem da freqüência de operação desses equipamentos, tornando-a fixa e estável.

A freqüência de um cristal é fixa e determinada pelo corte que o cristal bruto sofre na fabricação, sendo tanto maior a freqüência quanto mais fina for a lâmina cortada. Existe uma limite para a freqüência de operação do cristal, pois uma lâmina muito fina se quebraria muito facilmente.



Oscilação do cristal

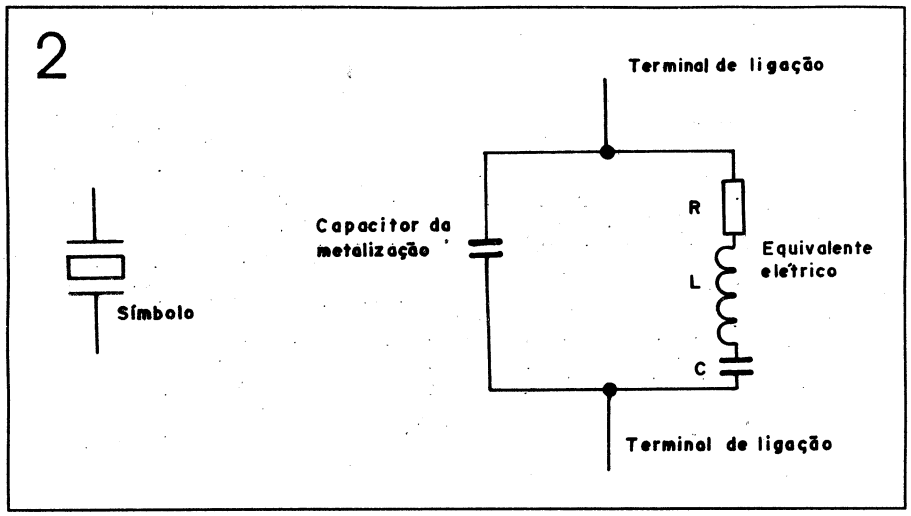
Determinados tipos de cristais, principalmente os preparados para funcionar em freqüências muito altas, sofrem durante a fabricação uma "modificação" para operarem na 3ª, 5ª ou 7ª harmônica, ou seja, em 3, 5 ou 7 vezes a freqüência natural de oscilação do cristal, atingindo assim freqüências de centenas de MHz.

FUNCIONAMENTO

Na figura 2 temos o circuito equivalente de um cristal e o seu símbolo para esquemas elétricos. Observando esse circuito equivalente, poderemos notar o comportamento elétrico do cristal. Existem dois ramos paralelos, conectados a duas unidades terminais de ligação. Num desses ramos há um capacitor cuja capacitância está compreendida entre as faces metalizadas das lâminas, devido à camada de prata depositada para a colocação dos terminais. No outro ramo há uma rede formada por uma bobina, um capacitor e um resistor, representando o equivalente elétrico de um circuito mecânico ressonante.

Na figura 3 temos o diagrama em blocos do Testador, sendo os blocos descritos a seguir:

• O primeiro bloco é um **oscilador a**



Símbolo e circuito equivalente do cristal

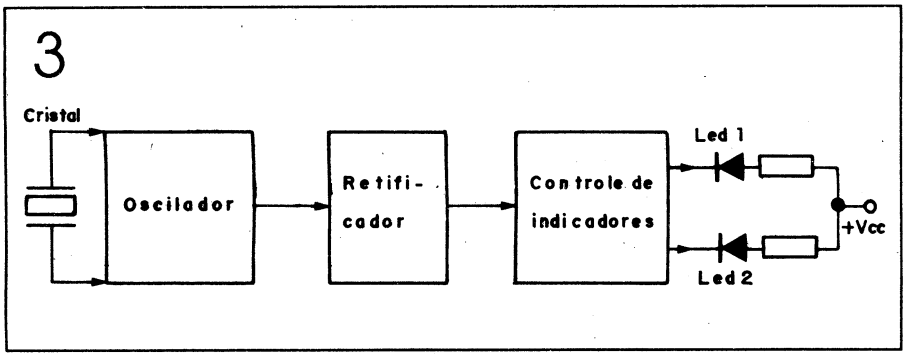


Diagrama em blocos do circuito

cristal que somente oscilará se colocarmos um cristal bom nos terminais de teste.

- O segundo bloco é um retificador que retifica o sinal alternado (AC) vindo do oscilador, convertendo-o em sinal contínuo (DC).
- O terceiro bloco (controle dos indicadores) verifica a presença de sinal DC vindo do segundo bloco para indicar a condição do cristal. Se houver sinal DC, ele fará com que o LED_1 se acenda; senão, o LED_2 é que será aceso, indicando que o primeiro bloco não está oscilando.

O CIRCUITO

O esquema do Testador de Cristais encontra-se na figura 4. O transistor Q_1, mais R_1, R_2, R_3 e C_2, forma um oscilador que só oscila se um cristal bom é ligado aos terminais de teste.

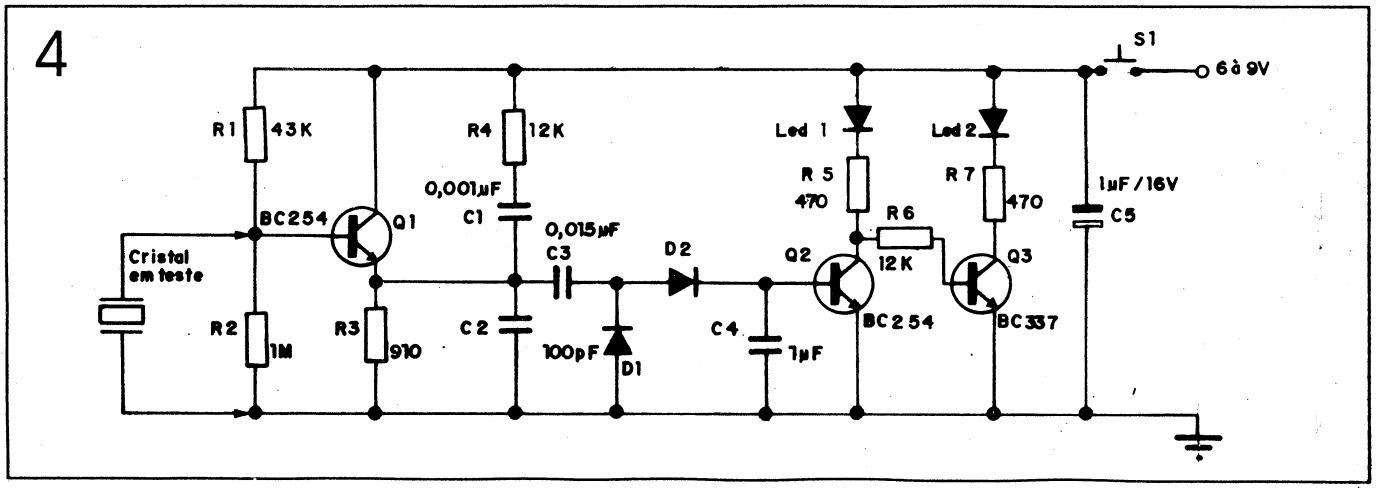
O capacitor C_3 bloqueia a passagem de tensão contínua para o outro estágio do circuito, permitindo somente a passagem do sinal alternado (AC) do oscilador. Esse sinal do oscilador é então retificado pelos diodos D_1 e D_2 e filtrado pelo capacitor C_4.

A tensão positiva armazenada em C_4 é a responsável pela condução ou não do transistor Q_2. Dessa forma, se o circuito oscila não temos tensão em C_4, ou seja: o transistor Q_2 fica em corte (não-conduzindo) e em conseqüência temos tensão na base de Q_3, fazendo com que LED_1 permaneça apagado e LED_2 aceso.

Com o circuito oscilando, temos tensão em C_4 e na base de Q_2, o que fará com que este conduza e LED_1 acenda, apagando ao mesmo tempo LED_2 (pois Q_3 está em corte), indicando que o cristal está bom.

MONTAGEM

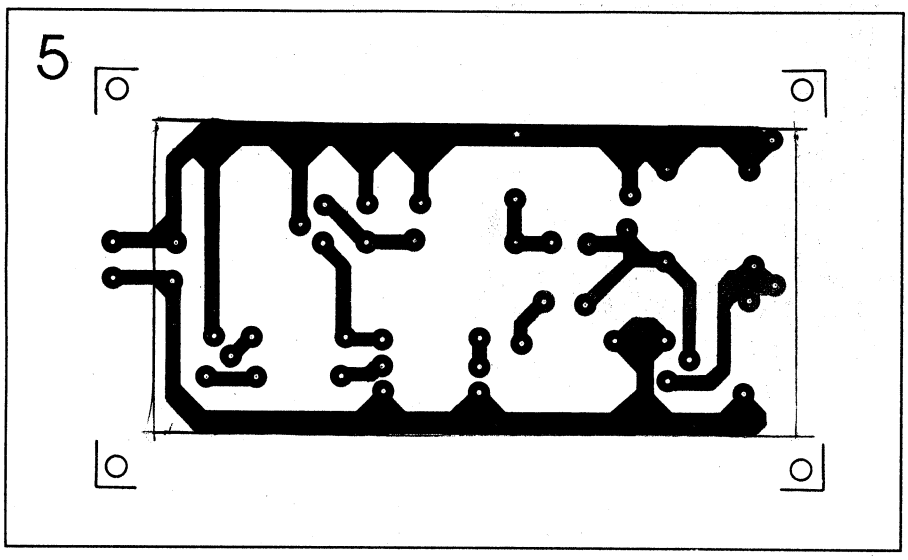
A montagem do Testador pode ser



Esquema elétrico do Testador de Cristais

feita em uma pequena placa de fibra de vidro de face simples. Na figura 5 temos o *layout* de uma placa para a montagem e a figura 6 indica a disposição dos componentes.

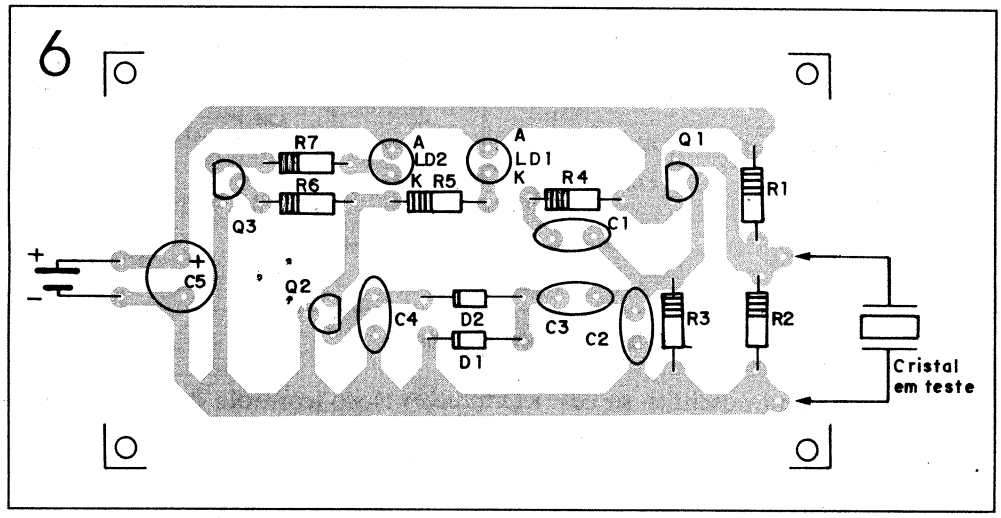
Devido à simplicidade do circuito, ele não exige muitos cuidados na montagem. Cuidado apenas para não trocar a posição de Q_3 (BC 337) com a de Q_1 ou Q_2 (BF 254), pois estes transistores possuem encapsulamentos diferentes. Sugerimos a utilização de um LED verde como LED_1 e de um LED vermelho como LED_2 para facilitar a leitura da indicação de aprovado ou rejeitado, respectivamente, do cristal em teste.



Layout do circuito impresso

O circuito não requer nenhum ajuste. A alimentação pode ser feita por tensões de 6 a 9V (quatro pilhas comuns ou uma bateria pequena).

Para usar, o leitor deve simplesmente colocar o cristal que deseja testar nos terminais de teste e acionar S_1. Se o LED_1 (verde) acender, o circuito está oscilando, portanto o cristal está bom. Se acender o LED_2 (vermelho), o cristal não está oscilando e deve ser rejeitado. **E**



Disposição dos componentes na placa

LISTA DE MATERIAL

SEMICONDUTORES

- Q_1, Q_2 — BF 254 (transistor NPN)
- Q_3 — BC 337 (transistor NPN)
- D_1, D_2 — 1N 4148 (diodo retificador)
- LED_1 — LED verde de 3mm
- LED_2 — LED vermelho de 3mm

RESISTORES

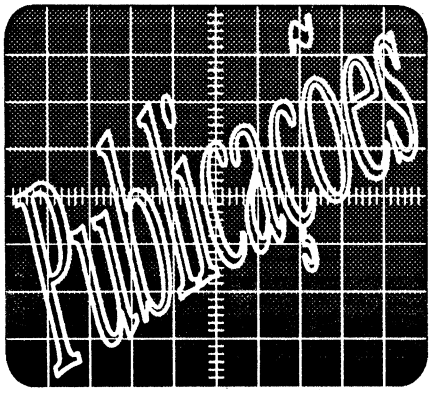
- R_1 — 43kΩ (amarelo, laranja, laranja)
- R_2 — 1MΩ (marrom, preto, verde)
- R_3 — 910Ω (branco, marrom, marrom)
- R_4,R_6 — 12kΩ (marrom, vermelho, laranja)
- R_5, R_7 — 470Ω (amarelo, violeta, marrom)

CAPACITORES

- C_1 — 0,001μF ou 1nF ou 1kpF (cerâmico)
- C_2 — 100pF (cerâmico)
- C_3 — 0,015μF ou 15nF ou 15kpF (cerâmico)
- C_4 — 0,1μF ou 100nF (cerâmico ou poliéster)
- C_5 — 1μF/16V (eletrolítico)

DIVERSOS

- S_1 — Interruptor de pressão *(pushbutton)* tipo normalmente aberto
- Suporte para pilhas ou clip para bateria
- Placa de circuito impresso (ver texto)
- Solda, fio, etc.



ANÁLISE DE CIRCUITOS CA

Autor: *Philip Cutler*
Editora: *McGraw-Hill*
Páginas: *370*

Através da introdução de conceitos teóricos especificados em pontos apropriados e garantindo a compreensão através de exercícios de grande significado, uma sólida linha de continuidade é conservada em todo o livro.

Em particular, na explicação da onda senoidal, dá ênfase ao significado e à teoria sobre conceitos de valor médio e eficaz, de maneira que o leitor possa aplicá-los no futuro para formas de onda não-senoidais.

ÁLGEBRA BOOLEANA

Autor: *Elliot Mendelson*
Editora: *McGraw-Hill*
Páginas: *283*

Aborda com eficiência a teoria inicial da Álgebra Booleana, dos circuitos lógicos e do chaveamento. Apresenta grande número de exercícios resolvidos, tornando mais ameno o estudo do assunto.

Constitui excelente introdução à matéria, podendo servir como base para um curso de iniciação científica ou como o primeiro livro de um curso de pós-graduação.

MICROPROCESSADOR Z-80 HARDWARE Vol.1

Autores: *Luiz Benedito Cipriano e Paulo R. Cardinali*
Editora: *Érica*
Páginas: *186*

Estudo dos algoritmos, arquitetura, estrutura e ciclo de tempo do microprocessador Z-80, CTC (contador), PIO (porta), memórias 4801, 4802 e 2732, circuito de *clock, reset,* teclado, *display* e outros circuitos.

MICROPROCESSADOR Z-80 SOFTWARE Vol.2

Autor: *Luiz Benedito Cipriano*
Editora: *Érica*
Páginas: *334*

Pesquisa do *set* de instruções do microprocessador Z-80, tipos de endereçamento, tipos de instruções, fluxo de dados, interrupção, linguagem de máquina e Assembler, pseudo-instrução, desenvolvimento de programas.

Este livro também se destina à aplicação de micros pessoais que operam em linguagem de máquina.

ELETRÔNICA Vol.1 e Vol.2

Autores: *Jacob Millman e Christos Halkias*
Editora: *McGraw-Hill*
Páginas: *Vol.1 – 500*
Vol.2 – 500

Desenvolvendo um enfoque sobre circuitos integrados, este livro conduz gradativamente os leitores ao conhecimento dos diversos tópicos apresentados.

Esta obra está dividida em dois volumes, de forma que cada um deles acompanha exatamente o programa de cada um dos dois semestres correspondentes a um ano letivo.

Tem no total 650 problemas com respostas, e ao fim de cada capítulo são apresentadas questões para revisão da matéria.

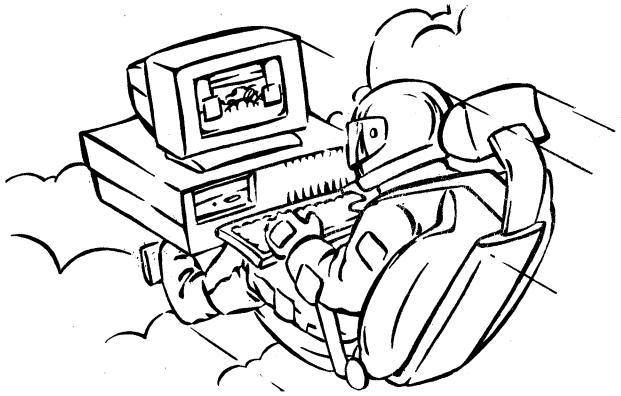
CURSO COMPLETO DE ELETRICIDADE BÁSICA

Autor: *U.S. Navy, Bureau of Naval Personnel, Training Publications Division*
Editora: *Hemus*
Páginas: *653*

Claro e objetivo, este livro aborda os principais tópicos relativos a esta matéria; é recomendado tanto para técnicos como para engenheiros. Os principais itens abordados são:

Segurança
Conceitos fundamentais da eletricidade
Baterias
Circuitos série CC
Circuitos paralelos CC
Análise de redes dos circuitos CC
Condutores elétricos e técnicas de fiação
Eletromagnetismo e circuitos magnéticos
Introdução à corrente alternada
Indutância
Capacitância
Reatância indutiva e capacitiva
Fundamentos de corrente alternada; teoria do circuito
Circuitos de proteção e dispositivos de controle
Instrumentos de medidas elétricas
Geradores e transformadores de CA
Motôres de corrente alternada
Geradores de corrente contínua
Motores de corrente contínua
Amplificadores magnéticos
Sincros
Servomecanismos. E

Por GETÚLIO MATTOS



O PC E OS SEUS USOS

Um comentário atualizado sobre as aplicações e o funcionamento dos microcomputadores

O COMPUTADOR HOJE

O uso de **computadores** é uma necessidade em todos os setores de trabalho, em casa, na escola, etc., ficando a cada dia mais difícil imaginar como poderia ser a vida sem a sua existência.

É claro que nem sempre foi assim, mas o seu progresso foi bem rápido. Antes deste século, o tipo de computador mais avançado que existia era a máquina de somar mecânica (inventada por Pascal no século XVII). Os primeiros computadores eletrônicos de poder considerável, dos anos 40 e 50, ocupavam (e aqueciam) andares inteiros de prédios com florestas de válvulas cercadas de ventiladores, técnicos especializados em introduzir as equações em painéis cheios de pinos e chaves binárias, e funcionários de manutenção. Sem falar no consumo de centenas de kilowatts ou até alguns megawatts. Apenas trinta anos depois, anda-se de lá para cá com maquininhas que cabem no bolso ou numa maleta e têm centenas de vezes o poder desses primeiros "monstros".

É justamente a versatilidade do computador que o torna importante. Ele é um instrumento universal e flexível, que pode prestar serviços a profissionais especializados em tarefas muito específicas e diferentes entre si com a mesma eficiência e sem perder as qualidades essenciais, assim como o lápis do engenheiro e o do artista são igualmente lápis.

Não se chegou ao ponto em que as donas-de-casa dependem de uma máquina dessas para controlar as finanças domésticas, mas muitos já carregam micros consigo como se fossem relógios de pulso (e nem sabem que, a rigor, muitas máquinas que usam no dia-a-dia são computadores, além das que se parecem mesmo com computadores).

Portanto, o avanço atual da **Ciência da Informação** (ou **Informática**) traz consigo uma **revolução** definitiva nos meios produtivos, na qual o microcomputador funciona como uma **ferramenta para expandir as nossas capacidades individuais.**

Do ponto de vista não-pessoal, o computador é uma peça fundamental nas pesquisas científicas, além de ter aplicações quase infinitas em Comunicações, Indústria e outros ramos que demandam uso e manipulação de enormes **massas de dados** em pouco tempo.

TIPOS DE COMPUTADORES

Os computadores são geralmente divididos em quatro grupos: os de **grande porte,** os de **porte médio,** os **mínis** e os **microcomputadores.** Essa divisão considera como critérios: **capacidade de armazenamento de dados, velocidade de processamento** e **sistemas operacionais.**

As fronteiras que separam esas categorias de computadores entre si são muito difusas, porque a cada ano surgem novas tecnologias que permitem colocar mais e mais poder dentro de embalagens cada vez menores. Assim, o conceito do que é um supermicro e do que é um míni tem que ser constantemente revisto. Neste artigo trataremos especificamente dos *microcomputadores.*

EVOLUÇÃO DOS MICROS

Os microcomputadores têm seus antecedentes por volta de 1973 nos Estados Unidos, mas começaram a tomar corpo de fato a partir de 1977. O aparecimento de microprocessadores baseados em técnicas novas de *integração de circuitos em larga escala* (LSI) criou as condições para o surgimento de instrumentos de computação versátil e compacta a

baixo preço, isto é: com as novas técnicas, as pequenas máquinas foram ficando capazes de executar as tarefas que só as de grande porte podiam antes.

O primeiros frutos do novo campo foram a **calculadora de bolso** e uma nova categoria de máquinas comerciais, os **mínis**, muito usadas nos primórdios da automação dos escritórios. Depois, surgiram máquinas rudimentares para uso privado, começando por aí a revolução que transferiria os benefícios do computador das grandes corporações para os indivíduos.

Com a multiplicação dos fabricantes de micros e **periféricos** (equipamentos auxiliares), criaram-se nos anos 70 novos campos para o microcomputador na área tecnológica, favorecendo desta maneira a implantação e o aprimoramento do mercado de *software* (os programas, responsáveis por tornar o micro um "especialista" em determinada atividade). Foi também a era da criação de **linguagens de programação** com poderes até então inimagináveis e dotadas de uma propriedade inédita e espantosa: a capacidade de serem utilizadas por pessoas com pouco ou sem conhecimento técnico.

Descobriu-se depois que o computador, corretamente preparado, poderia ser uma ferramenta artística mais poderosa que qualquer outra já inventada. Começou então a hoje onipresente **computação gráfica.**

Também foi constatado que o microcomputador poderia ser uma ótima opção de lazer. Surgiram então os **videogames.**

Atualmente, a maior parte dos jogos eletrônicos busca o realismo total, simulando as propriedades reais dos objetos pelo emprego de técnicas muito sofisticadas, outrora disponíveis apenas para simuladores de treinamento militar. Esse conceito está evoluindo de maneira a formar todo um novo campo de atuação: a **realidade virtual** (a ser comentada em um artigo próximo).

Todos esses acontecimentos foram responsáveis em conjunto pela transformação do computador em um instrumento individual e personalizado, daí a palavra da moda: *Personal Computer* ("computador pessoal"), ou simplesmente PC.

O PC

Fala-se em PCs de 8, 16 e 32 **bits.** O número de bits (unidades mínimas de informação) se refere ao comprimento de uma palavra de comando no processador central do micro. Quanto mais bits contiver a palavra de comando, maior poderá ser o "vocabulário" de palavras de comando que podem ser usadas na programação. Linguagens com mais comandos podem executar tarefas mais complexas com menos instruções. Portanto, uma máquina com 16 bits tem mais poder e velocidade que uma de 8 bits, e assim por diante.

Nos dias de hoje, os micros de 8 bits não são mais utilizados em atividades "sérias", porque seu poder é muito limitado e se presta só a fins educativos, automação básica e controle de processos industriais. As máquinas pessoais mais comuns têm processadores de 16 ou 32 bits.

Os PCs do padrão **IBM-PC** (marca registrada da IBM) são onipresentes hoje, e no Brasil são maioria esmagadora (a quantidade de micros ativos de outras espécies como **Apple II, Apple Macintosh, Commodore Amiga,** etc. é muito pequena). Por isso, podemos falar especificamente dos micros tipo IBM neste artigo.

Os *clones* (equivalentes) dos IBM-PCs têm de respeitar normas gerais de funcionamento para serem compatíveis entre si. Assim, os acessórios de um podem ser usados no outro, com raros casos contrários. Já nos casos de micros não definidos como "compatíveis com X", só devem ser usadas placas e acessórios da marca X, ou poderá haver dano no equipamento.

Bom. Voltando à família IBM, temos o PC original, o XT, o AT 286, o 386 e o 486.

O **PC original** não é mais usado devido às suas limitações em relação aos usos correntes dos PCs, por isso vamos pular direto para a descrição dos XTs e ATs.

O **PC-XT** *(Extended Technology* ou Tecnologia Estendida) foi o resultado do aprimoramento dos micros de 8 bits, enquanto que o **PC-AT** *(Advanced Technology* ou Tecnologia Avançada) resulta do aprimoramento do XT. A arquitetura básica, nos dois casos, é praticamente a mesma.

Temos como "cérebro" do PC uma placa principal *(motherboard)* contendo a CPU *(**Central Processor Unit*** ou Unidade de Processamento Central), cercada de módulos intercambiáveis: a unidade de disco, o monitor de vídeo, o teclado, uma fonte de alimentação, etc. Esses módulos são chamados de **periféricos.**

O conjunto da CPU é composto basicamente por: BIOS *(Basic Input/Output System* ou Sistema Básico de Entrada e Saída), *chip* processador ou CPU, banco de memória e placas controladoras para os periféricos.

O **BIOS** contém as informações básicas para a inicialização da máquina quando ela é ligada, bem como qualquer mensagem de erro gerada por algum problema ocorrido na CPU.

No XT, o ***chip* processador** (CPU, circuito integrado responsável pelo processamento de dados) geralmente é o modelo 8088 da Intel. Nos casos onde são realizados muitos cál-

culos numéricos (como em projeto de engenharia mecânica e elétrica, por exemplo) pode-se instalar junto dele o **coprocessador** 8087, que se torna responsável pelos cálculos e deixa o 8088 livre para executar as outras tarefas mais rapidamente.

Durante a utilização do computador, os dados processados são temporariamente armazenados no **banco de memória,** constituído de *chips* do tipo RAM (memória *dinâmica,* ou seja, que mantém os dados enquanto é eletricamente alimentada).

O teste inicial de memória da maioria dos micros mostra a memória usada pela CPU e a disponível em **kB** ou **kilobytes** (um **byte** é um grupo de 8 bits). Cuidado, porém: a letra *k* significa *kilo* (milhar em grego), mas 1kB no computador **não** são mil bytes! São **1024 bytes,** que é uma potência de dois (2^{10} = 1024); portanto, quando vemos escrito na tela 640kB free, o micro está dizendo que tem 655 360 bytes disponíveis e não 640 000.

Os módulos operacionais adjacentes à CPU são genericamente chamados de **periféricos,** igualmente aos acessórios externos. Na placa da CPU do XT temos um ***DIP-switch*** (conjunto de chaves em miniatura) que determina o que está conectado à placa principal (figura 1). A CPU do XT desenvolve operações conjuntas com os periféricos mediante os dados contidos na configuração dessas chaves.

No AT as modificações de configuração ficam por conta de um programa gravado no BIOS da máquina, chamado ***Setup,*** que pode ser acionado quando da inicialização do computador.

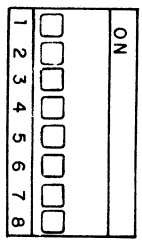
Depois da inicialização, o micro carrega a partir do disco fixo ou móvel o **DOS** (programa que faz o controle do conteúdo dos discos) e o deixa permanentemente na memória.

Os ATs são encontrados normalmente nas versões 286, 386 ou 486 (esses números se referem aos *chips* processadores Intel 80286, 80386 e 80486, que determinam a arquitetura interna do micro). São muito mais poderosos que o 8088 do XT em termos de velocidade. A capacidade de memória dos ATs também é superior, pois o banco de memória pode ter uma capacidade maior e ajustável às necessidades.

OS ACESSÓRIOS E SUAS PLACAS

Existem diversos acessórios que podem ser ligados à CPU. Alguns são indispensáveis ao próprio funcionamento do PC, e outros devem ser usados conforme a aplicação desejada, dependendo da necessidade do usuário.

Dentre os básicos temos: o teclado, o monitor e a unidade de discos. Além destes, outros equipamentos são bastante comuns: *mouse,* impressora e interfaces de comunicação; esses serão os nossos assuntos agora. Em artigos futuros, falaremos de outros aparelhos importantes mas nem sempre essenciais, como: *scanner, plotter, modem,* etc.



SW 1	ON	Teste de paridade
	OFF	Sem teste de paridade
SW2	ON	Reservado
	OFF	Reservado
SW3	SW4	Memória
ON	ON	OK
OFF	ON	512K
ON	OFF	640K
OFF	OFF	1M
SW5	SW6	Vídeo
ON	ON	Sem vídeo
OFF	ON	Color 40 X 25
ON	OFF	Color 80 X 25
OFF	OFF	Monocromático
SW7	SW8	Drives
ON	ON	1 Drive
OFF	ON	2 Drives
ON	OFF	3 Drives
OFF	OFF	4 Drives

DIP-switch e suas configurações

TECLADO

O **teclado** (fig. 2) é conectado diretamente à placa da CPU. Seu conector tem formato circular e está localizado na parte traseira do PC.

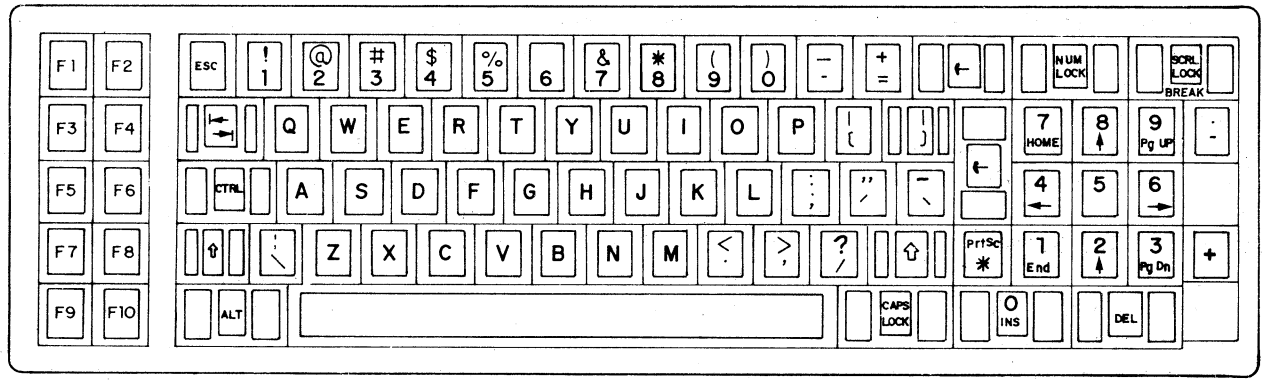
Note que, à medida que a família PC foi sendo desenvolvida, novos modelos de teclado foram sendo lançados, sempre com maior número de teclas de função a fim de aumentar a versatilidade. Assim, temos o teclado padrão XT (igual ao de uma máquina de escrever, adicionado de um teclado numérico de calculadora e algumas teclas de função) e teclado padrão AT (com mais teclas de função).

Existem teclados que servem para operar tanto com o PC XT quanto com o PC AT. Nestes casos, há uma chave de duas posições na parte inferior do teclado, responsável pela designação do equipamento a ser utilizado (se a chave estiver na posição errada, o micro ficará travado na inicialização). Em casos que não existe esta chave selecionadora, o teclado deve vir com alguma indicação do tipo de micro em que pode ser conectado.

MONITOR DE VÍDEO

O **monitor de vídeo** é o ponto de comunicação visual do micro com o usuário. É classificado das seguintes maneiras (muitas das propriedades

2



Teclado

abaixo dependem também da placa controladora de vídeo):

- Quanto ao **sinal de entrada**, pode ser um **vídeo composto** ou **RGB**. No vídeo composto (sinal de entrada analógico) utiliza-se um conector circular do tipo RCA, enquanto que no RGB (sinal digital) usa-se um conector trapezoidal tipo D.

- Conforme o **número de cores** que o monitor pode exibir e a *freqüência* do sinal (designada por **resolução** ou quantidade de pontos distintos no total da imagem), temos vários tipos de monitores, sendo os principais: CGA, EGA e VGA.

O CGA é o padrão original do PC, podendo exibir até quatro cores simultâneas dentre 16 cores, com uma resolução de 320x200 pontos.

O EGA foi o segundo padrão lançado, podendo trabalhar com 16 cores simultâneas dentre 64 cores possíveis e com resolução de 640x350 pontos. Este é o padrão mais usado atualmente (figura 3).

O VGA, destinado a usos que exigem alta qualidade de imagem, apresenta várias resoluções de acordo com a versão, e pode mostrar na tela 256 cores simultâneas.

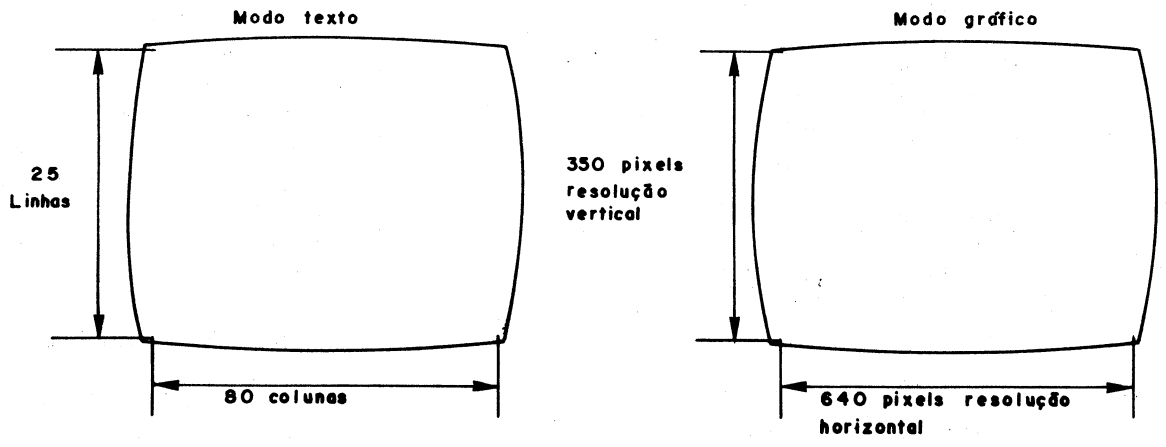
Os monitores, dependendo do *TRC* (tubo de imagem) que empregam, podem ser **coloridos** (formam imagens a cores) ou **monocromáticos** (trabalham apenas em branco e preto). Para cada caso em particular devemos usar a placa compatível com o tipo do monitor.

UNIDADES DE DISCO

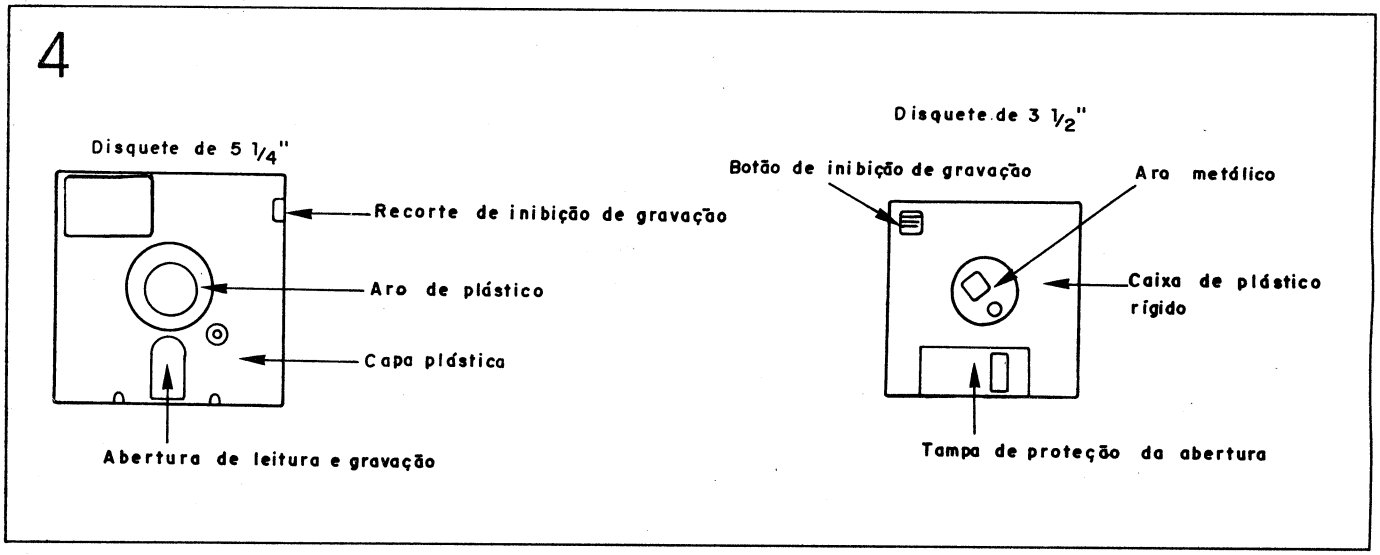
Para que nossos dados e programas sejam armazenados para uso posterior, fazemos uso das **unidades de disco**, que são nada mais que módulos de memória de grande capacidade *(memórias de massa)*.

As unidades podem ser magnéticas ou óticas, de acordo com o sistema e material usados para gravar e ler os dados. No caso dos PCs os tipos existentes são quase exclusivamente magnéticos, e dividem-se em dois tipos: disco flexível e disco rígido ou fixo. Ambos se compõem de um mecanismo que lê e grava os discos e de uma placa controladora. O DOS chama as unidades de *drives*.

3



Tela do monitor de vídeo EGA

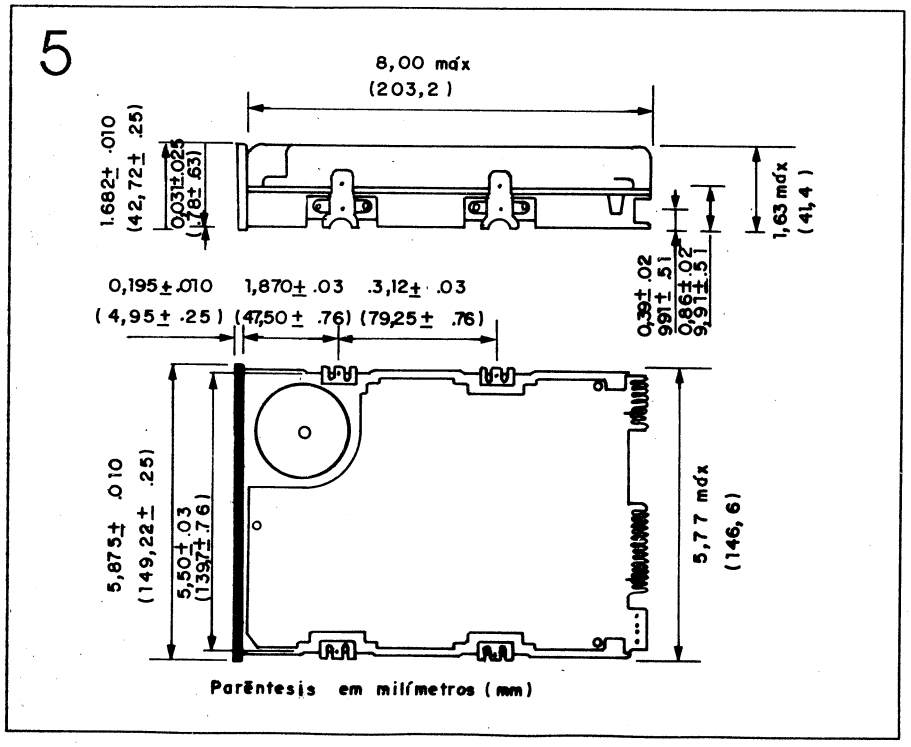


Tipos de disquetes mais comuns

Os discos rígidos e flexíveis se diferenciam do seginte modo:

- A unidade de **disco rígido** (também chamada de *Winchester)* é fixa no interior do computador, contendo sempre o mesmo disco no seu interior. Tem capacidade de memória geralmente elevada, velocidade de leitura alta e costuma ser usado para guardar os programas e dados usados no dia-a-dia.

- A unidade de **disco flexível** (também chamado de *floppy disk* ou, mais comumente, *disquete)* é fixa, mas o disco não. Pode-se ter muitos discos flexíveis, assim como transportá-los de um micro a outro e intercambiá-los. Eles são inseridos e retirados do *drive* por uma abertura com maçaneta; possuem baixa capacidade de armazenamento e a velocidade de acesso é baixa (o que os desaconselha para uso como fonte de programas ou dados a serem lidos muitas vezes). São comumente usados para intercambiar os dados e fazer cópias de segurança do conteúdo do Winchester e outros discos (chamadas de ***backups)***.



Unidade de disco rígido

Os *drives* de disquetes do XT usam discos de $5^1/4$ polegadas de diâmetro, com capacidade máxima de 360kB cada um (os normais); os *drives* do AT costumam ser de 1.2MB (ditos de *alta densidade),* mas são compatíveis com os discos de 360kB. O AT pode ter *drives* dos dois tipos, mas o XT só pode ter o normal.

Há ainda um outro tipo de disquete (o de $3^1/2$ polegadas), usado nos PCs portáteis e no Macintosh. É contido numa caixinha rígida e protegido por uma tampa metálica de correr. Esse disco tem as capacidades de 720kB, 1,2MB ou 1,44MB. Os dois tipos de disquetes estão na figura 4.

Os Winchesters existem em muitas capacidades diferentes, variando de 10MB a algumas centenas de MB, mas os mais comuns ficam entre 30MB e 80MB. Cada placa controladora é específica em relação ao disco, isto é, restrita a um certo valor de capacidade do disco. A figura 5 contém um esquema de Winchester;

note que o disco, selado no interior da peça, não pode ser visto.

MOUSE

Há uns dez anos, os projetistas de PCs aproveitaram uma idéia interessante desenvolvida no centro de pesquisas da Xerox na metade dos anos 70. Chamava-se **GUI** *(Graphical User Interface,* "interface de usuário gráfica"). O usuário escolhia o comando que queria dar um menu de opções em vez de digitá-lo, e para isso usava um *dispositivo indicador* cuja posição na mesa correspondia à posição de um cursor na tela. Há vários dispositivos indicadores (mesas digitalizadoras, canetas óticas), mas o mais usado, por sua simplicidade, é o *mouse* ("camundongo").

Posteriormente foram sendo criadas várias GUIs para micros (exemplo mais comum: o *Windows),* sempre com o uso do *mouse.* As aplicações de engenharia e artísticas usam GUIs e dependem do *mouse* porque, além de facilitar a seleção das opções, ele substitui o lápis na tarefa de desenhar e operar funções complexas dos programas.

IMPRESSORA

A impressora serve para colocar no papel os dados e imagens manipulados no microcomputador. Existem vários tipos de impressoras (matriciais, de jato de tinta, a *laser,* eletrostáticas, de margarida, etc.), mas nós vamos falar apenas das duas mais utilizadas: a matricial e a *laser.*

A **impressora matricial** (isto é, de *matriz* de pontos) funciona por um princípio parecido com o da máquina de escrever mecânica. Na máquina de escrever, os *tipos* (moldes das letras) percutem uma fita embebida em tinta e a parte do tipo com a forma da letra causa a impressão dessa forma no papel. Na impressora matricial, o conjunto dos tipos é substituído por uma única fileira vertical de agulhas, que enquanto se deslocam na horizontal são lançadas rapidamente contra a fita tintada e o papel por um sistema de bobinas elétricas no cabeçote de impressão. Como as agulhas podem ser acionadas em qualquer combinação, a impressora pode reproduzir qualquer estilo de letra ou desenho por meio dos pontos que marca no papel à medida que imprime. O ruído característico é da freqüência com a qual as agulhas batem no papel, o que indica a velocidade da impressora.

A **impressora a *laser*** utiliza um princípio derivado da fotocopiadora a seco (Xerox). Na Xerox, a luz refletida do original é projetada por uma lente num *cilindro fotossensível,* que se carrega com uma carga eletrostática inversamente proporcional ao brilho refletido do original em cada ponto da sua superfície. Antes de tocar o papel, o cilindro passa por um alimentador de *toner* (partículas de pó preto), que gruda mais na área do cilindro com mais carga e menos na área com menos carga. Assim, as nuances de brilho são passadas para o papel quando este, por sua vez carregado com uma outra carga estática, toca o cilindro e arranca as partículas da sua superfície. Em seguida, a folha de papel passa por um aquecedor (pouco antes da saída) que derrete as partículas de *toner* e as gruda definitivamente no papel.

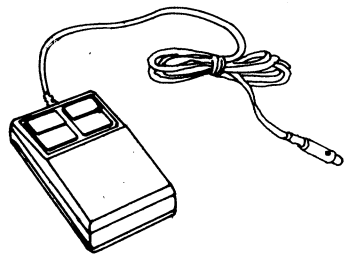
A única diferença funcional entre a copiadora Xerox e a impressora a *laser* é que esta gera as imagens a serem impressas por meio de um raio de luz que sensibiliza o cilindro à medida que ele gira.

INTERFACE DE COMUNICAÇÃO

A comunicação de dados do PC com a impressora e outros periféricos ou micros é feita por módulos denominados **interfaces,** que codificam os dados a serem enviados e interpretam os recebidos para evitar erros de transmissão.

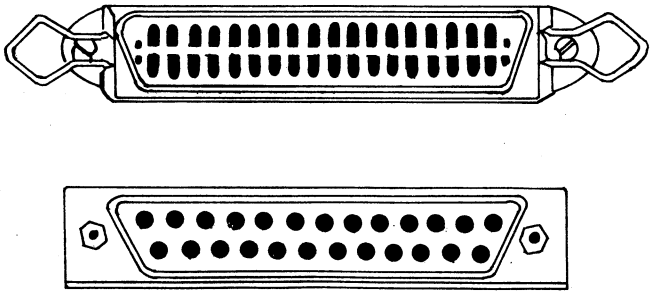
A maneira como os dados são comunicados pode ser **serial** ou **paralela.** Na serial, uma única *via* (par de fios) transmite todos os bits um após o outro; na paralela, os dados são enviados na forma de seqüên-

6



Mouse típico

7



Conectores DB e Centronics

VÍRUS DE COMPUTADOR

Os programas-vírus têm sido um dos maiores problemas computacionais dos últimos anos, e por isso não poderíamos deixar de falar dele, mesmo que brevemente.

O **vírus** é assim chamado porque funciona exatamente como um vírus biológico: **entra** nas suas "vítimas" (os micros ou redes privadas, via rede telefônica ou disquetes "infectados") sem ser notado, e as usa para **reproduzir-se.** Depois, ele se **manifesta** de alguma forma (mensagens, problemas de funcionamento).

A criação de um vírus exige do programador engenhosidade e habilidade, para que o programa seja indetectável e se manifeste na "vítima" de maneira imprevisível; no entanto, é uma atividade absolutamente ilegal, pois mesmo se o vírus não fosse maligno, ainda assim seria uma violação da propriedade alheia. O vírus não pode ser encarado apenas como um produto de "gênios desocupados"; devem haver por aí muitos vírus espiões (que entram em um sistema, "roubam" dados e desaparecem sozinhos) desenvolvidos em laboratório. Mesmo que um vírus seja "benigno", para fins didáticos, ele ainda será analisado pelos programadores mal-intencionados para aprender técnicas novas e criar vírus mais "violentos"; portanto, o potencial do vírus em aplicações "decentes" (por exemplo, organizar automaticamente os discos ou pesquisar bancos de dados) é ignorado. Note bem: nunca um vírus pôde ser controlado.

INCUBAÇÃO

O vírus entra num micro através de um disquete ou, em alguns casos, via *modem* (embutido em algum programa transmitido pelo telefone). A primeira coisa que ele faz é ocupar a memória RAM sem dar sinal de sua presença. A partir daí, ele usa o DOS para se copiar secretamente para todo *drive* (disquete ou rígido) que for acionado.

O virus, dependendo de sua programação, pode se replicar na **FAT** (tabela de alocação de arquivos), no programa COMMAND.COM (interpretador de comandos do DOS), nos arquivos **executáveis** (com extensão .COM ou .EXE), ou no **setor de *boot*** dos discos. Quando isso acontece, a porção afetada do disco cresce para acomodar o vírus no seu interior. Alguns vírus se copiam múltiplas vezes, "inchando" os arquivos cada vez mais.

Um **programa-vacina** ("caçavírus") pode achar o vírus lendo a área suspeita e detectando trechos de código característicos do vírus. Porém, há vírus mais elaborados que não podem ser reconhecidos (os **encriptados**), obrigando à utilização de outros métodos de detecção.

INFECÇÃO

Assim como há muitas maneiras do vírus "contaminar" o micro, há muitas maneiras dele se manifestar. O vírus **Sunday,** que funciona aos domingos, pergunta ao usuário porque ele está trabalhando nesse dia. O **Jerusalem** (também conhcido como **Sexta-Feira 13**) apaga os discos nesse dia. O **Yankee Doodle** toca a música desse nome; o **Ping-Pong** varre a tela com um ponto que vai apagando o seu conteúdo. Muitos vírus enchem os arquivos de "lixo", tornando a leitura mais difícil; formatam os discos subitamente; ou "encolhem" a memória disponível progressivamente, até que o programa em uso trave. Outros reescrevem arquivos de dados erradamente, ou simplesmente apagam a tabela de alocação.

PREVENÇÃO

Os vírus sempre estiveram ligados à "promiscuidade" de dados. Cópias **piratas,** isto é, não licenciadas pela editora do programa, têm maior chance de "infecção", devido ao contato com muitas fontes diferentes.

O conselho de não introduzir dados vindos de fora nas empresas é difícil de cumprir, por causa da tentação de "ter aquele joguinho", pagar mais barato por uma cópia ilegal ou levar o micro para uso em casa ou nos clientes. Por isso surgiram as "vacinas", destinadas a inspecionar os micros e impedir o funcionamento dos vírus.

Na categoria das "vacinas", existem vários tipos de programas: o que bloqueia o uso de programas "contaminados" (por exemplo, o **Vshield**), o de diagnóstico (**Viruscan**) e o que efetivamente destrói o vírus (**Clean-Up**). Só há um problema: as "vacinas" são incapazes de reconhecer vírus para os quais não foram preparadas; assim, como novos vírus são criados constantemente, elas não são infalíveis. O seu uso não dá liberdade para continuar a piratear dados.

Após eliminar o vírus, o micro deve ser "resetado", pois uma cópia dele pode ter ficado na memória. Além disso, é necessário repetir a remoção no caso dos vírus que se copiam muitas vezes no mesmo arquivo. É interessante também proteger os disquetes com a etiqueta de inibição de gravação, desde que não precisem ser gravados, e inspecioná-los sempre antes de usá-los no micro.

cias de blocos compostos de um determinado número de bits simultâneos, cada um em uma via. As duas interfaces usam várias vias de dados ao mesmo tempo, cada uma com uma função diferente (indicar que o dispositivo está ocupado, dar mensagens de "pergunta" e "resposta" entre os aparelhos, etc.), por isso tanto uma como outra emprega cabos de muitos fios.

Para reconhecermos qual o tipo da interface podemós analisar o conector montado no gabinete do acessório (impressora, etc.). Nas interfaces seriais o conector é de forma trapezoidal (é impossível encaixá-lo invertido), chamado *tipo D*, e nas paralelas o conector é um tipo semelhante, o *Centronics*. Como eles são bem parecidos, a figura 7 mostra os dois tipos de conectores.

MODO DE USAR DO PC

DRIVES

Todos os *drives* do PC são denominados por letras (A, B, C, D, E, etc.). Normalmente o A e B são de disquetes e o C, D... de disco rígido. Para se saber qual *drive* é qual, basta observar o acendimento do LED de acionamento de cada um durante a partida do sistema: o primeiro é A, o segundo B, e assim por diante.

INICIALIZAÇÃO

A inicialização é simples. O micro realiza o teste de memória e outros testes lógicos; terminado isto, é necessário que o DOS (sistema operacional de disco) seja carregado. A esse processo dá-se o nome do termo em inglês ***boot*** (originalmente *"bootstrap"*, nome tirado de uma alegoria de alguém puxando para cima os cordões das próprias botas e erguendo-se no ar sozinho).

Esse processo pode ser realizado de duas maneiras: se o PC possuir Winchester (onde devem estar gravados previamente os arquivos necessários para o *boot)*, o micro vai acessá-lo e ler o DOS sozinho. Também pode-se introduzir um disquete contendo o DOS ("disco de sistema") no *drive* de disquetes com letra anterior à do Winchester. Se o micro não tiver Winchester, ele deve sempre dar partida com um disquete de sistema.

Efetuada a carga do DOS, a máquina está pronta para o manuseio dos programas; nesse momento aparece o sinal de **prompt** ("pronto"), que é a letra do *drive* seguida de um cursor piscante.

Se por algum motivo o micro não puder carregar o sistema, ele apresenta uma das seguintes mensagens:

- Disk boot failure (falha na partida do disco).
- Insert system disk in drive A and press any key (insira o disco de sistema no drive A e pressione alguma tecla).

Não se esqueça que, enquanto não carregarmos o sistema, o PC não está pronto para trabalhar.

SISTEMA OPERACIONAL

Como já explicado antes, o **sistema operacional** (DOS) é o programa que coordena as operações do PC relativas às unidades de disco. Existem diversos sistemas operacionais, mas o que descrevemos aqui é o mais usado: o **MS-DOS** (padrão Microsoft). A denominação do DOS, como a de qualquer programa, é acompanhada do número da sua geração e revisão (exemplos: 1.2, 3.3). É importante frisar que, se carregarmos o PC com uma versão do DOS e tentarmos usar nele programas que utilizam os recursos de versões de DOS posteriores (melhoradas), eles não serão aceitos e veremos uma mensagem de erro como esta: Incorrect version DOS (versão de DOS errada). Por isso, é bom equipar o PC com a última versão disponível.

FORMATAÇÃO

O DOS completo vem sempre acompanhado de pequenos **utilitários** (programas adicionais para a manutenção do conteúdo do disco). Entre eles está o comando de **formatação.**

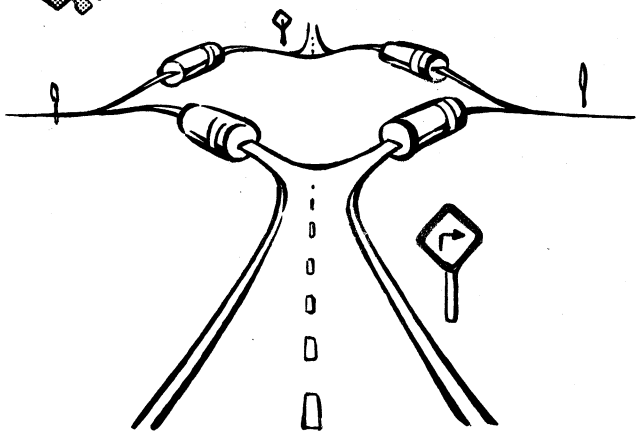
Até agora só falamos de discos gravados. Mas quase sempre os discos vêm da fábrica vazios (virgens). Quando o PC lê ou grava o disco, precisa achar na sua superfície certas *marcações* magnéticas que separam a área gravável em *trilhas* e *setores* (áreas numeradas). É análogo a um estacionamento, onde as posições destinadas aos carros devem ser pintadas no asfalto a fim de permitir a parada organizada e a localização dos carros. Diz-se de um disco com essas marcações que ele está **formatado.** Formatar significa gravar os marcadores num disco, virgem ou não, para uso no micro. Na formatação, o micro cria as marcações e também o **FAT** *(file allocation table)*, o índice que determina a localização dos dados.

ÁRVORE DE DIRETÓRIOS

O DOS tem um sistema simples para o usuário separar as informações armazenadas em blocos por assunto. Cada um desses blocos, chamado **diretório,** tem um nome como os arquivos. Pode ser criado, destruído e renomeado à vontade e o seu conteúdo livremente organizado (como uma "pasta de documentos eletrônica"). Também pode ser contido em outro diretório. Assim, o nome de acesso do arquivo *(pathname)* é o nome do diretório em que o arquivo se encontra, seguido do seu próprio.

CONCLUSÃO

Não existe mistério para se usufruir bem da capacidade do PC. Basta conhecermos os programas e lembrarmos um útil ditado: **"a máquina foi feita para trabalhar em função do homem, nunca o contrário..." E**

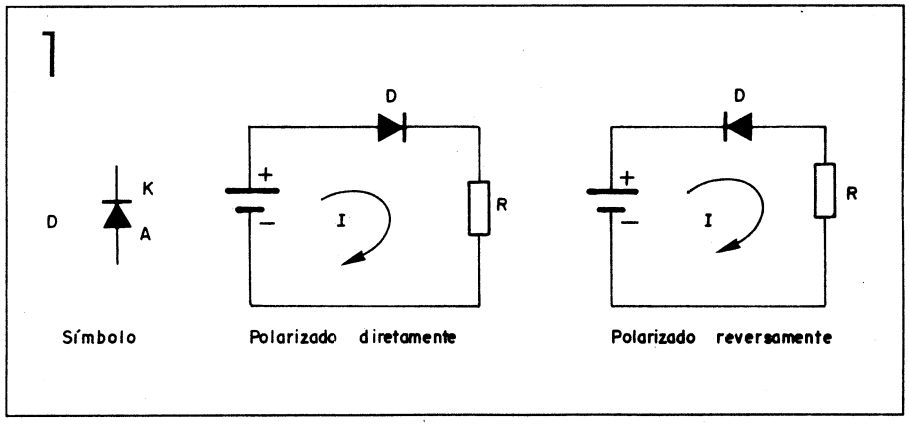


DIODOS Retificadores

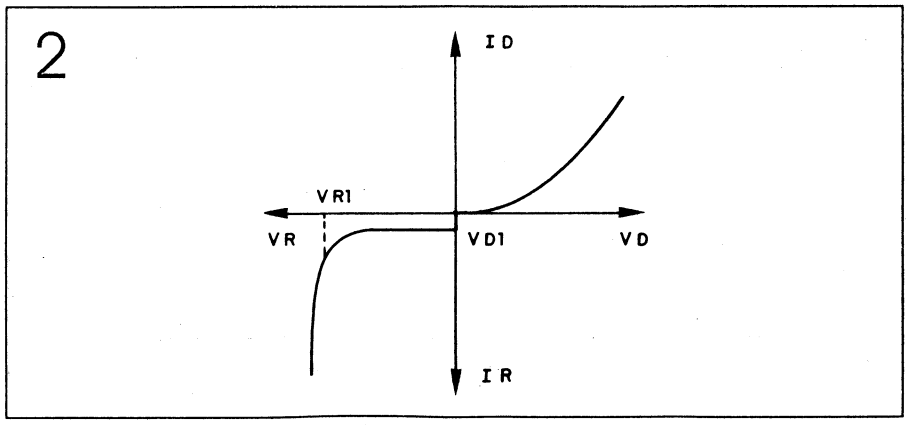
As linhas de transmissão de energia transportam corrente alternada (CA), mas quase todos os circuitos eletrônicos requerem corrente contínua (CC). A conversão de CA em CC para alimentar esses circuitos emprega as propriedades dos **diodos retificadores.**

O diodo é um dispositivo eletrônico que permite a passagem de corrente elétrica em um único sentido, similarmente a uma válvula de água.

Na figura 1 vemos o símbolo do diodo e como polarizá-lo. O terminal **K** é o **cátodo** e o terminal **A** é o **ânodo.**



Símbolo e polarização do diodo



Curva característica do diodo

Tecnicamente falando, na **polarização direta** o ânodo deve estar conectado a um ponto de maior potencial (mais positivo) que o cátodo; neste caso há circulação de corrente (I). Na **polarização reversa**, se conectarmos o cátodo ao ponto mais positivo, o diodo não permite a circulação da corrente, comportando-se como um circuito aberto (isto é, fica "em corte").

A figura 2 mostra o gráfico da tensão em função da corrente para um diodo. V_D é a tensão direta entre ânodo e cátodo, V_R é a tensão reversa entre ânodo e cátodo, I_D é a corrente direta no circuito e I_R é a corrente reversa no circuito.

Quando o diodo é polarizado diretamente, é necessário que a diferença de potencial entre ânodo e cátodo ultrapasse V_{D1} para que haja circulação de corrente. O valor de V_{D1} é chamado de **tensão de barreira;** seu valor fica por volta de 0,6 a 0,7 V para os diodos de silício e 0,3 a 0,4 V para os diodos de germânio.

Quando polarizado reversamente, o diodo não permite a passagem de corrente até o momento em que é ultrapassado o valor V_{R1}. A partir deste momento haverá a circulação da corrente I_R, mas o diodo não su-

portará muito tempo esta condição, queimando-se. A tensão V_R é chamada de **tensão reversa de ruptura** ou **tensão de *breakdown***.

Quando trabalhamos com corrente alternada, o diodo é polarizado diretamente em um dos semiciclos e reversamente no outro (figura 3).

Geralmente, os diodos não são ligados diretamente à rede, devido à tensão elevada. Para isso usamos **transformadores**, que diminuem o valor da tensão inicial (figura 4). A relação entre a tensão de entrada e a tensão de saída do transformador obedece à seguinte relação:

$V_1 \cdot N_2 = V_2 \cdot N_1$

N_1 é o número de espiras do enrolamento primário e N_2 é o número de espiras do secundário. V_1 é a tensão do primário e V_2 é a tensão do secundário. Em transformadores com derivação central *(center tap)*, as tensões V_2 e V_3 são iguais.

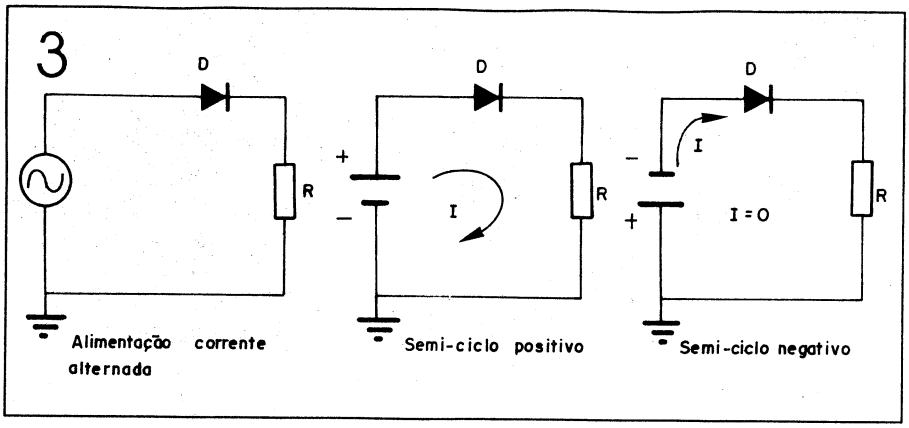
RETIFICADOR DE MEIA-ONDA

O nome desse circuito se deve ao fato dele transferir a corrente em metade dos semiciclos. Assim, a potência dissipada pela carga é a metade da que seria possível (figura 5). O comportamento do circuito é o seguinte:

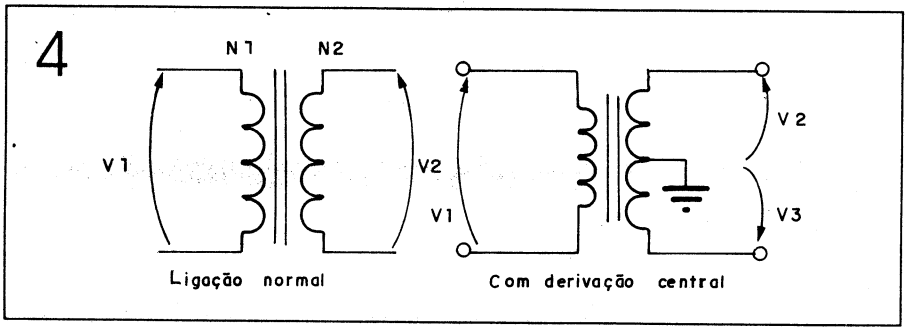
- No **semiciclo positivo** o diodo conduz enquanto a tensão é maior que a tensão de barreira, permitindo a circulação de corrente na carga.
- No **semiciclo negativo** o diodo não conduz, bloqueando a corrente.

Os gráficos da tensão em função do tempo são mostrados na figura 5.

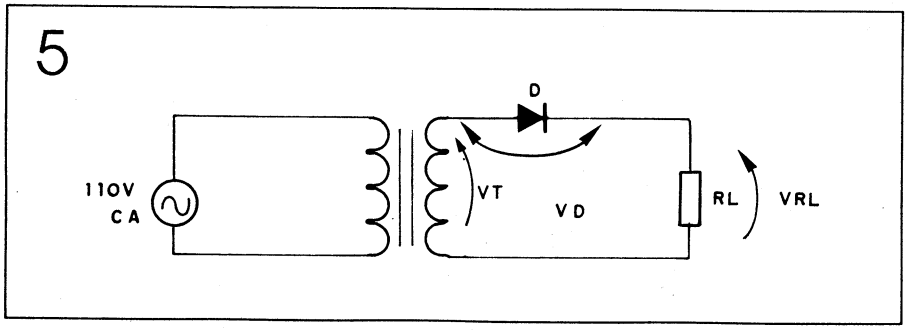
Como podemos observar, a tensão V_{RL} só aparece quando a tensão no diodo ultrapassa a tensão de barreira. V_L é a tensão necessária para que



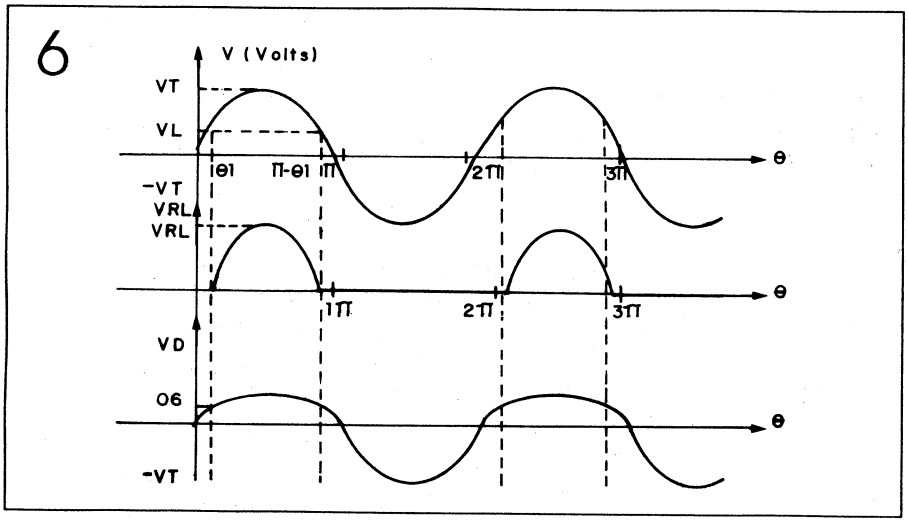
Diodo em corrente alternada



Transformadores de rede



Retificador de meia-onda



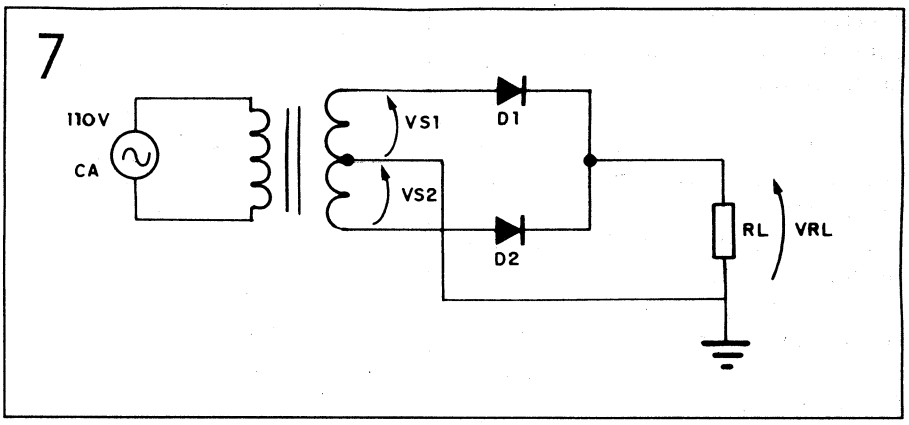
Formas de onda de um retificador de meia-onda

isso ocorra.

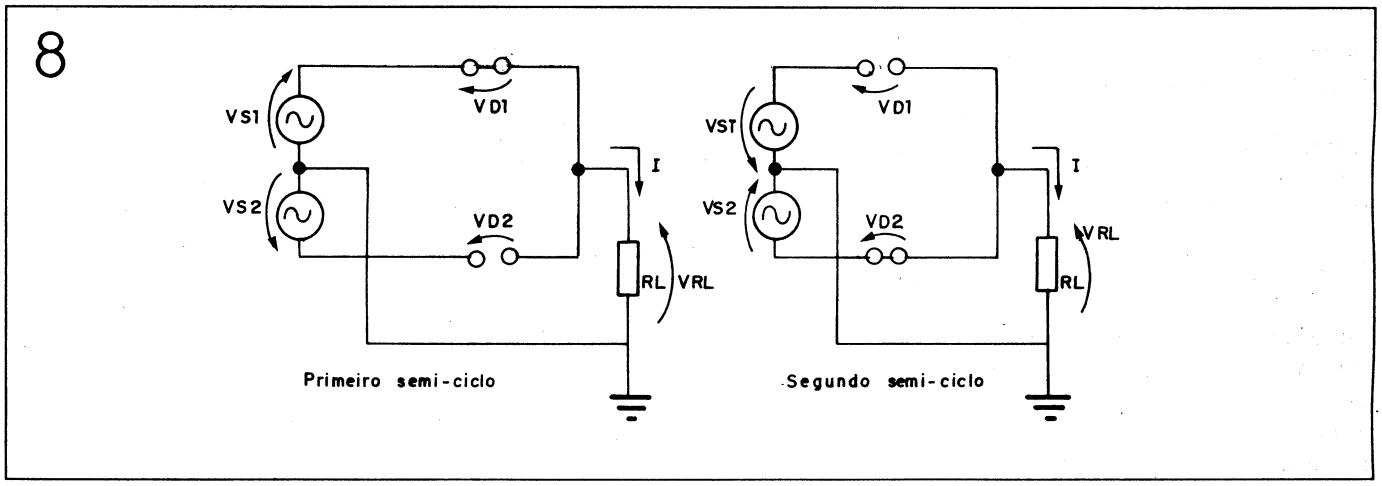
Durante o período de condução V_D fica constante, mas na inversão da tensão (transição dos semiciclos), com a não-condução do diodo toda a tensão fica sobre ele.

RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA

No retificador de onda completa, a corrente flui pela carga nos dois semiciclos; com isso obtemos um rendimento de potência melhor.



Retificador de onda completa com derivação central



Esquema do processo de retificação com derivação central

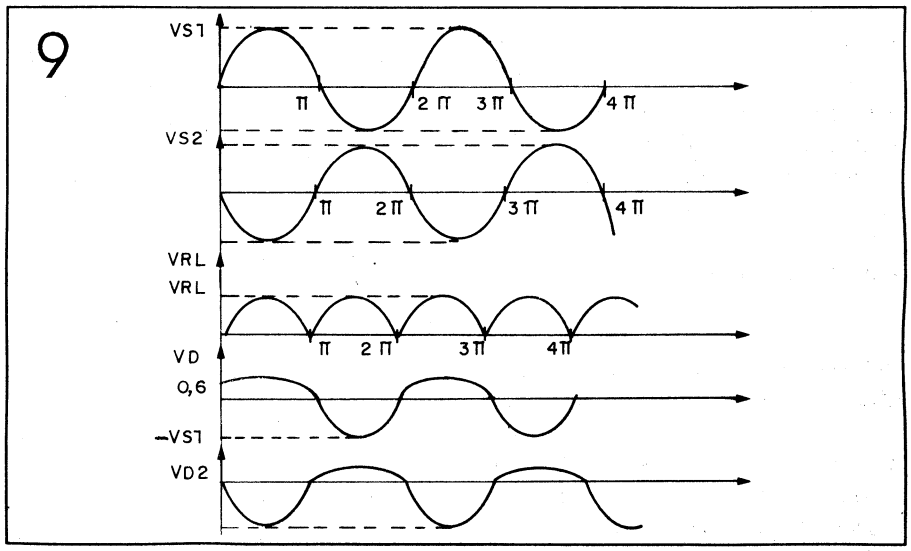
Existem duas maneiras de construir o retificador de onda completa: com um transformador de derivação central ou com um circuito de ponte de diodos.

RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA COM TRANSFORMADOR DE DERIVAÇÃO CENTRAL

Na figura 7 vemos um retificador de onda completa. O seu comportamento é o seguinte:

- Durante o **primeiro semiciclo** D_1 é polarizado diretamente e D_2 reversamente, fazendo a corrente fluir por D_1.
- No **segundo semiciclo** o processo é o inverso: D_2 conduzindo e D_1 cortado.

Em conseqüência, a corrente é transferida para a carga nos dois semiciclos. Na figura 8 analisamos as duas situações com a representação já adotada (diodo em condução, chave fechada e diodo em corte, chave



Formas de onda de um retificador de onda completa

aberta). Na figura 9, vemos os gráficos da tensão para os elementos deste circuito.

Neste tipo de retificador, a derivação central é utilizada como retorno (terra) comum a ambos os extremos dos enrolamentos; assim, a tensão reversa sobre cada diodo (e a tensão na carga) é metade da tensão do secundário inteiro.

RETIFICADOR DE ONDA COMPLETA COM PONTE DE DIODOS

Neste circuito, como no anterior, a corrente passa na carga durante os dois semiciclos. As diferenças são o tipo de transformador usado (de secundário único) e a rede de diodos chamada "ponte" (figura 10).

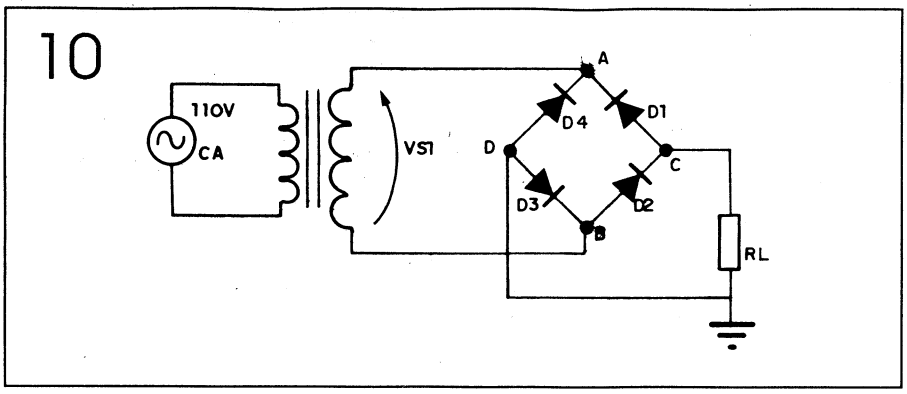
O funcionamento é o seguinte:

- Durante o **semiciclo positivo**, o ponto A tem maior potencial que o ponto B; com isso, o ânodo de D_1 é positivo em relação ao seu cátodo, portanto ele está diretamente polarizado. Analogamente, D_3 também está diretamente polarizado, com o seu cátodo negativo em relação ao seu ânodo. Enquanto isso, em condição simétrica, D_2 e D_4 estão cortados. Para maior clareza, a figura 11 dá o circuito equivalente deste semiciclo.

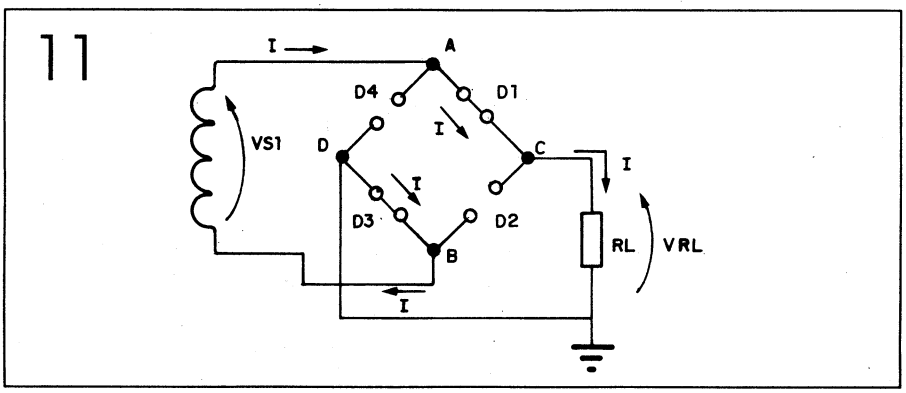
- No **semiciclo negativo** ocorre exatamente o contrário, pois o ponto A é negativo em relação ao ponto B. Portanto, D_2 e D_4 conduzem e D_1 e D_3 permanecem cortados (fig. 12).

As formas de onda desse circuito são as indicadas na figura 13.

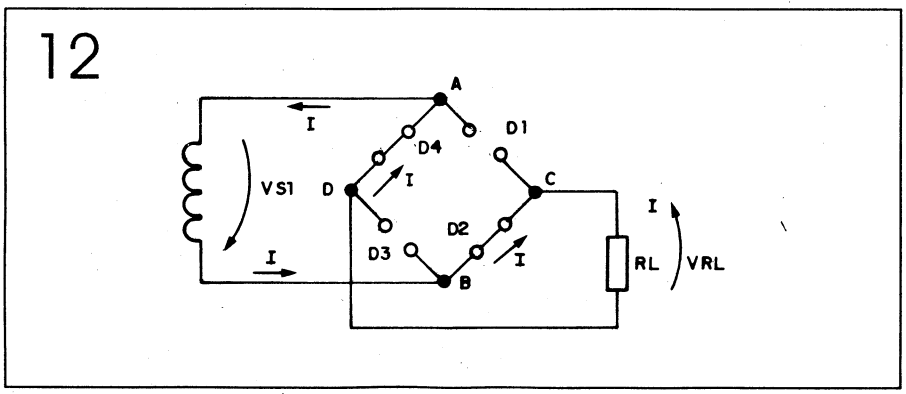
Convém notar que a derivação central *(center tap)* não é utilizada no retificador em ponte. A vantagem desse retificador é que ele produz o dobro da tensão de saída do retificador de derivação central, pois usa o secundário inteiro (e não só a metade) em ambos os semiciclos. **E**



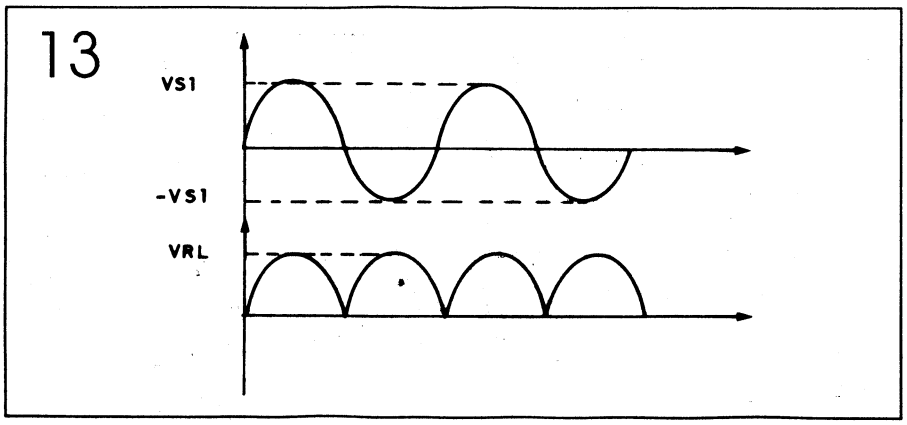
Retificador de ponte de diodos



Retificador de ponte durante o semiciclo positivo



Retificador de ponte durante o semiciclo negativo



Formas de onda do retificador de ponte de diodos

LIÇÃO 6: MICROPROCESSADORES 8008/8080/8085

MICROPROCESSADOR 8008

O microprocessador 8008, fabricado pela Intel, foi o primeiro microprocessador construído em um único circuito integrado.

A figura 1 nos mostra o diagrama em blocos do 8008. Foi desenvolvido com tecnologia P-MOS e possui 18 terminais.

O 8008 manipula dados em 8 bytes e cada byte (palavra) possui 8 bits. Conforme se observa na figura, grande parte dos elementos internos da CPU são interligados por meio de via de dados (barramentos bidirecionais dotados de um *buffer* excitador). Possui um **registrador de instruções** que serve para o armazenamento temporário de instruções provenientes de memórias externas. O decodificador de instruções decifra as instruções. Possui também um **contador de programa** (PC), uma pilha de oito registradores em oito níveis diferentes que permite ao microprocessador manter-se informado das subrotinas do programa. Cada nível da pilha do contador de programa possui uma capacidade de 14 bits. Essa capacidade permite endereçar 16kB de memória.

O 8008 pode acomodar 7 subrotinas no PC.

ULA

A Unidade Lógica Aritmética (abreviadamente, ULA) pode efetuar adições, subtrações, divisões, multiplicações e funções lógicas como OR, AND, NAND, NOR, comparação, etc.

REGISTRADORES TEMPORÁRIOS

O 8008 possui dois registradores temporários, cuja função é providenciar o armazenamento de dados intermediários.

FLAGS

Os *flags (flip-flops)* indicam o mo-

1

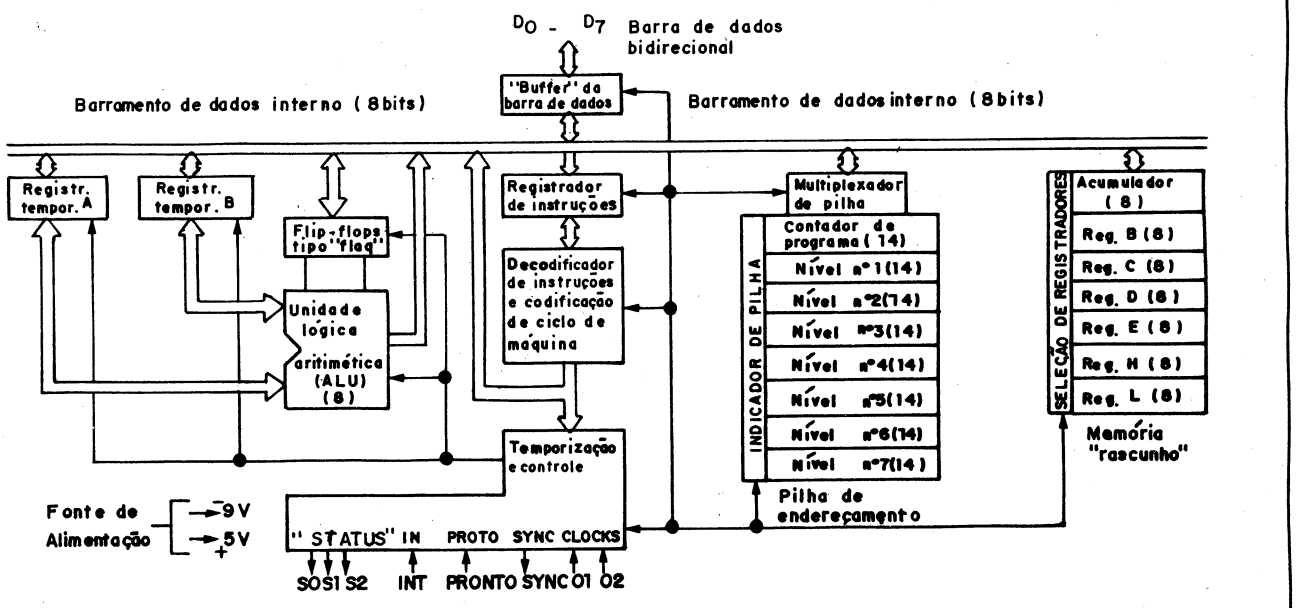
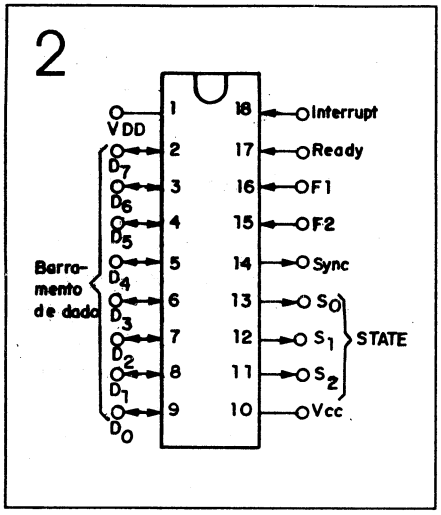
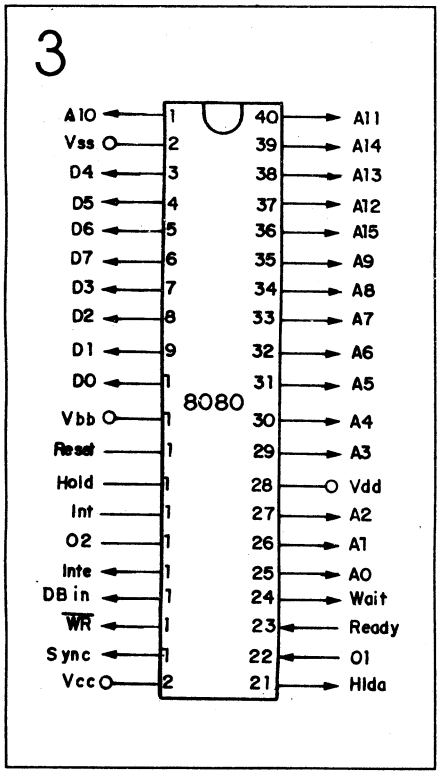


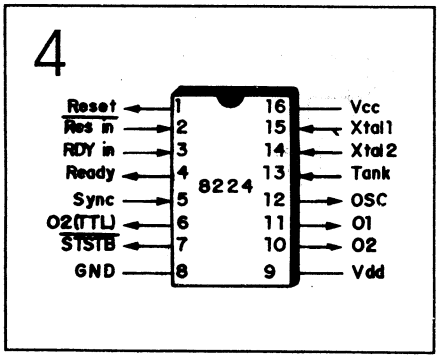
Diagrama de blocos do 8008



Pinagem do 8008



Pinagem do 8080



Gerador de clock 8224

mento exato em que certas operações foram completadas.

INDEXADORES

O 8008 possui 7 indexadores, que podem ser comparados a "memórias de rascunho". Esses indexadores são codificados como A, B, C, D, E, H, L. Através de determinadas instruções *(software)* do 8008 consegue-se realizar a transferência de dados entre esses elementos. Na figura 2 vemos a pinagem do 8008. Este micro foi o antecessor direto do 8080, um dos micros mais famosos da segunda geração dos microprocessadores.

MICROPROCESSADOR 8080

O 8080 da Intel pertence à segunda geração dos microprocessadores de 8 bits. É construído com tecnologia N-MOS, possui 40 pinos e velocidade de 2μs (microssegundos) por ciclo de instrução.

PINAGEM DO 8080

Vamos analisar a pinagem do 8080 baseados na figura 3:

- V_{SS}=Referência de zero volt (terra)
- V_{BB}= -5V
- V_{CC}=+5V
- V_{DD}=+12V
- **Clock** — (pinos 21 e 15) O *clock* é gerado externamente, a partir do CI 8224, ilustrado na figura 4. Este CI gera duas fases de *clock* para o 8080 a partir de um cristal de 10MHz colocado nos pinos 14 e 15 do 8224. Nos pinos 11 e 10 retiram-se as duas fases de *clock* para que o 8080 desenvolva seu processamento.
- **A_0 a A_{15}** — São 16 pinos que constituem o barramento de endereço (via de endereço). Estas saídas são utilizadas para endereçar memórias ou dispositivos de I/O (entrada/saída). Devido ao fato de ser de 8 bits, ele pode endereçar 64kB (65 536 posições de memória).
- **D_0 a D_7** — São 8 pinos que formam o barramento *(bus)* de dados. São pinos bidirecionais em *three-state*. Este barramento forma uma via de comunicações bidirecional entre o micro e as memórias ou dispositivos de entrada e saída.
- **Sync** — Sinal de sincronização (saída) para indicar aos circuitos externos o início de cada ciclo de máquina.
- **Wait** — Sinal (saída) que indica que o micro está em estado de espera, aguardando comando externo (disponível para a execução de alguma nova tarefa).
- **DBIN** — O sinal de saída DBIN indica aos circuitos externos que a via de dados está no modo de entrada.
- **Hold** — É um sinal de entrada que faz com que a CPU fique no estado de retenção (em inglês, *hold*). Isto permite que um determinado dispositivo externo assuma o controle das vias de dados e de endereço.
- **Hlda** — Indica que o 8080 está no estado de retenção, ou seja, todos os barramentos encontram-se em estado de alta impedância.
- **Ready** — O sinal *ready* (pronto) indica para o 8080 que um dado proveniente da memória ou outro dispositivo está disponível na via de dados para ser lido pelo 8080.
- **Wr** — Este sinal de saída é utilizado para o controle de escrita, tanto em memórias como em dispositivos de entrada e saída. É ativo em nível baixo.
- **Int** — Requisição de interrupção. Um sinal no pino Int faz com que a interrupção na CPU ocorra tão logo a instrução atual que está sendo

processada termine. Sinal de entrada.

- **Inte** — Este sinal indica que a CPU está habilitada a receber uma interrupção. É um sinal de saída.

Reset — Sinal de entrada que faz com que o conteúdo do contador de programa seja zerado. Faz com que a CPU saia do estado Hold e desabilita os demais comandos internos.

ARQUITETURA DO 8080

Na figura 5 vemos a arquitetura interna do 8080. Podemos analisá-la em três partes: ULA, Registradores e Controle.

ULA

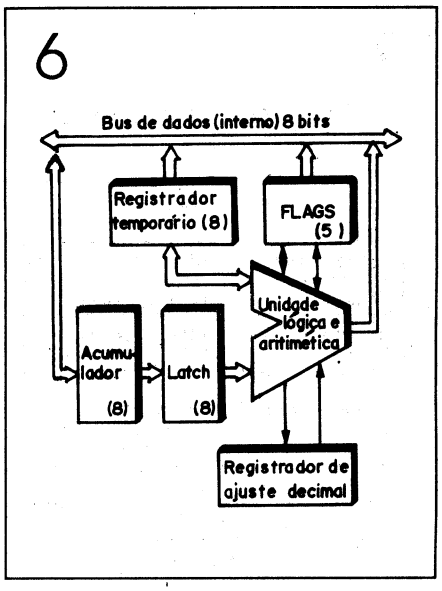
a unidade lógica aritmética possui *flags*, registradores temporários, *latches* e acumulador, a exemplo do que foi estudado no 8008. A figura 6 ilustra a seção lógica e aritmética do 8080.

REGISTRADORES

Os registradores (figura 7) são utilizados para armazenar as informações a serem utilizadas posteriormente. São 6 registradores de 8 bits cada.

SEÇÃO DE CONTROLE

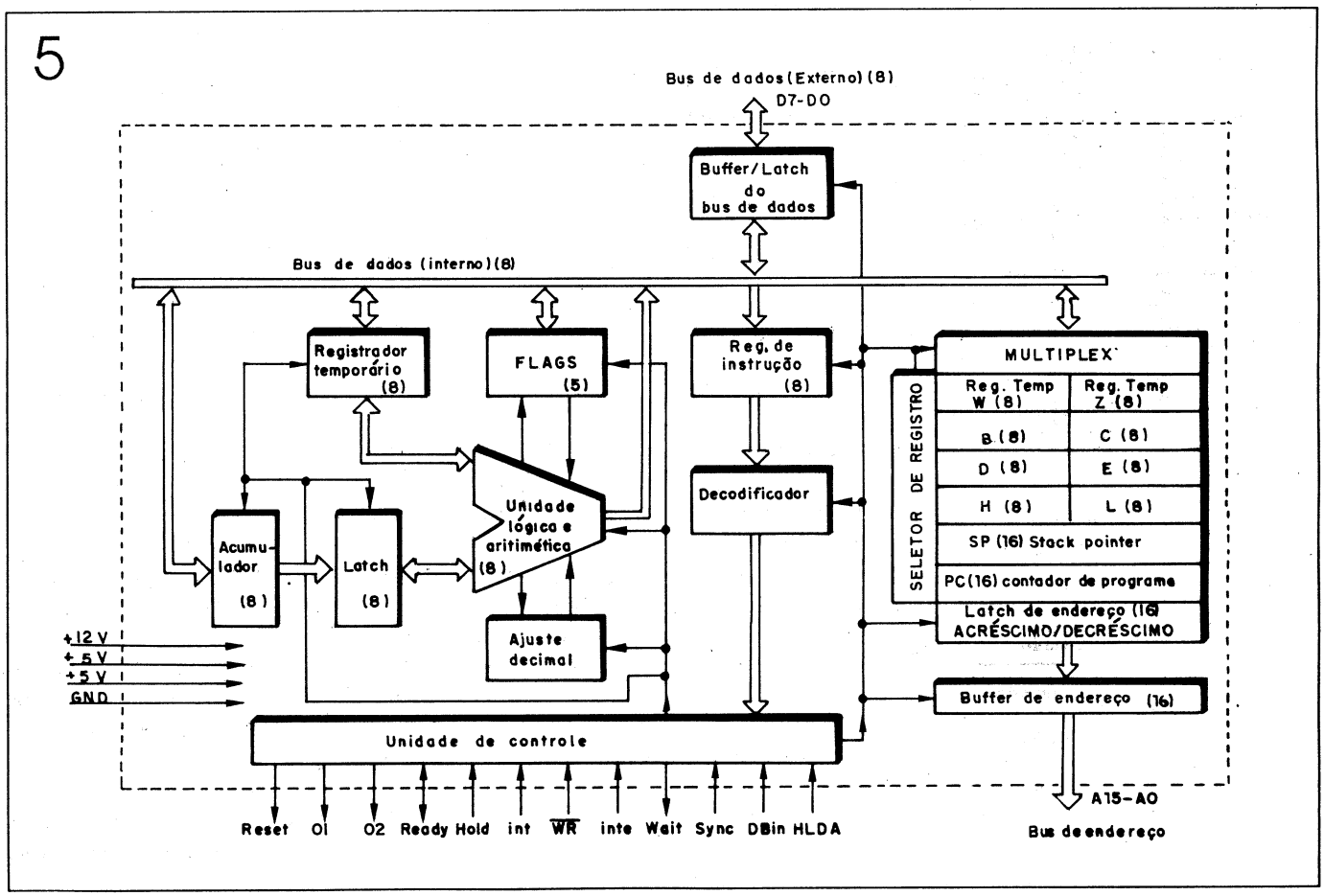
A seção de controle do 8080 (figura 8) fornece as variáveis de controle para o funcionamento do sistema. Cada instrução dá origem a uma configuração diferente de variáveis de controle. Devido à grande semelhança que há entre os microprocessadores 8080 e 8085, passaremos agora a analisar as diferenças do 8085 em relação ao 8080.



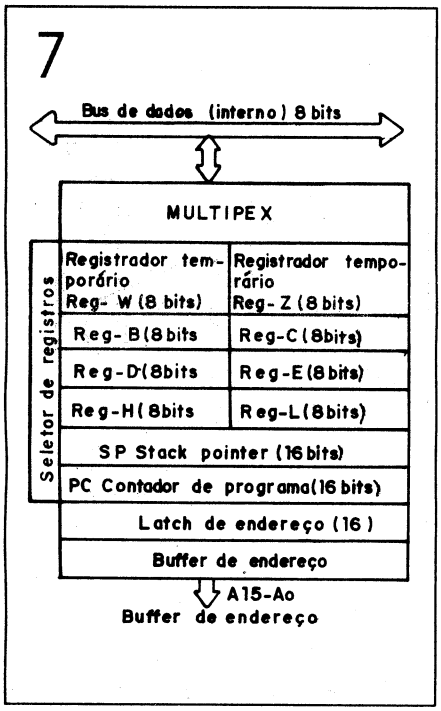
ULA do 8080

MICROPROCESSADOR 8085

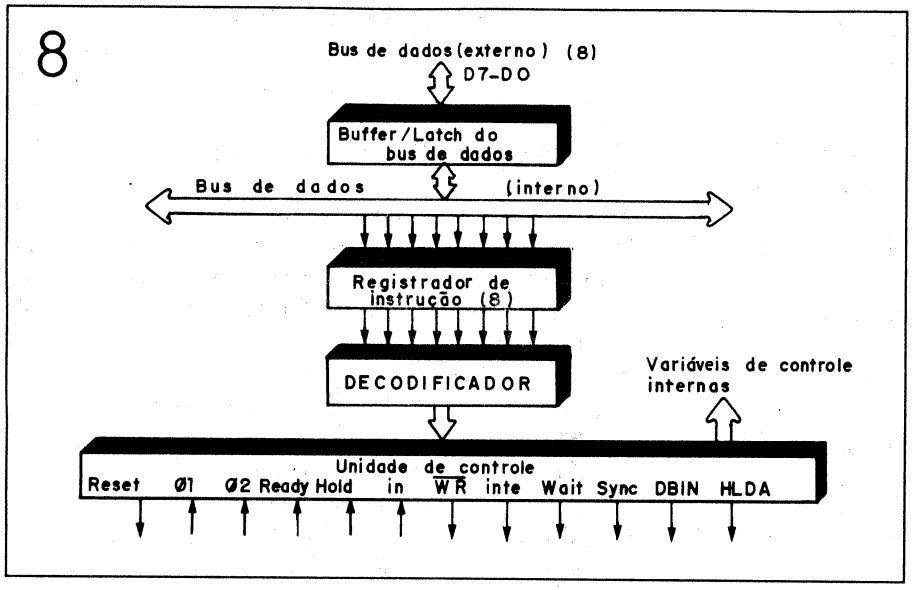
Este microprocessador é totalmente compatível com o 8080. Trata-se,



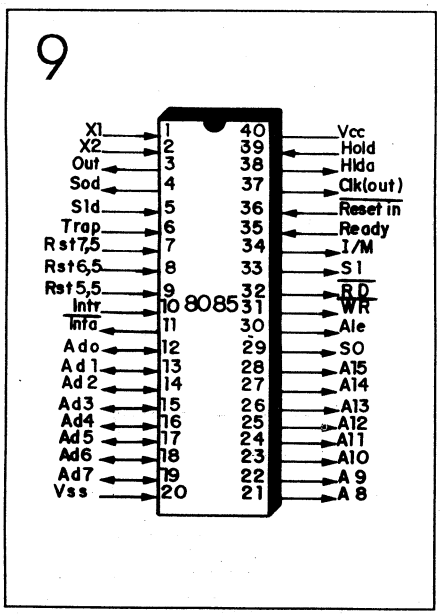
Arquitetura interna do 8080



Registradores do 8080



Seção de controle do 8080



Pinagem do 8085

10

S1	S0	Estado
0	0	Retenção
0	1	Escrita
1	0	Leitura
1	1	Interrompido

Status do 8085

pois, de uma versão aperfeiçoada do 8080. As principais vantagens são:

- Maior velocidade (1,3μs por instrução).
- Mais níveis de interrupção.
- Uma única tensão de alimentação.
- Decodificador de estados incluído no próprio CI.
- 40 pinos com o barramento de dados multiplexado.

A figura 9 ilustra a pinagem do 8085.

PINAGEM DO 8085

Para evitar repetições desnecessárias, comentaremos apenas os pinos que tiverem funções ou códigos diferentes do 8080. Os pinos não comentados devem ser considerados como tendo funções e códigos idênticos aos correspondentes do 8080.

- X_1, X_2 — Entradas de *clock*.
- **Clk** — Saída de *clock*.
- **Ale** — Habilitador dos *latches* de endereços.
- **Sid** — Entrada serial de dados.
- **Sod** — Saída serial de dados.
- **Intr** — Função Int.
- **Trap** — Requisição de interrupção.
- **Rd** — Controle de leitura. É ativo em nível baixo.
- **I/M** — Dispositivo de entrada e saída de memória.
- S_0, S_1 — *Status*. Esses pinos indicam o estado atual em que se encontra o microprocessador; veja a tabela na figura 10.

Os registradores do 8085 são idênticos aos do 8080.

QUADRO GERAL DE INSTRUÇÕES DO 8080A

As tabelas a seguir compõem o quadro geral de instruções do 8080A, com os códigos octais e os respectivos mnemônicos.

A, HL, M é o conteúdo, respectivamente, do acumulador, registrador ou memória.

Código Octal	Mnemônico		Descrição e Operação	Nº de bytes	Nº de ciclos de máquina	Nº de ciclos do relógio	Bits de condição afetados: S	Z	AC	P	CY
000	NOP		Nenhuma alteração efetuada	1	1	4					
001	LXI	B	Carrega o par BC com 2 bytes especificados	3	3	10					
002	STAX	B	Armazena (A) na célula de memória de endereço=(BC)	1	2	7					
003	INX	B	Incrementa o par BC	1	1	5					
004	INR	B	Incrementa o Reg. B	1	1	5	X	X	X	X	
005	DCR	B	Decrementa o Reg. B	1	1	5	X	X	X	X	
006	MVI	B	Carrega o Reg. B com byte especificado	2	2	7					X
007	RLC		Rotação à esquerda, não envolvendo o bit CY	1	1	4					
010	—										
011	DAD	B	Soma (HL)+(BC) e deixa o resultado em HL	1	3	10					X
012	LDAX	B	Carrega A com o conteúdo do endereço=(BC)	1	2	7					
013	DCX	B	Decrementa o par BC	1	1	5					
014	INR	C	Incrementa o Reg. C	1	1	5	X	X	X	X	
015	DCR	C	Decrementa o Reg. C	1	1	5	X	X	X	X	
016	MVI	C	Carrega o Reg. C com byte especificado	2	2	7					
017	RRC		Rotação à direita, não envolvendo o bit CY	1	1	4					X
020	—										
021	LXI	D	Carrega o par DE com 2 bytes especificados	3	3	10					
022	STAX	D	Armazena (A) na célula de memória de endereço=(DE)	1	2	7					
023	INX	D	Incrementa o par de Regs. DE	1	1	5					
024	INR	D	Incrementa o Reg. D	1	1	5	X	X	X	X	
025	DCR	D	Decrementa o Reg. D	1	1	5	X	X	X	X	
026	MVI	D	Carrega o Reg. D com byte especificado	2	2	7					
027	RAL		Rotação à esquerda através do bit CY	1	1	4					X
030	—										
031	DAD	D	Soma (HL)+(DE) e deixa o resultado em HL	1	3	10					X
032	LDAX	D	Carrega A com o conteúdo do endereço=(DE)	1	2	7					
033	DCX	D	Decrementa o par de Reg. DE	1	1	5					
034	INR	E	Incrementa a Reg. E	1	1	5	X	X	X	X	
035	DCR	E	Decrementa o Reg. E	1	1	5	X	X	X	X	
036	MVI	E	Carrega o Reg. E com byte especificado	2	2	7					
037	RAR		Rotação à direita através do bit CY	1	1	4					X
040	—										
041	LXI	H	Carrega o par HL com 2 bytes especificados	3	3	10					
042	SHLD		Armazena (HL):(L) vai para o endereço especificado pelos 2 bytes e (H) para o endereço imediatamente superior	3	5	16					
043	INX	H	Incrementa o par HL	1	1	5					
044	INR	H	Incrementa o Reg. H	1	1	5	X	X	X	X	
045	DCR	H	Decrementa o Reg. H	1	1	5	X	X	X	X	
046	MVI	H	Carrega o Reg. H com byte especificado	2	2	7					
047	DAA		Ajuste decimal do Acumulador	1	1	4	X	X	X	X	X
050	—										
051	DAD	H	Soma (HL)+(HL) e deixa resultado em HL	1	3	10					X
052	LHLD		Carrega HL: o conteúdo do endereço especificado pelos 2 bytes vai para L e o conteúdo do endereço imediatamente superior vai para H	3	5	16					
053	DCX	H	Decrementa o par HL	1	1	5					
054	INR	L	Incrementa o reg. L	1	1	5	X	X	X	X	
055	DCR	L	Decrementa o Reg. L	1	1	5	X	X	X	X	
056	MVI	L	Carrega o reg. L com byte especificado	2	2	7					
057	CMA		Complementa o acumulador								
060	—										
061	LXI	SP	Carrega o Reg. SP com os 2 bytes especificados	3	3	10					
062	STA		Armazena (A) no endereço especificado pelos 2 bytes	3	4	13					
063	INX	SP	Incrementa o Reg. SP	1	1	5					
064	INR	M	Incrementa o conteúdo do end. da memória indicado por HL	1	3	10	X	X	X	X	
065	DCR	M	Decrementa o conteúdo do end. da memória indicado por HL	1	3	10	X	X	X	X	
066	MVI	M	Armazena o byte especificado no end. da memória indicado por (HL)	2	3	10					
067	STC		Fixa o bit de transposição CY com valor 1 (CY=1)								1
070	—										
071	DAD	SP	Soma (HL)+(SP) e deixa resultado em HL	1	3	10					X
072	LDA		Carrega A com o conteúdo do endereço especificado pelos 2 bytes	3	4	13					
073	DCX	SP	Decrementa o Reg. SP	1	1	5					
074	INR	A	Incrementa o acumulador	1	1	5	X	X	X	X	
075	DCR	A	Decrementa o acumulador	1	1	5	X	X	X	X	

Código Octal	Mnemônico		Descrição e Operação	Nº de bytes	Nº de ciclos de máquina	Nº de ciclos do relógio	Bits de condição afetados: S	Z	AC	P	CY
076	MVI	A	Carrega o acumulador com byte especificado	2	2	7					
077	CMC		Complementa o bit de transposição CY (CY=CY)	1	1	4					X
100	MOV	B,B	Transfere (B) para B	1	1	5					
101	MOV	B,C	Transfere (C) para B	1	1	5					
102	MOV	B,D	Transfere (D) para B	1	1	5					
103	MOV	B,E	Transfere (E) para B	1	1	5					
104	MOV	B,H	Transfere (H) para B	1	1	5					
105	MOV	B,L	Transfere (L) para B	1	1	5					
106	MOV	B,M	Transfere (M) para B (M)=conteúdo do endereço especificado por (HL)	1	2	7					
107	MOV	B,A	Transfere (A) para B	1	1	5					
110	MOV	C,B	Transfere (B) para C	1	1	5					
111	MOV	C,C	Transfere (C) para C	1	1	5					
112	MOV	C,D	Transfere (D) para C	1	1	5					
113	MOV	C,E	Transfere (E) para C	1	1	5					
114	MOV	C,H	Transfere (H) para C	1	1	5					
115	MOV	C,L	Transfere (L) para C	1	1	5					
116	MOV	C,M	Transfere (M) para C	1	2	7					
117	MOV	C,A	Transfere de (A) para C	1	1	5					
120	MOV	D,B	Transfere de (B) para D	1	1	5					
121	MOV	D,C	Transfere de (C) para D	1	1	5					
122	MOV	D,D	Transfere de (D) para D	1	1	5					
123	MOV	D,E	Transfere de (E) para D	1	1	5					
124	MOV	D,H	Transfere de (H) para D	1	1	5					
125	MOV	D,L	Transfere de (L) para D	1	1	5					
126	MOV	D,M	Transfere de (M) para D	1	2	7					
127	MOV	D,A	Transfere de (A) para D	1	1	5					
130	MOV	E,B	Transfere de (B) para E	1	1	5					
131	MOV	E,C	Transfere de (C) para E	1	1	5					
132	MOV	E,D	Transfere de (D) para E	1	1	5					
133	MOV	E,E	Transfere de (E) para E	1	1	5					
134	MOV	E,H	Transfere de (H) para E	1	1	5					
135	MOV	E,L	Transfere de (L) para E	1	1	5					
136	MOV	E,M	Transfere de (M) para E	1	2	7					
137	MOV	E,A	Transfere de (A) para E	1	1	5					
140	MOV	H,B	Transfere de (B) para H	1	1	5					
141	MOV	H,C	Transfere de (C) para H	1	1	5					
142	MOV	H,D	Transfere de (D) para H	1	1	5					
143	MOV	H,E	Transfere de (E) para H	1	1	5					
144	MOV	H,H	Transfere de (H) para H	1	1	5					
145	MOV	H,L	Transfere de (L) para H	1	1	5					
146	MOV	H,M	Transfere de (M) para H	1	2	7					
147	MOV	H,A	Transfere de (A) para H	1	1	5					
150	MOV	L,B	Transfere de (B) para L	1	1	5					
151	MOV	L,C	Transfere de (C) para L	1	1	5					
152	MOV	L,D	Transfere de (D) para L	1	1	5					
153	MOV	L,E	Transfere de (E) para L	1	1	5					
154	MOV	L,H	Transfere de (H) para L	1	1	5					
155	MOV	L,L	Transfere de (L) para L	1	1	5					
156	MOV	L,M	Transfere de (M) para L (M)=conteúdo do endereço especificado por (HL)	1	2	7					
157	MOV	L,A	Transfere de (A) para L	1	1	5					
160	MOV	M,B	Transfere de (B) para M	1	2	7					
161	MOV	M,C	Transfere de (C) para M	1	2	7					
162	MOV	M,D	Transfere de (D) para M=endereço especificado por (HL)	1	2	7					
163	MOV	M,E	Transfere de (E) para M	1	2	7					
164	MOV	M,H	Transfere de (H) para M	1	2	7					
165	MOV	M,L	Transfere de (L) para M	1	2	7					
166	HLT		Alto ou parada	1	1	7					
167	MOV	M,A	Transfere de (A) para M	1	2	7					
170	MOV	A,B	Transfere de (B) para A	1	1	5					
171	MOV	A,C	Transfere de (C) para A	1	1	5					
172	MOV	A,D	Transfere de (D) para A	1	1	5					
173	MOV	A,E	Transfere de (E) para A	1	1	5					
174	MOV	A,H	Transfere de (H) para A	1	1	5					
175	MOV	A,L	Transfere (L) para A	1	1	5					
176	MOV	A,M	Transfere (M) para A	1	2	7					
177	MOV	A,A	Transfere (A) para A	1	1	5					

Código Octal	Mnemônico		Descrição e Operação	Nº de bytes	Nº de ciclos de máquina	Nº de ciclos do relógio	Bits de condição afetados: S	Z	AC	P	CY
200	ADD	B	Soma (A)+(B) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
201	ADD	C	Soma (A)+(C) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
202	ADD	D	Soma (A)+(D) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
203	ADD	E	Soma (A)+(E) deixando resulatdo em A	1	1	4	X	X	X	X	X
204	ADD	H	Soma (A)+(H) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
205	ADD	L	Soma (A)+(L) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
206	ADD	M	Soma (A)+(M) deixando resultado em A	1	2	7	X	X	X	X	X
207	ADD	A	Soma (A)+(A) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
210	ADC	B	Soma (A)+(B)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
211	ADC	C	Soma (A)+(C)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
212	ADC	D	Soma (A)+(D)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
213	ADC	E	Soma (A)+(E)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
214	ADC	H	Soma (A)+(H)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
215	ADC	L	Soma (A)+(L)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
216	ADC	M	Soma (A)+(M)+CY deixando resultado em A	1	2	7	X	X	X	X	X
217	ADC	A	Soma (A)+(A)+CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
220	SUB	B	Subtrai (A)–(B) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
221	SUB	C	Subtrai (A)–(C) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
222	SUB	D	Subtrai (A)–(D) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
223	SUB	E	Subtrai (A)–(E) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
224	SUB	H	Subtrai (A)–(H) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
225	SUB	L	Subtrai (A)–(L) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
226	SUB	M	Subtrai (A)–(M) deixando resultado em A	1	2	7	X	X	X	X	X
227	SUB	A	Subtrai (A)–(A) deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
230	SBB	B	Subtrai (A)–(B)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
231	SBB	C	Subtrai (A)–(C)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
232	SBB	D	Subtrai (A)–(D)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
233	SBB	E	Subtrai (A)–(E)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
234	SBB	H	Subtrai (A)–(H)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
235	SBB	L	Subtrai (A)–(L)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
236	SBB	M	Subtrai (A)–(M)–CY deixando resultado em A	1	2	7	X	X	X	X	X
237	SBB	A	Subtrai (A)–(A)–CY deixando resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	X
240	ANA	B	Op. Lógica (A) E (B) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
241	ANA	C	Op. Lógica (A) E (C) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
242	ANA	D	Op. Lógica (A) E (D) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
243	ANA	E	Op. Lógica (A) E (E) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
244	ANA	H	Op. Lógica (A) E (H) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
245	ANA	L	Op. Lógica (A) E (L) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
256	ANA	M	Op. Lógica (A) E (M) com resultado em A	1	2	7	X	X	X	X	0
247	ANA	A	Op. Lógica (A) E (A) com resultado em A	1	1	4	X	X	X	X	0
250	XRA	B	Op. Lógica (A) XOU (B) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
251	XRA	C	Op. Lógica (A) XOU (C) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
252	XRA	D	Op. Lógica (A) XOU (D) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
253	XRA	E	Op. Lógica (A) XOU (E) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
254	XRA	H	Op. Lógica (A) XOU (H) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
255	XRA	L	Op. Lógica (A) XOU (L) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
256	XRA	M	Op. Lógica (A) XOU (M) com resultado em A	1	2	7	X	X	0	X	0
257	XRA	A	Op. Lógica (A) XOU (A) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
260	ORA	B	Op. Lógica (A) OU (B) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
261	ORA	C	Op. Lógica (A) OU (C) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
262	ORA	D	Op. Lógica (A) OU (D) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
263	ORA	E	Op. Lógica (A) OU (E) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
264	ORA	H	Op. Lógica (A) OU (H) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
265	ORA	L	Op. Lógica (A) OU (L) com resultado em A	1	1	4	X	X	0	X	0
266	ORA	M	Op. Lógica (A) OU (M) com resultado em A	1	2	7	X	X	0	X	0
267	ORA	A	Op. Lógica (A) OU (A) com resultado em A	1	1	7	X	X	0	X	0
270	CMP	B	Comparação (A)–(B)	1	1	4	X	X	X	X	X
271	CMP	C	Comparação (A)–(C)	1	1	4	X	X	X	X	X
272	CMP	D	Comparação (A)–(D)	1	1	4	X	X	X	X	X
273	CMP	E	Comparação (A)–(E)	1	1	4	X	X	X	X	X
274	CMP	H	Comparação (A)–(H)	1	1	4	X	X	X	X	X
275	CMP	L	Comparação (A)–(L)	1	1	4	X	X	X	X	X
276	CMP	M	Comparação (A)–(M)	1	2	7	X	X	X	X	X
277	CMP	A	Comparação (A)–(A)	1	1	4	X	X	X	X	X
300	RNA		Retorna, se não for zero	1	1 ou 3	1 ou 11					
301	POP	B	Retira (BC) do escaninho	1	1 ou 3	10					

Código Octal	Mnemônico		Descrição e Operação	Nº de bytes	Nº de ciclos de máquina	Nº de ciclos do relógio	Bits de condição afetados: S	Z	AC	P	CY
302	JNP		Salta, senão for zero, para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	10					
303	JNP		Salta incondicionalmente para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	5					
304	CNZ		Chama, se não for zero, a subrotina de endereço especificado pelos 2 bytes	3	3 ou 5	11 ou 17					
305	PUSH	B	Guarda (BC) no escaninho	1	3	11					
306	ADI		Soma (A) com o byte especificado: (A)+Byte–A	2	2	7	X	X	X	X	X
307	RST	O	Chama a subrotina de end. fixo 000 000A	1	3	11					
310	RZ		Retorna, se for zero	1	1 ou 3	5 ou 11					
311	RET		Retorna incondicionalmente	1	3	10					
312	JZ		Salta, se for zero, para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	10					
313	—										
314	CZ		Chama, se for zero, a subrot. de endereço especificado pelos 2 bytes	3	3 ou 5	11 ou 17					
315	CALL		Chama incondicionalmente a subrot. de endereço especificado pelos 2 bytes	3	5	17					
316	ACI		Soma (A) com CY e com o byte especificado: (A)+Byte+CY–A	2	2	7	X	X	X	X	X
317	RST	1	Chama a subrotima de endereço fixo 000 010A	1	3	11					
320	RNC		Retorna, se não houver transposição (ou empréstimo)	1	1 ou 3	5 ou 11					
321	POP	D	Retira (DE) do escaninho	1	3	10					
322	JNC		Salta, se não houver transposição (ou empréstimo) para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	10					
323	OUT		Saída de (A) pela porta endereçada pelo 2º byte	2	3	10					
324	CNC		Chama, se não houver transposição (ou empréstimo), a subrotina de endereço especificado pelos 2 bytes	3	3 ou 5	11 ou 17					
325	PUSH	D	Guarda (DE) no escaninho	1	3	11					
326	SUI		Subtrai de (A) o byte especificado: (A)–Byte–A	2	2	17	X	X	X	X	X
327	RST	2	Chama a subrotina de end. fixo 000 020A	1	3	11					
330	RC		Retorna, se houver transposição (ou empréstimo)	1	1 ou 3	5 ou 11					
331	—										
332	JC		Salta, se houver transposição(ou empréstimo) para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	10					
333	IN		Introduz no acumulador o byte presente na porta endereçada pelo 2º byte da instrução	2	3	10					
334	CC		Chama, se houver transposição (ou empréstimo), a subrotina de endereço especificado pelos 2 bytes	3	3 ou 5	11 ou 17					
335	—										
336	SBI		Subtrai de (A) o byte especificado e CY: (A)–Byte–CY–A	2	2	7	X	X	X	X	X
337	RST	3	Chama a subrotina de end. fixo 000 030A	1	3	11					
340	RPO		Retorna, se for ímpar	1	1 ou 3	5 ou 11					
341	POP	H	Retira (HL) do escaninho	1	3	10					
342	JPO		Salta, se for ímpar, para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	10					
343	XTHL		Troca (HL) com o conteúdo do escaninho indicado por (SO) e (SP)+1	1	5	18					
344	CPO		Chama, se for ímpar, a subrotina de endereço especificado pelos 2 bytes	3	3 ou 5	11 ou 17					
345	PUSH	H	Guarda (HL) no escaninho	1	3	11					
346	ANI		Op. Lógica (A) E Byte especificado: (A) E Byte–A	2	2	7	X	X	X	X	0
347	RST	4	Chama a subrotina de end. fixo 000 040A	1	3	11					
350	RPE		Retorna, se for par	1	1 ou 3	5 ou 11					
351	PCHL		Carrega PC com (HL)	1	1	5					
352	JPE		Salta, se for par, para o endereço especificado pelos 2 bytes	3	3	10					
353	XCHG		Troca (HL) com (DE)	1	1	4					
354	CPE		Chama, se for par, a subrotina de endereço especificado pelos 2 bytes	3	3 ou 5	11 ou 17					
355	—										
356	XRI		Op. Lógica (A) XOU Byte especificado: (A) XOU Byte–A	2	2	7	X	X	0	X	0

RESUMO DA LIÇÃO 6: MICROPROCESSADORES 8008/8080/8085

8008 — O microprocessador 8008 foi lançado em 1972 pela Intel, sendo o primeiro de 8 bits. Possui tecnologia P-MOS e 18 terminais. O contador de programa tem uma pilha de 8 registradores em 8 níveis diferentes. O software possui 256 instruções.

8080 — O 8080 aprimorou o 8008 e foi desenvolvido com tecnologia N-MOS. Tem 40 pinos, via de dados de 8 bits e barramento de endereço de 16 pinos.

8085 — O microprocessador 8085 é 100% compatível com o 8080, apresentando algumas melhorias: maior velocidade de processamento (o ciclo básico de instrução passou de 2μs do 8080 para 1,3μs), mais níveis de interrupção, simplicidade de uso (pois possui um decodificador de estados embutido) e fim da necessidade de um gerador de *clock* externo. Outra grande vantagem do 8085 é necessitar de apenas um nível de alimentação: +5V. O 8080 usa +5V, –5V e 12V.

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

1. O microprocessador 8008 possui um contador de programa composto por:

a) 8 Registradores em 4 níveis
b) 8 Registradores em 8 níveis
c) 16 Registradores em 8 níveis

2. O microprocessador 8008 pode endereçar a seguinte capacidade de memória:

a) 16 kbytes
b) 14 kbytes
c) 8 kbytes

3. São características do microprocessador 8080:

a) N-MOS, 40 pinos, 2 microssegundos por instrução
b) P-MOS, 18 pinos, 2 microssegundos por instrução
c) C-MOS, 40 pinos, 6 microssegundos por instrução

4. Estar o microprocessador no estado de *retenção* significa que ele está com seus barramentos:

a) Em *three-state* (nível alto)
b) Em baixa impedância
c) Em alta impedância

5. No 8080, corresponde a sinal de entrada:

a) Inte
b) Int
c) Hlda

6. No 8080, este sinal indica aos circuitos externos que a via de dados está no modo entrada:

a) Sync
b) Dbin
c) Inte

7. "O *clock* do 8080 é gerado externamente através do CI 8224." Isto está:

a) Certo
b) Errado

8. A alimentação do 8085 é formada por:

a) 0 e 5V
b) 0, +5V, –5V e 12V
c) 0 e 12V

9. O pino 6 do 8085 é:

a) Via de dados
b) Clock
c) Requisição de interrupção

10. O pino 12 do 8080 é:

a) Reset
b) Sincronismo
c) Hold

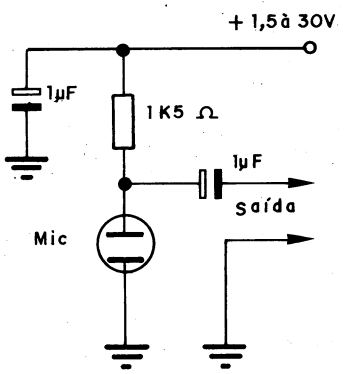
E

Resposta do Questionário da Lição 5

1-B	2-A	3-C	4-B	5-A
6-A	7-C	8-A	9-B	10-A

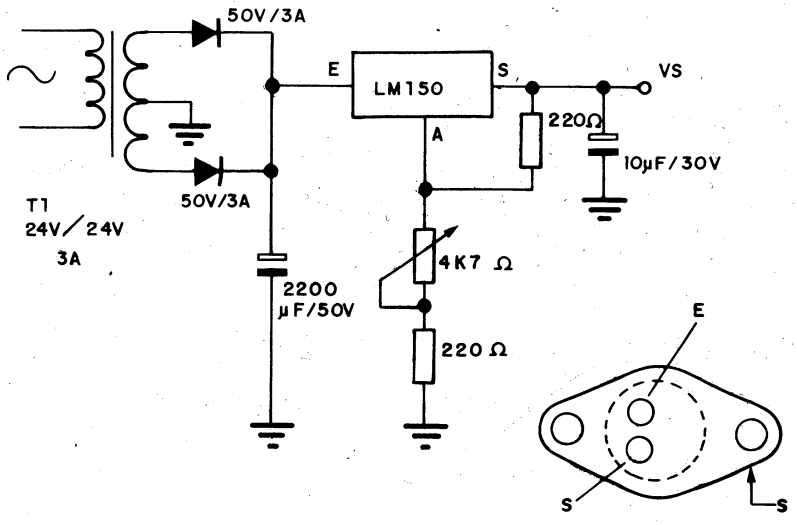
AMPLIFICADOR PARA ELETRETO

Aproveitamos nesta configuração o FET (transistor de efeito de campo) interno de um microfone de eletreto como amplificador, obtendo-se assim um ótimo sinal para excitação de amplificadores. A alimentação pode ser feita com pilhas tipo botão, bastão ou comuns (AA), com grande durabilidade e numa montagem muito compacta. A saída deve ser feita com fio blindado e *plug* de acordo com a entrada do amplificador usado.



FONTE 3 – 25V/3A

Esta fonte de alimentação tem saída ajustável entre 3 e 25V e pode alimentar cargas de até 3A. O circuito integrado LM 150 (ou LM 250/LM 350) deve ser montado num radiador de calor de dimensões compatíveis com a potência a ser dissipada. Um voltímetro deve ser ligado na saída para monitorar a tensão de saída. Será também importante contar com um fusível de proteção na entrada de alimentação.



NA PRÓXIMA EDIÇÃO

INTERCOMUNICADOR VIA REDE

Comunique-se com outra pessoa usando a REDE ELÉTRICA como linha de transmissão! O mesmo aparelho contém o transmissor e o receptor, permitindo a comunicação bidirecional! E o principal: ele é simples e muito fácil de montar!



CONTROLADOR DE TEMPERATURA AMBIENTE

Este aparelho aciona automaticamente algum equipamento para aquecer ou refrescar o ambiente, em temperaturas pré-estabelecidas.

BLOQUEADOR DE IGNIÇÃO

Frustre os ladrões de carros com o nosso exclusivo Bloqueador de Ignição. É um circuito eficientíssimo, simples, barato e (o mais importante) pode ser instalado pelo próprio leitor com a maior facilidade.

RELÊ FOTOSSENSÍVEL

Um LDR faz este aparelho controlar outros aparelhos externos de acordo com a luz incidente.

MODULAÇÃO AM-DSB

Se você ainda não sabe ou não entendeu o que é modulação AM-DSB, eis a sua chance!

CAPACITORES

Este artigo descreve a construção e a filosofia de funcionamento dos capacitores. Saiba como eles funcionam, suas limitações, e como escolher entre as várias famílias existentes na hora de projetar um circuito.

O BÁSICO DO ÁUDIO DIGITAL

Confira aqui a verdade sobre a qualidade, aplicações, vantagens e mitos a serem demolidos sobre o CD, e as últimas novidades da tecnologia do áudio digital.

E MAIS...

- CURSO MICRO — LIÇÃO 7
- A volta das seções de REPARAÇÃO e CORRESPONDÊNCIA.