

MICROCOMPUTADOR CURSO PRÁTICO

TIRE O MÁXIMO DO MICRO EM 30 SEMANAS

PUBLICAÇÃO SEMANAL ILUSTRADA

Cr\$ 12.900

28



**Sistemas especialistas • Briga pelo mercado
Placas para diversos fins • Robôs em serviço**

rioGráfica

Depois de ler com atenção todo o fascículo, responda a estas perguntas. Veja a solução no próximo número, junto com um novo teste.

- 1) O que é necessário adicionar a um Apple para que ele passe a rodar com o sistema operacional CP/M?
- 2) Onde se costumam armazenar as cópias de segurança (backups) de arquivos em disco rígido?
- 3) Qual o micro que baseou sua campanha de lançamento em imagens inspiradas no romance *1984*, de George Orwell?
- 4) Quais os dois elementos básicos de um sistema especialista?



CHIPS & BYTES

Guerra de imagens 557

Saída para a expansão 560



APLICAÇÕES

Consulte o especialista 563

Operário padrão 568



RAIO X

Atari XL 566



LINGUAGENS

O segredo das operações 572



PERFIL

Elebra 576

RESPOSTAS DO TESTE ANTERIOR

- 1) O RAT da Cheetah é um exemplo de mouse que se comunica com o micro sem cabo de conexão, por meio de raios infravermelhos.
- 2) O joystick possui uma alavanca de comando, ao passo que o joystick funciona com um tablete de pressão.
- 3) No Brasil os principais bancos de dados de acesso público são videotexto, o Cirandão, o Aruanda e o Renpac.
- 4) Os conceitos de "árvore de jogo", "nó" e "corte alfa" pertencem à área da inteligência artificial.

PLANO DA OBRA

MICROCOMPUTADOR - CURSO PRÁTICO é uma coleção de 30 fascículos de periodicidade semanal. Os 29 primeiros terão, cada um, vinte páginas internas (miolo) e quatro capas, além de uma introdução de dezesseis páginas acompanhando o fascículo 1. O fascículo 30 incluirá o índice geral da obra. Os miolos, encadernados, constituem dois volumes de um curso prático de microcomputação, com seções indicadas por tarjas de diferentes cores. As duas primeiras capas são descartáveis; as 3.^{as} e 4.^{as} trazem programas de jogos. Encadernadas, formam um volume de cem páginas.

COMO ENCADERNAR

As capas duras, incluindo as guardas, estarão à venda simultaneamente com os fascículos 10 (**Volume 1**) e 30 (**Volume 2 e Jogos**).

Volume 1 - Deve ser encadernado com os elementos dispostos nesta ordem: guardas; frontispício e introdução (publicados com o fascículo 1); miolos dos fascículos de 1 a 15; e guardas.

Volume 2 - Guardas; frontispício (que virá com o fascículo 30); miolos dos fascículos de 16 a 30; e guardas.

Jogos - Guardas; frontispício e sumário (que constituem as 3.^{as} e 4.^{as} capas do fascículo 30); 3.^{as} e 4.^{as} capas dos fascículos de 1 a 29; e guardas.

rioGráfica

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO: Roberto Irineu Marinho; João Roberto Marinho; José Roberto Marinho; Oscar Neves; **Diretoria:** Oscar Neves; Daniljo Esteves Costa; João J. Noro; Marcos March; Nilo Sérgio de Almeida. **GRUPO EDUCAÇÃO E CULTURA - Divisão Comercial - Diretor:** Jaime Rodrigues; **Gerente de Planejamento:** João de Azeredo Coutinho; **Gerente de Vendas:** Rubens Barbosa; **Coordenadores de Promoção:** Paulo Cesar M. Seixas; Edgard Mello M. Neto; **Gerente de Circulação:** Norberto Martin; **Supervisor de Operações:** Abel Pereira Pinto; **Editorial - Diretor:** João J. Noro; **Editor-chefe:** Maurício Rittner; **Diretor de Arte:** Adalberto Cornavaca; **Administração Editorial:** Heitor de Souza Paixão; **Editor:** Jesse Navarro; **Editor-assistente:** Claudio Marcondes; **Coordenadora de Revisão:** Isis Augusta Loyolla; **Revisores:** Cacilda Guerra; Carlos Eduardo Russo Tranjan; Maria da Graça Mendonça Couto; Sérgio Roberto Torres; **Chefe de Arte:** Bonifácio Duartes Miranda; **Chefe de Estúdio:** José Yuji Kuribayashi; **Assistentes de Arte:** Miguel Luis Escámez Simón; Edemilson Ribeiro da Silva; Wagner Celestino; **Colaboradores - Editores-assistentes:** Isa Mara Lando; Luiz Carlos Pizarro Marin; **Texto:** Carlos Eduardo Silveira Matos; José Antônio Arantes; Jussara Maturro; Paulo Brito; Solange A. Menezes; **Preparação de Texto:** Luiz Carlos Cardoso; **Tradução:** Luiz Roberto de Godoy Vidal; Maria Clara Cescato; Maria Ester Menezes Martinho; Fernando Dorfman Knjinič; Newton Roberval Eichenberg; **Pesquisa:** Stella Maria Quental; **Assessoria Técnica:** Geraldo Coen; Gustavo José Ferreira Grubba; José Rubens Salles Toledo; Lauro de Lauro; Pierluigi Piazzi; **Estúdio:** Wagner Facuri de Oliveira. As fotos não creditadas pertencem à obra original; Elebra. © APSIF Copenhagen, 1984; © Orbis Publishing Ltd., 1984; © Editora Rio Gráfica Ltda., 1985, para a língua portuguesa. **Composição:** Editora Rio Gráfica Ltda. e AM Produções Gráficas Ltda. **Impressão:** JBIG.

NÚMEROS ATRASADOS - Você poderá comprar os exemplares que faltam em sua coleção, pelo preço do último fascículo posto à venda, em sua banca de jornal preferida. Caso não consiga obtê-los, faça sua solicitação por carta endereçada diretamente à Editora Rio Gráfica Ltda., rua Itapiru, 1209, Rio Comprido, Rio de Janeiro, CEP 20251. O atendimento será feito por via postal. Nas cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo, as compras poderão ser efetuadas pessoalmente nos seguintes endereços: Rio de Janeiro - Rua Itapiru, 1209, Rio Comprido; São Paulo - Rua Frei Caneca, 1152, Consolação.

Distribuidor exclusivo para todo o Brasil: Fernando Chinaglia - Rua Teodoro da Silva, 907, Rio de Janeiro. Distribuidor para Portugal: Electroliber Lda. - Rua Prof. Reinaldo dos Santos, 1488, Lisboa.



GUERRA DE IMAGENS



As aparências contam

Estes dois programas custam aproximadamente a mesma coisa. Um deles vem numa embalagem criativa, que atrai a atenção e sugere um bom investimento, enquanto o outro, comparativamente, dá impressão de uma caixa feia e bem pouco interessante por um preço alto.

Seja vendendo o último videogame lançado ou o mais recente computador profissional apoiado por considerável verba publicitária, o fator fundamental do sucesso continua sendo a criação da imagem certa para o produto.

Marketing é a arte de construir uma ponte entre o produto que se tem para vender e o bolso dos possíveis compradores. Ao planejarem tal ponte que incentive e dê vazão máxima às mercadorias, os agentes de venda arriscam “palpites” (às vezes com base em pesquisas de mercado) sobre as necessidades, desejos e caprichos do público-alvo, e então sustentam esses palpites com grandes investimentos. Por exemplo, o lançamento do Macintosh custou, no seu auge, só na Inglaterra, 1 milhão de libras por mês.

A estratégia de vendas começa a ser decidida já no estágio de planejamento de uma nova máquina. Quais as funções do equipamento, quantas unidades serão produzidas, quanto deverá ser gasto na fabricação de cada unidade etc. constituem fatores que pesam ao se traçarem as linhas da comercialização.

Considerações semelhantes aplicam-se ao marketing de softwares. De nada adiantará gastar-

mos somas enormes no desenvolvimento e veiculação de um videogame que irá custar mais do que seus possíveis compradores poderão desembolsar — se quisermos que ele pague o investimento. Em contrapartida, uma empresa de software que limita o investimento em pesquisa poderá se ver às voltas com a comercialização de um produto pobre em recursos, cheio de erros, ou ambas as coisas. Corre então o risco de assistir sua marca comercial cair no descrédito, com efeitos desastrosos para os produtos futuros. Se, por outro lado, um equipamento receber toda a atenção no desenvolvimento, mas pouca ou nenhuma na comercialização, resultará um magnífico produto sobre o qual ninguém ouviu falar.

Tem muita importância logo de início onde o equipamento se encaixa em relação aos concorrentes. É aqui que a imagem do produto — um tipo de projeção psicológica que sintetiza o objeto — se torna fundamental. Os fabricantes de cigarros e de sabão em pó partilham de uma “pequena” dificuldade: se se disser a verdade, cada produto será igual aos concorrentes. Os fabricantes de hardware para computadores, entretanto, não se encontram nessa incômoda posição, embora nem sempre seja fácil explicar com precisão as particularidades de um equipamen-

**Imagens**

Nosso exemplo pode facilmente mostrar a importância de se criar uma imagem poderosa do produto no mercado: o elefante da Commodore sugere a memória "jumbo" do Commodore 64; as cenas em casa e na escola evocam flexibilidade, facilidade de uso e o valor educativo do BBC Micro; já o cenário do Apple Macintosh, mais para a ficção científica, faz alusões ao livro *1984*, prometendo aos usuários a eliminação do trabalho escravo, num mundo humanizado pelo computador. Entretanto, como acontece na maioria das técnicas de comunicação de massa, essas imagens podem ter efeitos não previstos: o elefante é proverbialmente conhecido pelo seu medo aos ratos (ao contrário do Macintosh, que utiliza mouses) e pode, ainda, sugerir um produto antiquado; nada impede que os compradores em potencial do BBC achem o ambiente familiar sufocante e estereotipado, bem como a vinculação com a escola intimidante; e os possíveis clientes da Apple talvez se sintam retratados como autômatos sem mente.

to a um usuário neófito, que provavelmente não compreenderá os detalhes técnicos mais sutis. Os jogos e aplicativos financeiros muitas vezes só revelam suas melhores possibilidades depois de comprados e colocados em uso.

Por esse motivo, os fabricantes de hardware e de software, tal como os de cigarros e de sabão em pó, recorrem à criação de uma imagem do produto. É mais eficaz vender uma idéia que um simples bem de consumo, princípio representado pela seguinte máxima publicitária: "O que se vende é o fritar, não a lingüiça".

O design da máquina (sua aparência externa, o vídeo, a distribuição espacial das teclas — de função e do cursor etc.) é muitas vezes um ponto de partida útil para o desenvolvimento da imagem de um hardware. O gabinete pode estar equipado com dispositivos "aceleradores" e logotipos chamativos para atrair os que apreciam jogos. A linha Atari XL — que modificou o estilo, em 1983, como parte do esforço comercial para salvar o produto durante uma fase ruim de vendas — possui design retilíneo, austero, e aberturas para ventilação que enfatizam sua aparência "militar" (bem apropriado para se jogar *Batalha de Tanques*).

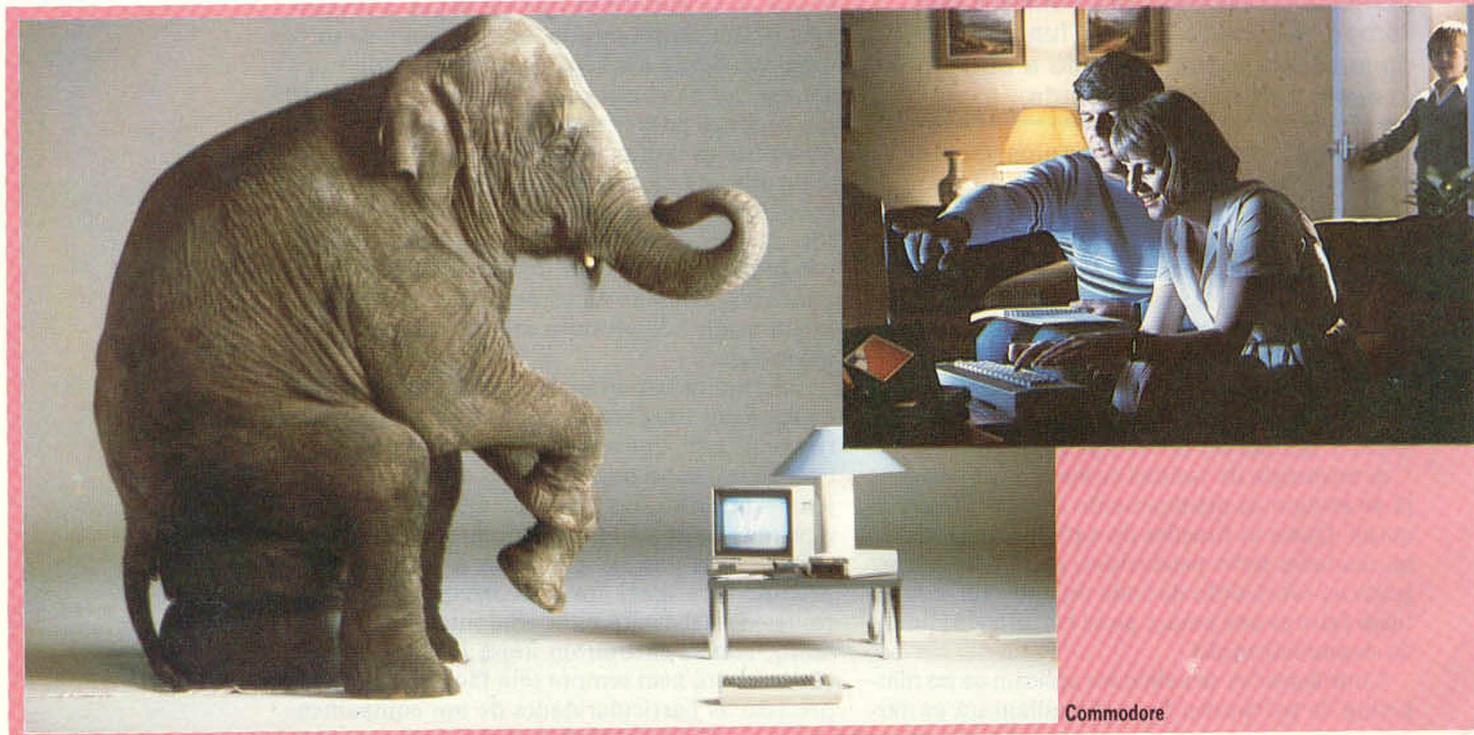
A Commodore, em sua luta pelo mercado americano, incumbiu nada menos que Ferdinand Porsche, o projetista do famoso automóvel, de realçar seus produtos com um desenho em linhas elegantemente arredondadas, com o objetivo de parecer futurista, mas não ameaçador.

Por outro lado, a aparência do Spectrum da Sinclair, com seu gabinete pequeno e teclas de múltiplas funções elaboradamente inscritas, evoca uma máquina que consegue compactar muito num pequeno espaço, sugerindo uma boa compra por baixo preço.

A imagem do produto vai muito além de considerações quanto ao aspecto físico da máquina e precisa apoiar-se numa campanha publicitária coerente que reforce a idéia. A suposta memória "jumbo" do Commodore 64 é sugerida pela presença de um elefante nos comerciais de televisão e anúncios de revistas. Para o BBC, o logotipo da coruja evoca no público a idéia de sabedoria.

Naturalmente o nome é algo da maior importância. Os primeiros micros tiveram de combater uma imagem passada ao público pelos filmes de ficção dos anos 60 e início dos 70, em que o computador era descrito como um desumano Grande Irmão — o ditador do livro *1984*, de George Orwell, que projeta um futuro sombrio no qual a sociedade é controlada por um poder centralizado. Essa a razão de os micros terem recebido nomes familiares, afastando deliberadamente sua vinculação com a alta tecnologia. Daí o PET (mascote) da Commodore, e o Apple (maçã, mas que se presta a vários trocadilhos). Em 1984, o Macintosh (nome de um tipo especial de maçã) foi lançado na Inglaterra e nos Estados Unidos por intermédio de um provocativo anúncio de televisão, ganhador de vários prêmios Clio (o Oscar da publicidade). No filme, uma tela de tevê com a figura do Grande Irmão era destruída por uma mulher — esta representando a nova liberdade oferecida pelo mais recente produto da Apple. E o texto acrescentava: "Graças ao Macintosh, 1984 não será como 1984".

Mas os compradores precisam ter certeza de que não estão adquirindo um brinquedo. Nesse sentido, o PET, da Commodore, enfrentou muita resistência, quando essa indústria tentou entrar no mercado profissional, no final da década de 70. A primeira linha de ataque foi sugerir



Commodore



que PET era a sigla de Personal Electronic Transactor (“administrador eletrônico pessoal”), mas a tática não foi muito persuasiva, e a empresa acabou por rebatizar o micro como Commodore Business Computer (“computador profissional da Commodore”).

A alta tecnologia entrou em cena à medida que o público foi se familiarizando com os computadores no trabalho, no lar e na escola. Segundo parecem achar alguns fabricantes, a eficiência dos nomes dos produtos nessa área é diretamente proporcional à ausência de significado. Vale dizer: quanto mais obscuras as siglas ou os conjuntos de letras, maior a impressão provocada. Daí a preferência por estas e não por palavras dicionarizadas. As letras mais raras, de maior valor no jogo de força, também são muito buscadas aqui. Nada a estranhar, portanto, em nomes como ZX81, MTX500 e MZ-700.

A embalagem, meramente protetora no caso do hardware, assume especial importância para a imagem do software. Em termos gerais, existem duas estratégias para os fabricantes de software: gastar o mínimo na embalagem (a caixa do cassete e um folheto colorido acompanhando) e oferecer um correspondente preço “de ocasião”; ou criar “valor aparente” do produto, acondicionando-o numa caixa com tamanho ampliado (muitas vezes elaborada para que aparente ser um livro) e com o acréscimo de itens adicionais que podem nem fazer parte do jogo. Por exemplo, o jogo Hobbit vem acompanhado por exemplar do livro de mesmo nome, de Tolkien. O jogo de detetive Deadline, que vem numa pasta tipo 007, inclui relatórios policiais, exames de laboratório e até mesmo amostras de materiais encontrados no local do “crime”.

A imagem é projetada através de publicidade

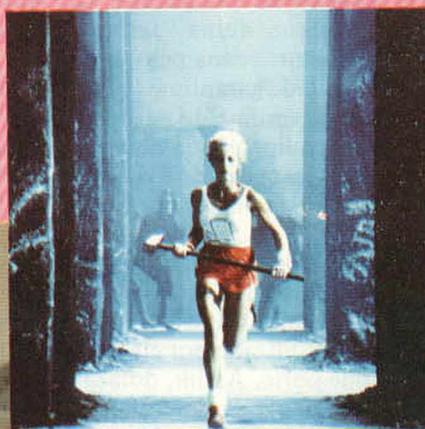
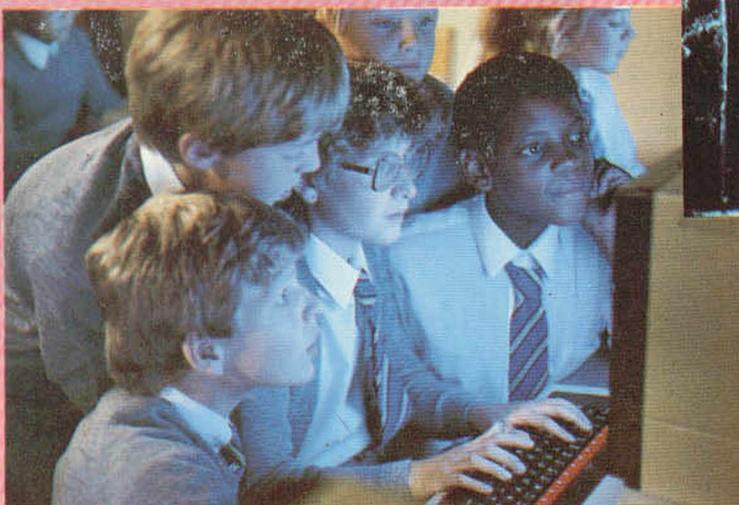
de. Em termos gerais, a relação entre marketing e propaganda é a mesma que entre tática e estratégia. As questões sobre quando usar publicidade e qual seu orçamento são decisões de marketing. O fabricante de micros geralmente lança um novo produto pouco antes da época de Natal e investe boa parte da verba publicitária do ano para apoiar o lançamento.

A promoção da imagem de um produto nem sempre auxilia as vendas. É o que acontece quando a imagem está errada. Uma campanha para cigarros ficou famosa nos meios publicitários: certa marca X recebeu ampla divulgação no cinema e em anúncios de televisão, vinculada a um homem solitário com uma capa de chuva. A chamada era: “Com X, você nunca está sozinho”. Mas a mensagem de fato passada foi esta: “Os solitários fumam X”, e a marca acabou rejeitada.

Algumas imagens atuais ligadas aos computadores talvez estejam produzindo efeitos negativos da mesma forma. O elefante da Commodore pode servir para lembrar que 64 Kbytes é pouco para o desenvolvimento de programas. Muitos distribuidores do BBC Micro se empenham intensamente em ocultar as fortes vinculações do aparelho com a educação, temendo que tal imagem possa afastar possíveis compradores.

Podem-se considerar o desenvolvimento e a projeção de uma imagem como o lado criativo do marketing; dessa parte se incumbem o pessoal da publicidade. Mas a logística da comercialização tem igual importância — talvez mais, por ser, com frequência, o elo fraco da cadeia. Uma coisa é mexer com a imaginação do público com relação a um novo produto; colocá-lo em suas casas ou escritórios se revela questão bem mais difícil.

Acorn/BBC



Apple





SAÍDA PARA A EXPANSÃO

O Apple e o IBM PC devem boa parte de seu sucesso à modularidade de suas máquinas, expansíveis conforme as necessidades do usuário.

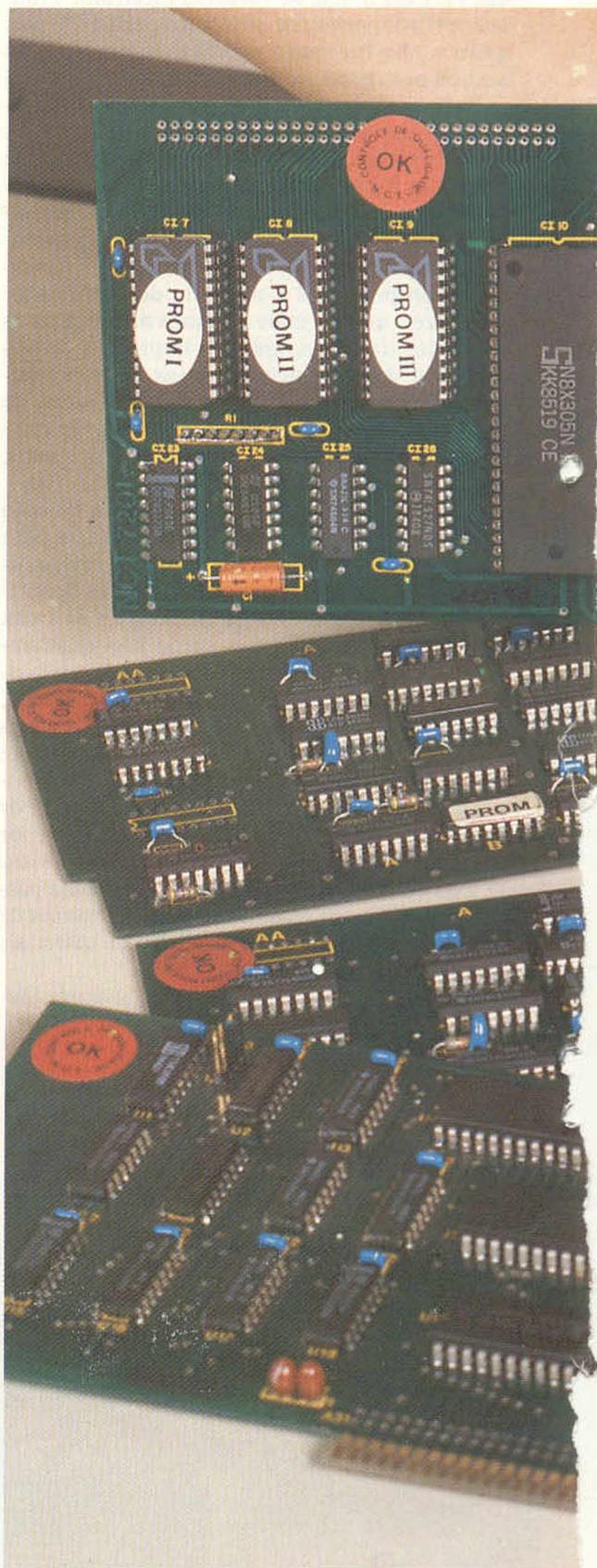
Isso é possível mediante a adição de placas de circuitos integrados, que examinaremos neste artigo.

Se você já viu um Apple ou um IBM PC com o gabinete aberto, deve ter observado suas várias placas (também chamadas cartões ou, ainda, interfaces) dispostas verticalmente, encaixadas numa placa principal, maior, fixada na base do equipamento. O que são essas placas e para que servem?

Quando a Apple lançou o primeiro micro, seus projetistas introduziram um conceito inovador: o da máquina "aberta", ou expansível. A configuração básica do equipamento apresentava apenas a placa principal (em inglês mother board, "placa-mãe"), que continha os chips da CPU, controle de vídeo, teclado, som e cassete. Continha também oito saídas ou conectores tipo pente, onde o usuário encaixaria novas placas, à medida que fosse necessitando. Criou-se assim o conceito de hardware modular, inovador em relação ao predecessor do Apple, o TRS-80 — uma máquina "fechada", que não admite acréscimos feitos pelo usuário.

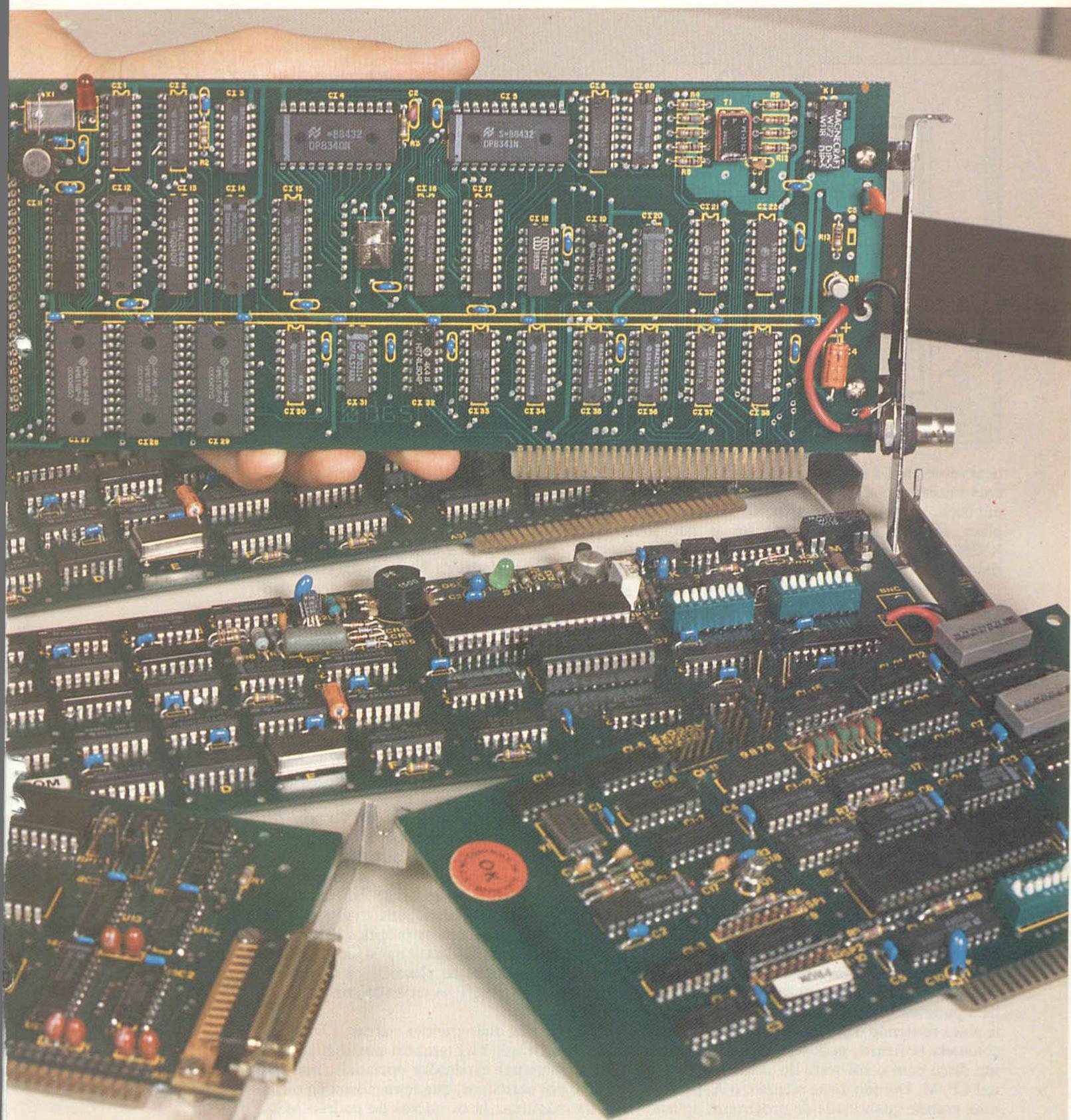
A modularidade garantiu o sucesso do Apple, pois, com um investimento inicial baixo, o usuário adquire o equipamento básico, aumentando passo a passo a capacidade e versatilidade de seu micro por meio de placas que exercem diferentes funções.

Quando a IBM resolveu entrar no mercado de micros, sua equipe de desenvolvimento não poderia deixar de aproveitar esse conceito de modularidade, já utilizado por ela nos computadores de grande porte. Assim, dotaram com cinco conectores para expansão o IBM PC, que, em relação ao Apple, é uma máquina mais profissional, com processador mais potente e maior capacidade de memória. Porém a IBM cometeu um erro de subdimensionamento, pois, das cinco saídas, duas já vinham ocupadas, na configuração básica, pelas indispensáveis placas controladoras de disco e de vídeo. Dando-se conta que as três restantes seriam insuficientes para as necessidades dos usuários, seu lançamento posterior, o IBM XT, veio com oito saídas, das quais cinco ficam disponíveis para o usuário (o IBM XT



ocupa mais uma saída com a placa controladora de discos rígidos).

Tanto no Apple como no IBM PC algumas placas são indispensáveis para que o micro exerça suas funções. A mais útil é a expansão da me-

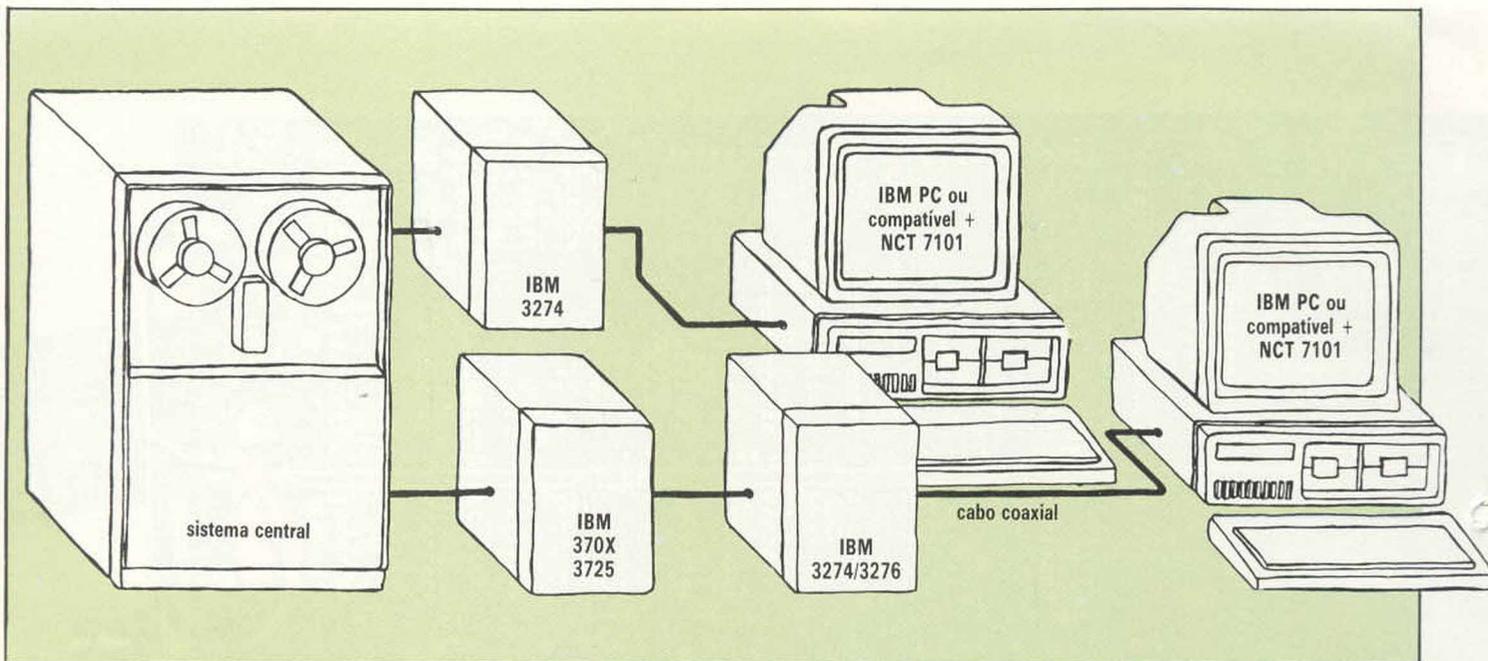


mória, com a qual se executam programas maiores e mais complexos do que o permitido pelos chips de RAM existentes na placa principal. Há expansões de 16 até 128 Kbytes para o Apple; para o IBM PC, essas placas atingem 256 Kbytes.

Quase indispensável também é a placa controladora da impressora, sem a qual torna-se impossível utilizar esse periférico. As impressoras paralelas exigem uma placa especial, ao passo que as seriais podem valer-se da serial, que tam-

Conceito revolucionário

Com as placas, os micros adquiriram extraordinária versatilidade, adaptando-se às necessidades específicas de cada usuário.



bém serve para a comunicação com outros micros e acesso a videotextos e a bancos de dados públicos, como, por exemplo, o Cirandão. A placa serial normalmente possui o padrão RS232C, e sua função básica é serializar/deserializar os dados transmitidos ou recebidos.

Ainda no campo das comunicações, há placas especiais para a formação de redes de micros, e, especialmente para o IBM PC, existe uma variada gama de placas que permitem a esse aparelho acessar equipamentos de grande porte. Também o modem, utilizado para comunicação à distância, apresenta-se às vezes sob a forma de uma placa, em vez da conhecida caixinha plástica externa ao micro.

Para aplicações gráficas, também há placas especiais; no caso do IBM PC, permitem aplicações sofisticadas, como CAD/CAM e o uso de até 256 cores (dezesesseis básicas em dezesesseis tonalidades).

No processamento profissional de textos, bem como na utilização de planilhas financeiras, é necessário que o vídeo do Apple dobre sua apresentação normal, que é de 40 colunas. Para isso utiliza-se a placa de 80 colunas, coisa que o IBM PC dispensa, pois já incorpora essa opção.

Quanto aos sistemas operacionais, o popular CP/M, inerente à arquitetura do IBM PC, também pode ser incorporado a um Apple mediante placa contendo o processador Z80 — também chamada Softcard, pois vem acompanhada de um disco com o software do sistema operacional CP/M. Dotado desse recurso, o Apple roda uma grande quantidade de programas aplicativos, passando seu processador original (o 6502) a funcionar como co-processador auxiliar.

Que dizer dos recursos de síntese de som e voz, tão populares nos jogos e aplicações amadorísticas? No mercado internacional, uma grande variedade de placas sintetizadoras de som transfor-

ma um Apple num instrumento musical de recursos nada desprezíveis, pois, além de tocar, memoriza as melodias. Quanto à síntese de voz, recurso que vai se tornando cada vez mais sofisticado, existem placas cujos chips armazenam enormes quantidades de fonemas (os elementos básicos das palavras), possibilitando variar o volume e o timbre das frases enunciadas. Contudo, ainda não foi resolvido satisfatoriamente o problema da fala entrecortada e do sotaque.

O IBM PC conta ainda com placas de controle de processos, usadas na automação industrial; conversoras AD/DA (analógico-digital/digital-analógico), muitos tipos de placas de comunicação, e ainda uma que possibilita cópia para fitas de videocassete de arquivos armazenados em discos rígidos, criando assim as indispensáveis back-ups (cópias de segurança).

Quem produz todas essas placas? Os fabricantes dos micros costumam produzir as essenciais — por exemplo, expansões de memória e controladores de vídeo e de discos. As outras, opcionais, provêm de dezenas de fabricantes do mercado internacional, alguns rivalizando em volume de vendas com os próprios fabricantes de equipamentos. No Brasil havia, em 1985, três grandes fabricantes de placas para o Apple, e apenas um — a NCT — servindo aos micros da IBM.

Além dessas duas grandes marcas, a linha Sinclair (no Brasil, TK) também possibilita a adição de algumas expansões opcionais, mas isso é feito por cartuchos, que se encaixam na traseira da máquina. Já os micros do padrão MSX, lançado no Brasil em 1985, refinaram um pouco esse processo, oferecendo também cartuchos conectores, que dão saída para outras expansões; esse sistema, contudo, não possibilita tanta versatilidade quanto a oferecida pelas placas de circuitos integrados.

Placa de comunicação

A placa NCT 7101, fabricada pela empresa brasileira NCT, transforma um IBM PC num terminal IBM 3278/3279, capaz de comunicação interativa com um computador central.



CONSULTE O ESPECIALISTA

Nos anos 70, a pesquisa sobre inteligência artificial voltou-se para a codificação do conhecimento humano. Surgiram então os sistemas especialistas, dotados da qualificação técnica e profissional dos experts.

Um especialista — um clínico, um geólogo, um agrônomo etc. — é alguém que dedicou muito tempo ao estudo e aprendizado das técnicas que o habilitam a dominar todos os aspectos de seu trabalho. Mas essa pessoa pode ter problemas subjetivos, que interferem em seu desempenho; e, também, mais cedo ou mais tarde morre, perdendo-se boa parte de seu conhecimento. Na década de 70, alguns pesquisadores da inteligência artificial (IA) decidiram adiar a busca de máquinas inteligentes e empreender a codificação das informações dos especialistas humanos, a fim de preservá-las.

O conceito de sistema especialista representou um dos primeiros exemplos da IA aplicada, voltada para a solução de problemas bem delineados do mundo real. Suas técnicas logo ultrapassaram os limites dos laboratórios de pesquisa onde foram criadas. Hoje existem sistemas que substituem seres humanos especializados em diagnósticos médicos, classificação de doenças agrícolas e muitas outras atividades. Vamos ver como funcionam.

Um sistema especialista baseia-se num extenso corpo de conhecimentos a respeito de uma área específica de problemas. Em geral, esse conhecimento está organizado como um conjunto de regras que permite ao sistema extrair conclusões a partir dos dados ou premissas fornecidos, podendo oferecer, desse modo, tanto orientação como decisões inteligentes. Essa abordagem baseada em conhecimento representa um avanço de conseqüências revolucionárias na ciência da computação. Ela substitui a fórmula tradicional

dados + algoritmo = programa

por uma nova arquitetura centrada em um “banco de conhecimentos” e um “mecanismo de inferência”, de modo que

conhecimento + inferência = sistema especialista.

O que vem a ser um sistema especialista? A lista de verificação das características típicas dada a seguir poderá ser útil.

- Um sistema especialista refere-se a um campo relativamente restrito do conhecimento.



- Deve manipular até mesmo dados incertos e regras não confiáveis.

- Deve poder explicar sua seqüência de raciocínio de modo abrangente e compreensível.

- Os mecanismos de inferência são bem distintos dos fatos armazenados: o conhecimento não está embutido nos procedimentos dedutivos.

- É projetado para expandir-se por acréscimo.

- Baseia-se tipicamente em regras.

- Emite orientação como resultado — e não gráficos ou tabelas de números.

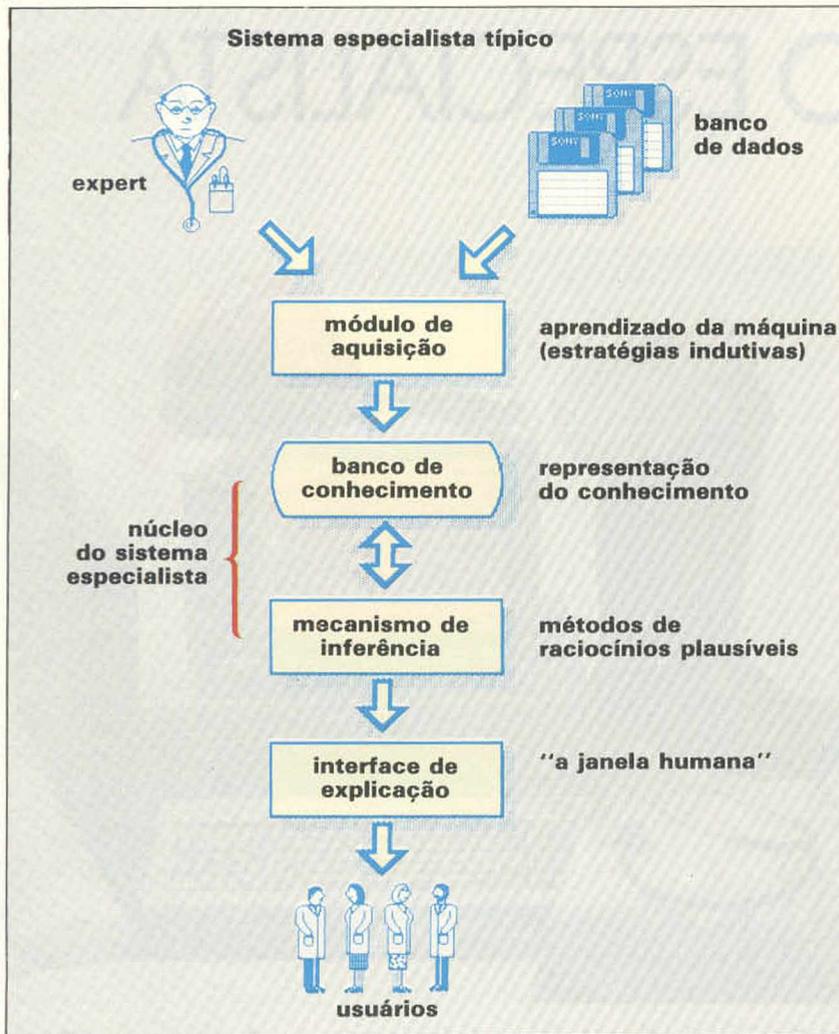
A palavra-chave é conhecimento. Sabe-se que o objetivo de um sistema inteligente para solução de problemas consiste em eliminar a busca cega ou aleatória. Para isso, deve explorar a mesma vantagem que o especialista humano tem em relação ao principiante, ou seja, o conhecimento organizado sobre fatos, sobre regras de inferência e estratégias de solução. Existem quatro componentes num sistema especialista totalmente desenvolvido:

1. O banco de conhecimentos;
2. O mecanismo de inferência;
3. O módulo de aquisição de conhecimento; e
4. A interface de explicação.

Esses módulos são fundamentais. Um sistema baseado em conhecimento pode não ter algum deles, mas um sistema especialista efetivo preci-

Procura-se um especialista

Os sistemas computacionais que assimilam o conhecimento de experts e utilizam esse conhecimento para emitir orientação ou diagnósticos tornam-se cada vez mais populares em muitas áreas — medicina, agricultura, arquitetura. Os sistemas especialistas funcionam no âmbito de uma área restrita e fornecem aos profissionais um serviço de consulta em linha direta para ajudá-los no trabalho, sintetizando a experiência das mais altas autoridades num determinado assunto.



O sistema esquematizado

Um sistema especialista abrange vários módulos que permitem passar ao usuário o conhecimento de um expert. Em primeiro lugar, o conhecimento deve ser adquirido e incorporado a um banco de conhecimentos. Para fazer previsões, dar orientação ou fornecer um diagnóstico, o sistema deve então ser capaz de extrair inferências do banco de conhecimentos. Finalmente, a interface de explicação permite ao usuário comunicar-se com o sistema para consultá-lo.

sa de todos. Vamos examinar cada um e explicar como interagem.

Conhecimento e inferência

Os componentes fundamentais do sistema especialista são o banco de conhecimentos e o mecanismo de inferência. No primeiro módulo, as informações armazenadas não constituem o conjunto passivo de registros e itens que se encontram num banco de dados convencional. O banco de conhecimentos contém representações simbólicas da experiência e das regras de julgamento dos especialistas, sob uma forma que permite ao mecanismo de inferência realizar deduções a partir delas.

As principais dificuldades ao se desenvolver um banco de conhecimentos são a representação e a aquisição do conhecimento referente a itens de natureza geralmente não matemática. O problema consiste em como codificar conhecimentos de modo que o computador possa usá-los. Em geral, os seguintes elementos devem estar representados: termos técnicos da área (o jargão dos especialistas); relações estruturais (as interconexões dos componentes); e relações causais (relações de causa e efeito entre os componentes).

A tarefa do engenheiro de conhecimento (uma nova profissão) consiste em selecionar meios

apropriados de armazenar essas informações simbolicamente. Foram desenvolvidos quatro métodos:

- Regras na forma SE-ENTÃO (IF-THEN). A condição especifica algum padrão, e a conclusão pode ser uma ação ou uma afirmação.
- Redes semânticas. Representam as relações entre os objetos na área (por exemplo, a de que a baleia é um mamífero) por meio da ligação entre módulos.
- Estruturas genéricas. Podem ter valores pré-assumidos e ações codificadas como valores para casos ou áreas específicas.
- Sentenças de Horn. É uma forma de lógica predicativa em que se baseia a linguagem PROLOG muito empregada em IA e com a qual se podem executar inferências.

Uma regra tirada do sistema Mycin para diagnosticar infecções sanguíneas fornece um exemplo típico da estrutura SE-ENTÃO.

SE:

1. A infecção que requer terapia é meningite; e
 2. O tipo de infecção é por fungos; e
 3. Não forem observados organismos na lâmina de cultura; e
 4. O paciente não for um hospedeiro comprometido; e
 5. O paciente esteve em uma região em que as coccidiomicoses são endêmicas; e/ou
 6. O paciente for indiano, asiático ou de raça negra; e
 7. O antígeno criptocócico no exame não for positivo;
- ENTÃO

Há evidências sugestivas de que o criptococo não é um dos organismos que poderiam estar causando a infecção.

A estrutura SE-ENTÃO usada pelo Mycin consiste basicamente numa série de instruções identificáveis como verdadeiras ou falsas. As instruções podem ser vinculadas por meio de operadores booleanos como E e OU, para auxiliar a manipulação pelo computador. Para extrair as informações necessárias ao diagnóstico, o Mycin deve dialogar com o usuário. Este deve ter (nesse caso, pelo menos) algum conhecimento médico para compreender e responder às perguntas do sistema especialista.

Mecanismos de inferência

Os mecanismos de inferência são métodos de busca e raciocínio que permitem ao sistema encontrar soluções e, se necessário, fornecem justificativas para suas respostas. Há duas estratégias gerais de raciocínio: encadeamento para a frente e encadeamento para trás. O primeiro envolve raciocínio a partir do observável (sintomas) em direção às conclusões (diagnóstico). Num sistema baseado em regras, isso envolve apenas a comparação entre as condições e os fatos, possivelmente numa ordem predeterminada. O encadeamento para a frente é fácil de ser computadorizado, mostrando-se adequado nos casos em que todos os dados serão, de qualquer forma, coletados. Exemplo disso encontramos nas

situações em que os dados são gerados de modo automático por um instrumento e em que se deve preencher um questionário.

O encadeamento para trás funciona a partir da hipótese em direção ao observável. O sistema escolhe uma hipótese e busca dados que a apoiem ou a refutem. Pode ser programado de modo recorrente e, nos sistemas tipo consulta, leva geralmente a um tipo de diálogo mais natural. A questão de que hipótese escolher numa dada situação não foi até agora resolvida a contento; na prática, a maioria dos sistemas utiliza uma mistura de encadeamento para a frente e para trás.

O módulo de aquisição

Os especialistas têm notável dificuldade em explicar como chegam a suas conclusões, não por desejarem conservar segredos da profissão, mas porque muitos de seus processos de pensamento se dão abaixo do consciente, a nível intuitivo. Assim, a aquisição de conhecimento veio a ser considerada o principal obstáculo ao desenvolvimento de sistemas especialistas. Os experts, porém, tendem a ser bons críticos. Podem examinar um caso-exemplo e dizer que decisões devem ser tomadas e, se necessário, criticar a solução sugerida pelo computador. Esses aspectos favorecem o desenvolvimento de ferramentas de software que permitem a um sistema especialista induzir seus próprios conhecimentos a partir de exemplos pré-classificados. Além de auxiliar o processo de aquisição de informações, essa capacidade permite superar muitas das dificuldades de extrair conhecimentos de especialistas humanos e da laboriosa tarefa de codificá-lo para o computador. Mesmo que o sistema não possa fazer sozinho todo o trabalho — a montagem de um banco de dados de exemplos ou de um conjunto de regras de decisão —, será útil se puder elaborar seu próprio banco de conhecimentos durante um período de “aprendizado” ou durante a utilização, aprendendo a partir dos próprios erros.

A interface de explicação

Uma das boas qualidades do Mycin, do Prospecor e de muitos outros sistemas especialistas clássicos está em poderem justificar, quando solicitados, suas conclusões. Evidentemente, quando se passam ao computador responsabilidades envolvendo grandes lucros e perdas ou questões de vida e de morte, é essencial que o sistema explique seu raciocínio. Eis um exemplo de como o Mycin responde a uma pergunta POR QUÊ?, colocada pelo usuário (que, sendo um médico, não aceitará diagnósticos sem explicações). O diálogo começa pela solicitação de um dado ao Mycin.

A meningite é uma infecção adquirida em hospital? POR QUÊ?

[2.0] Isso auxiliará a determinar os organismos (além dos observados em culturas ou lâminas) que poderiam

Orientação pelo videotexto



O sistema especialista destinado aos agricultores Ingleses é acessado pela rede de videotexto...



A introdução do programa permite ao usuário escolher a orientação de planejamento para a meia-estação ou para o outono...



O sistema dirige ao agricultor uma série de perguntas sobre seu plantio, nas quais baseará sua orientação...



Tendo interpretado as respostas do agricultor, o sistema fornece a orientação desejada sob a forma de valores de avaliação para vários tratamentos químicos possíveis.

estar ocasionando a infecção. Já foi determinado que: [2.1] a infecção que exige terapia é meningite; e [2.2] não foram observados organismos na lâmina dessa cultura em exame; e [2.3] o tipo de infecção é bacterial; e [2.4] a neurocirurgia não é um dos itens relevantes no histórico desse paciente; e [2.5] a idade do paciente está acima de dez dias. Portanto, se: [2.6] a infecção foi adquirida enquanto o paciente estava hospitalizado, então há evidências de que os organismos (além dos observados nas culturas e lâminas) que poderiam estar causando o quadro infeccioso são *E. coli* (0,75), *estafilococos-coag-positivos* (0,3), *pseudomonas-aeruginosa* (0,3), *Klebsiella-pneumoniae* (0,5) — baseado em [REGRA 545].

Esse recurso de explicação é, na verdade, um acompanhamento parcial do processo de raciocínio do programa especialista, expresso no jargão médico e em linguagem comum. Tais explicações podem ser fornecidas com relativa facilidade e a baixo custo, em sistemas baseados em regras (pela apresentação das utilizadas e suas predecessoras), o que representa um ponto a favor da codificação do conhecimento baseada em regras.

Observe que as conclusões vêm acompanhadas por pesos numéricos. A rigor, esses números não expressam probabilidades. São pesos que permitem ao sistema lidar com a incerteza de modo coerente e apresentar uma lista ordenada de possíveis diagnósticos no final da análise.

O cérebro dos cereais

O Wheat Counsellor (Conselheiro do Trigo) é um sistema especialista posto gratuitamente à disposição dos lavradores através da Prestel, o sistema britânico de videotexto. Foi projetado para fornecer orientação sobre métodos de combate a pragas do trigo, adequada aplicação de defensivos e estimativa de perdas. O sistema simula o tipo de conversa que poderia ocorrer entre fazendeiros — mas seu conhecimento foi acumulado a partir de estudos científicos sobre a disseminação de doenças agrícolas. O sistema “extra” do agricultor as informações necessárias por meio de perguntas simples. A orientação é transmitida sob a forma de uma lista de tratamentos possíveis, juntamente com uma avaliação de cada um.



ATARI XL

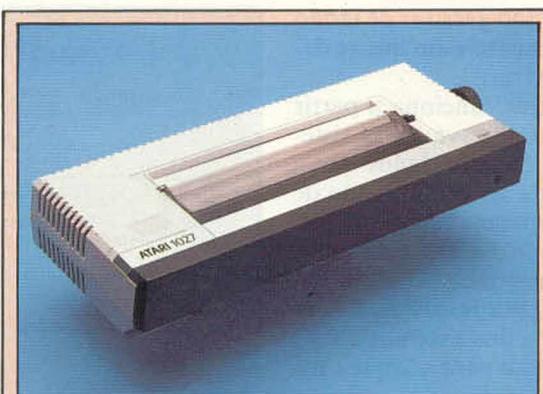
A Atari entrou bem cedo no mercado dos micros, com os modelos 400 e 800. Seus dois novos lançamentos são mais baratos e incluem refinamentos muito bem recebidos.

A Atari respondeu à competição crescente no mercado de micros lançando o 600XL e o 800XL, que podem usar todo o software das versões anteriores, 400 e 800.

Os novos teclados, bem desenhados e confortáveis, têm 62 teclas, 29 das quais acionam funções gráficas. As outras abrigam o conjunto completo dos caracteres ASCII. Tal como no 800, quatro teclas com flechas movimentam o cursor: basta apertar [CONTROL] e a tecla desejada.

Todos os micros da Atari podem ser ligados a um aparelho de tevê. A resolução gráfica é boa, bem como o contraste, no modo texto, entre as palavras e o fundo. Há várias cores disponíveis. Os XLs possuem onze modos gráficos e até 256 cores (dezesseis cores com dezesseis tonalidades cada). Devido à quantidade de memória necessária para formar uma tela, o número de cores depende da resolução: esta, quanto maior for, menos cores poderão ser exibidas.

Quanto ao som, os XLs dispõem de um chip especial que possibilita até quatro vozes independentes, cada uma podendo cobrir 3 1/2 oitavas. São controladas em BASIC pelo comando



A impressora Atari 1027

Com um cabeçote parecido com as esferas usadas em máquinas de escrever, proporciona uma impressão tão boa quanto a destas, apenas um pouco lenta. Há mais duas impressoras Atari: uma usa canetas hidrográficas para desenhar letras e linhas em quatro cores; a outra, matricial, é rápida, mas imprime numa qualidade inferior. Só essas duas podem ser usadas diretamente com os XLs, devido à ausência de interface padrão para impressoras.

Os gêmeos da Atari

Os microcomputadores 600XL e 800XL são muito parecidos, mas o primeiro tem 16 Kbytes de memória e o segundo, 64 Kbytes. O teclado é de alta qualidade, e os recursos gráficos coloridos mostram-se muito bons. Por serem versões atualizadas dos computadores Atari originais, dispõem também de ampla gama de aplicativos.

Entrada para cartucho

Os modelos XLs têm um único encaixe para cartuchos de aplicativos.

Chips gráficos

Dois chips feitos sob medida, conhecidos como ANTIC e GTIA, proporcionam a excelente capacidade gráfica dos Atari.

RAM

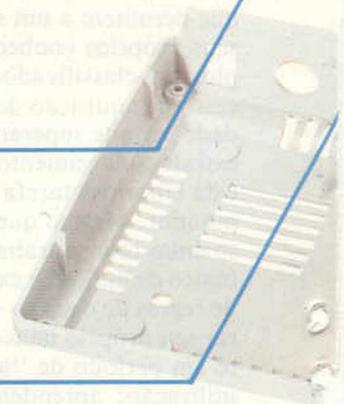
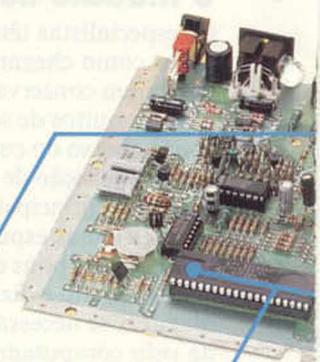
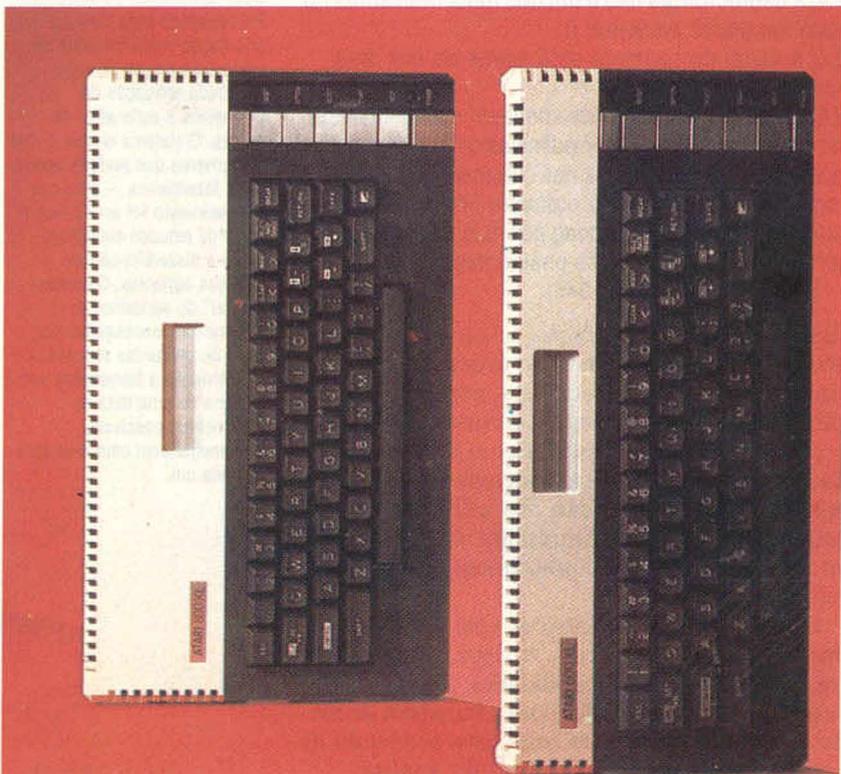
Os 16 Kbytes de RAM compreendem vários chips.

SOUND, ou por POKES. Podem-se manipular a oscilação, a altura, a distorção e o volume de cada som.

O 400 e o 800 não vêm com linguagem residente. Os XLs, no entanto, possuem um BASIC, mas ele é bastante deficiente. Quem quiser um melhor terá de recorrer aos cartuchos.

Com uma placa de expansão, os 16 Kbytes de memória disponíveis do 600XL atingem até 64 Kbytes. Talvez o periférico mais útil já projetado pela Atari para os XLs seja a caixa de expansões. Comporta oito aberturas de expansão, duas saídas seriais padrão RS232 e um bus paralelo. Há também um módulo CP/M, com microprocessador Z80.

Um dos pontos fortes desses micros está em sua grande biblioteca de aplicativos em cartuchos, cassetes e disquetes, que vão de jogos a pacotes de aplicações comerciais.





ATARI 600XL/800XL

DIMENSÕES

600XL: 380 x 170 x 40 mm.
800XL: 380 x 220 x 40 mm.

CPU

6502. 2MHz.

CLOCK

2 MHz

MEMÓRIA

16 Kbytes de RAM, expansível até 64; 24 Kbytes de ROM.

VÍDEO

Modo texto: até 24 linhas x 40 colunas;
Modo gráfico: até 320 x 192 pixels, com dezesseis cores, em dezesseis tonalidades cada.

TECLADO

Estilo máquina de escrever, com 62 teclas, inclusive de movimentação do cursor e para funções exclusivas, tais como [Select], [Start] e [Help], para o controle de programas.

INTERFACES

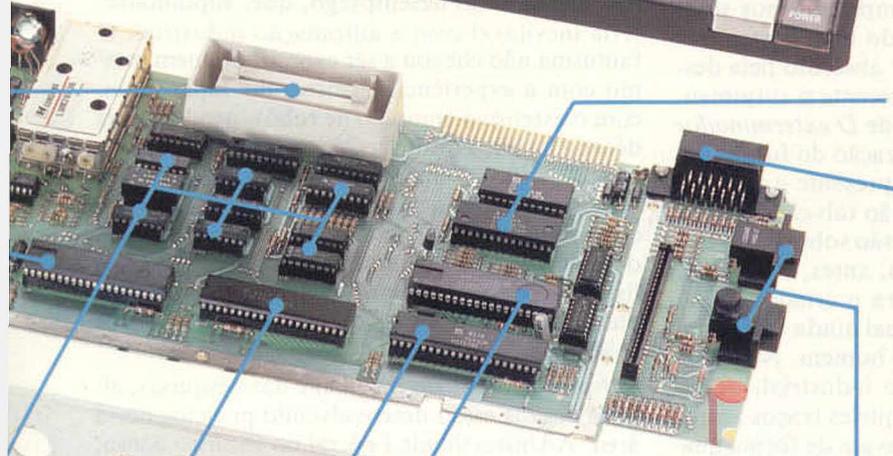
Joysticks (duas), saída para periféricos, caixa de expansões, entrada para cartuchos.

LINGUAGENS

BASIC, FORTH, LOGO, PILOT e ASSEMBLY do 6502.

DOCUMENTAÇÃO

Os manuais nunca foram o ponto forte da Atari, pois ela tende a encarar seus micros, antes de mais nada, como equipamentos para jogos, restringindo-se a detalhes técnicos. Encontra-se à venda, no entanto, enorme variedade de manuais e revistas independentes.



ROM

O interpretador BASIC residente é mantido nestes dois chips.

Saída para periféricos

Saída de treze pinos para conectar periféricos, inclusive unidade de discos, impressoras e o gravador cassete exclusivo.

Saídas para joysticks

Chip de som

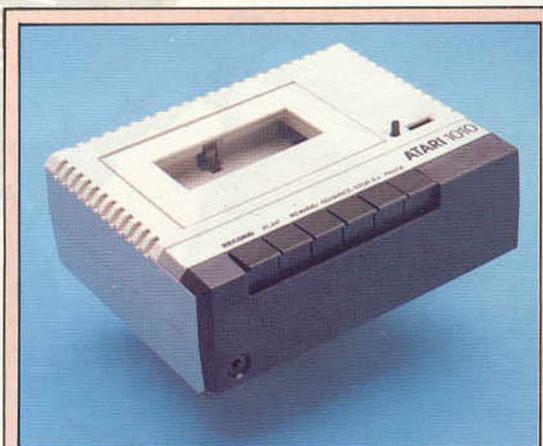
Um chip de fabricação exclusiva — o POKEY — encarrega-se da geração de sons.

Chip de E/S

Um 6520 manipula as conexões de entrada e saída.

CPU

Os Ataris baseiam-se no microprocessador 6502.



Gravador cassete Atari

Os Ataris só funcionam com seu próprio gravador cassete. Embora isso encareça o sistema, apresenta algumas vantagens. Primeiro porque um gravador fabricado pela própria Atari é mais confiável. Segundo porque ele usa duas pistas. Numa, gravam-se programas da maneira habitual; na outra, gravam-se sons. Isso permite, por exemplo, que programas de ensino de línguas apresentem o trecho da fala no momento certo.

OPERÁRIO PADRÃO

Os robôs mais caros do mercado enquadram-se em duas categorias: os que auxiliam na educação, demonstrando os princípios da robótica, e os que representam a perfeição máxima do moderno projeto de robôs.

A ficção científica quase sempre viu nos seres mecânicos a materialização do mal, bestas tecnológicas em busca do poder absoluto pela destruição total. No cinema, é recente o surgimento do indestrutível andróide de *O exterminador do futuro*, criado numa civilização do futuro para retornar ao nosso tempo presente e cumprir sanguinária missão. Essa visão talvez tenha em sua origem uma antiga discussão sobre o uso que o homem faz da máquina ou, antes, o medo de que a criatura se volte contra o criador.

Mas os robôs do mundo real ainda estão longe de sentir e pensar como o homem. No acelerado processo de automação industrial, deixaram até mesmo de receber aqueles traços antropomórficos que os caracterizavam de forma quase lendária. Na verdade, somente hoje, com o

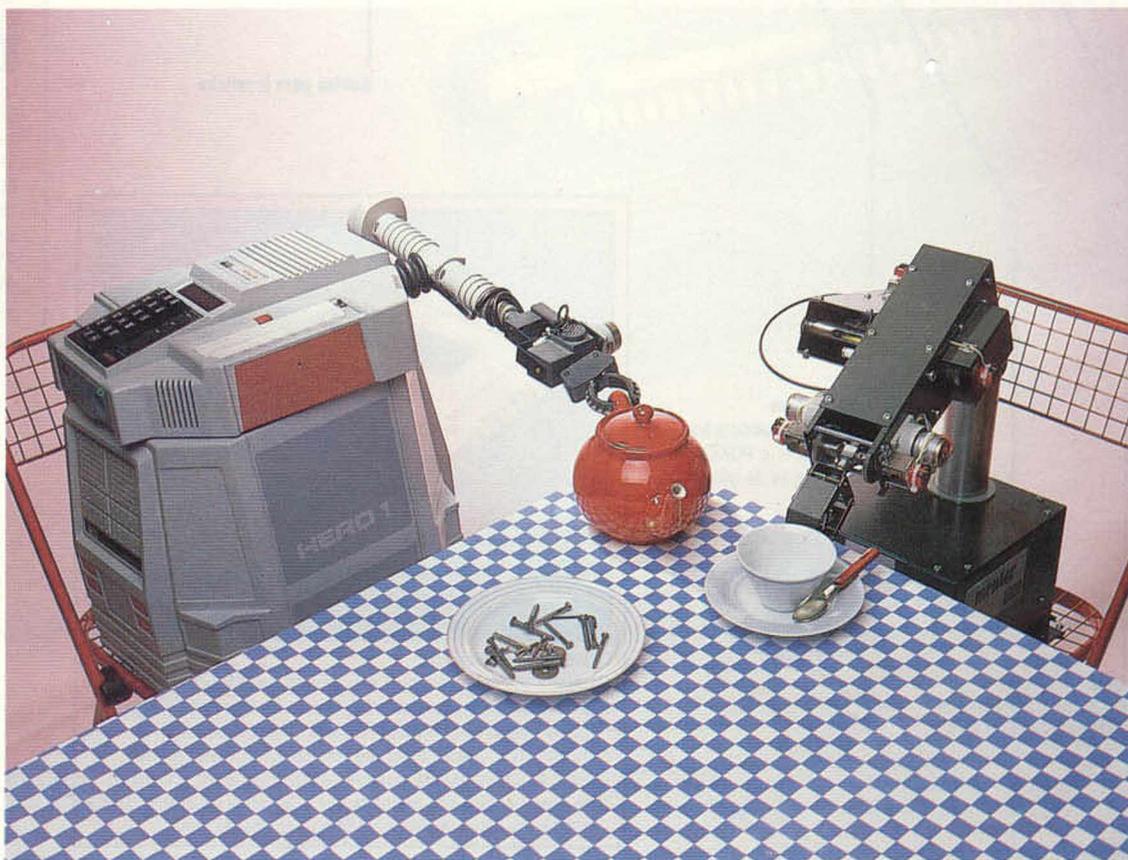
desenvolvimento do micro processador, é que se tornou realidade a manipulação programável dos robôs, eliminando assim a necessidade do controle humano a distância.

De uma coisa não há dúvida: o robô é um eficiente e incansável operário, apto a desempenhar tarefas repetitivas, enfadonhas, perigosas ou insalubres para o ser humano. Isso trouxe de volta o espectro do desemprego, que, supunha-se, seria inevitável com a automação industrial. O fantasma não chegou a ser exorcizado, nem mesmo com a experiência positiva do Japão, que, com o extensivo emprego de robôs, produziu, na década de 80, 11 milhões de automóveis com os mesmos 450.000 empregados da década anterior. No Brasil, embora se temessem os prováveis nocivos efeitos sociais, a SEI (Secretaria Especial de Informática) divulgou, em junho de 1985, a lista das dezesseis empresas nacionais autorizadas a fabricar robôs e a desenvolver sistemas de robótica.

Apesar do estágio incipiente das pesquisas, alguns órgãos estão desenvolvendo projetos nessa área. A Universidade Federal do Espírito Santo, por exemplo, desenvolveu um robô com cinco

Às ordens

Por ser móvel e possuir pinças, o Hero é capaz de levar café da manhã ao usuário (desde que não haja degraus entre a cozinha e o quarto, claro). Na ilustração, Hero e Mentor saboreiam um delicioso chá.





O longo braço do aprendizado

O projeto de chips e a robótica constituem hoje a vanguarda da pesquisa microeletrônica. Nem todos os amadores dispõem de recursos para experimentar novos microchips em suas oficinas domésticas, mas já se fabricam robôs bastante acessíveis. Objetiva-se, com esses braços mecânicos, adquirir um conhecimento mais amplo sobre o funcionamento dos robôs. E a melhor maneira de se conseguir isso é pela observação de sistemas em funcionamento e pela tentativa em aperfeiçoá-los. O Micro Grasp, da Powertran Cybernetics, e o Armdroid, da Colne Robotics, são braços programáveis por microcomputadores e têm cinco graus de liberdade. Podem ser adquiridos prontos ou na forma de kits para montar.

graus de liberdade, 1 kg de capacidade de carga e movimentos com precisão de 0,2 mm. Dois micros de 8 bits fazem o controle: um comunica a tarefa aos atuadores de saída e coordena o controle de potência, movimentos, fluxos e verificação da tarefa. O outro liga o braço robótico aos periféricos. Também a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo desenvolveu um robô com sensores ópticos e células fotoelétricas.

Dos projetos aprovados pela SEI, a grande maioria utiliza tecnologia própria; apenas uns poucos dependem de patentes estrangeiras. Segundo a classificação japonesa, cerca de metade das empresas trabalham com robôs manipuladores manuais, de seqüência fixa e variável; outras, com robôs repetidores e de controle numérico. Ao que parece, o desenvolvimento de robôs inteligentes, capazes de retroalimentação (feedback), não faz parte das prioridades definidas.

O império dos robôs

Dentre os robôs inteligentes, existem, no mercado internacional, aqueles que não se classificam como industriais, pois são projetados para uso educacional e doméstico. O primeiro grupo compreende os fabricados com objetivo de alcançar o máximo de versatilidade e englobam várias das características dos braços mecânicos industriais. Distingue-os a finalidade: ensinar os princípios da robótica. As maiores diferenças entre esses braços e os industriais residem no fato de aqueles terem uma dimensão menor e inferior capacidade de manipular objetos grandes.

Em muitos casos, a finalidade educacional coincide com a industrial, pois, quando a aplicação fabril exige um braço relativamente pequeno e leve, muitos dos educativos acabam servindo às finalidades industriais. Um robô industrial, por exemplo, talvez seja indispensável à manipulação de enormes lingotes pesando centenas de quilogramas tanto quanto para a montagem de componentes em delicadas placas de circuito impresso — tarefa que dispensa um braço grande e poderoso. Assim, os braços robóticos que se enquadram nessa categoria efetuam aplicações importantes, mas sem deixarem de ser, ao mesmo tempo, educacionais. Essa segunda categoria compreende robôs cujo projeto incorpora as mais recentes conquistas da robótica contemporânea. Muitos são dotados dos dispositivos sensoriais examinados nos artigos anteriores desta série.

Braços educadores

Um exemplo de robô desse tipo é o Mentor, da Cybernetic Applications. Vendido em kit, permite seis graus de liberdade (cintura, ombro, cotovelo e três eixos de rotação no pulso) e se movimenta por motores elétricos. Seu controle pode ser feito pelo BBC Micro, pelo Commodore Vic-20 ou pelo Sinclair Spectrum.

Também encontráveis na forma de kit temos o Neptune 1 e o Neptune 2. Esses braços mecânicos levantam até 2,5 kg e são articulados por um sistema hidráulico, embora usem água e não o fluido hidráulico em geral empregado. Tam-



bém podem ser controlados pelo BBC Micro, pelo Vic-20 e pelo Spectrum. As duas velocidades de operação do Neptune 2 constituem uma vantagem, pois os braços se movem com rapidez, quando são necessários movimentos amplos, ou mais devagar, no caso de trabalhos de precisão.

A Powertran Cybernetics fabrica o Genesis P101, com seis graus de liberdade e vendido em kit. Movido hidraulicamente, esse modelo vem equipado com uma caixa de controle para a programação do robô, além de uma interface RS232, que permite sua conexão à maioria dos computadores. Este braço também pode ser adquirido já testado e pré-montado, mas a um preço maior.

Um outro braço mecânico, também pré-montado, é o Cyber 310, da Cyber Robotics. Há versões disponíveis para o BBC Micro, o Jupiter Ace, o Apple II, e os Commodores PET 3000/4000 e 8000. O braço, movido por motores graduais, tem capacidade de elevação de ape-

nas 250 g. Isso o caracteriza como um peso-leve, mas oferece, ainda assim, uma impressionante faixa de aplicações. Além de cinco graus de liberdade, sua velocidade pode ser acelerada e desacelerada pelo usuário, simulando o movimento do braço humano. Outro recurso disponível é a alteração constante da velocidade, de acordo com a natureza da tarefa. Podem-se mover todas as articulações simultaneamente e especificar a posição relativa (por exemplo, ordena-se ao braço que se mova para a frente xis unidades a partir da posição atual) ou absoluta do braço (especifica-se um movimento até certo ponto em relação à posição de "repouso"). É programável em BASIC e também numa versão do FORTH conhecida como Robo FORTH, desenvolvida pela Cyber Robotics.

Há ainda o HRA933 e o HRA934, da Feedback Instruments. O primeiro é mais acessível ao amador, e ambos vêm pré-montados. Dispõem de um sistema de operação que permite

				
NOME	NEPTUNE 1	NEPTUNE 2	GENESIS P101	HERO
TIPO	Braço mecânico	Braço mecânico	Braço mecânico	Robô de solo
PROPÓSITO BÁSICO	Educacional	Educacional	Educacional	Educacional e experimental
SENSORES	Um potenciômetro registra a posição; a pinça detecta grau de fechamento	Um potenciômetro registra a posição; a pinça detecta grau de fechamento	Realimentação posicional	Ultra-sônicos, permitindo detectar movimento. Detectam 256 níveis de luz e som. Sensores táteis na pinça
GRAUS DE LIBERDADE	6: cintura, ombro, cotovelo, elevação do pulso, giro do pulso, pinça	7: cintura, ombro, cotovelo, elevação do pulso, giro do pulso, pinça	6: cintura, ombro, cotovelo, elevação do pulso, giro do pulso, pinça	4: ombro, cotovelo, pulso, pinça
ALIMENTAÇÃO	Hidráulica: bomba de água acionada pelo cabo de alimentação	Hidráulica: bomba de água acionada pelo cabo de alimentação	Hidráulica: bomba de água acionada pelo cabo de alimentação	Baterias recarregáveis
CONECTA-SE AO	BBC Micro, Spectrum, Vic-20	BBC Micro, Spectrum, Vic-20	Programável por uma caixa controladora; interface padrão RS232; BBC Micro, Spectrum, Vic-20	Usando um conector em cruz, pode ser acoplado a qualquer micro com saída serial
FABRICANTE	Cybernetic Applications Ltd., Hampshire, Inglaterra	Cybernetic Applications Ltd.	Powertran Cybernetics, Hampshire, Inglaterra	Zenith Data Systems, Gloucester, Inglaterra



cinco graus de liberdade, possibilitando erguer 1,35 kg com 3 mm de precisão. Além dos sensores de posição para as articulações dos braços, possuem também sensores táteis na extremidade dos “dedos”. Eles indicam o momento em que um objeto é agarrado, possibilitando que os braços controlem a força aplicada. Uma interface RS232 faz a conexão. Para as instruções de controle, usa-se o Apple II, o Tandy TRS-80 e o Commodore PET.

Perfeição absoluta

O robô Hero-1, da Zenith Data Systems, é vendido em kit a um preço relativamente alto, compensado, entretanto, pelos grandes recursos que oferece. Móvel, seu braço utiliza um sistema de coordenadas esféricas, permitindo-lhe expansão e contração telescópicas. O Hero-1 vem equipado com um conjunto de sensores para detecção de movimentos, sons e luzes, incluindo um sensor ultra-sônico de distâncias, que evita colisões,

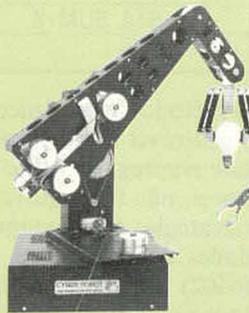
e um sintetizador de voz, que lhe dá um vocabulário potencialmente ilimitado. Como sua montagem não é simples, muitas vezes é preferível adquiri-lo pronto, mesmo que a um preço mais elevado.

Em alguns aspectos, todos esses robôs são pouco mais que um dispendioso entretenimento, em termos do que podem oferecer ao usuário. Na verdade, servem principalmente como elemento promocional, distribuindo folhetos em estandes de exposições ou demonstrando produtos. Constituem, no entanto, o resultado da mais avançada pesquisa no campo da robótica. Todos dispõem de sensores inteligentes, movem-se com inteligência e têm braços inteligentes. Embora nenhum deles conte com sistema óptico, todos podem “falar” e reagir a determinados sons.

A alucinante evolução da robótica nos dá a certeza de que, ao contrário da rebeldia e maldade lendárias, os robôs serão leais operários industriais.



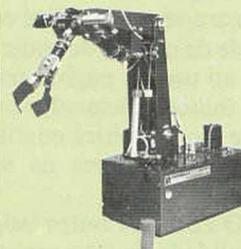
MENTOR



CYBER 310



HRA933



HRA934

Braço mecânico

Braço mecânico

Braço mecânico

Braço mecânico

Educacional

Educacional

Educacional

Educacional

Um potenciômetro registra a posição; a pinça detecta o grau de fechamento

Nenhum

Capacidade de determinar sua posição; a pinça detecta o grau de fechamento

Capacidade de determinar sua posição; a pinça detecta o grau de fechamento

6: cintura, ombro, cotovelo, elevação do pulso, giro do pulso, pinça

6: rotação da base, do ombro (até 180°), cotovelo, elevação do pulso, torção do pulso, pinça

5: rotação da base, cotovelo, giro do pulso, torção do pulso, pinça

5: rotação da base, cotovelo, giro do pulso, torção do pulso, pinça

Elétrica

Elétrica

Elétrica

Elétrica

BBC Micro, Spectrum, Vic-20

Apple II, BBC Micro, Jupiter Ace, série Commodore PET e Hector HRX

Apple II, TRS-80, série Commodore PET, AIM 65, BBC Micro, MAT 385

Apple II, TRS-80, série Commodore PET, AIM 65, BBC Micro, MAT 385

Cybernetic Applications Ltd.

Cyber Robotics, Cambridge, Inglaterra

Feedback Systems Ltd., East Sussex, Inglaterra

Feedback Systems Ltd.

O SEGREDO DAS OPERAÇÕES

Vimos como a CPU manipula a memória por meio dos registradores e dos diversos modos de endereçamento. Podemos agora entender como se realizam, no Z80 e no 6502, as operações de adição e subtração.

As diferenças entre os processadores Z80 e 6501, em relação à maneira de executar as operações aritméticas simples, demonstram bem as peculiaridades de cada CPU. O Z80, com seus muitos registradores e complexo conjunto de instruções, é um processador potente e sofisticado. Já no 6502, a simplicidade da arquitetura e do conjunto de instruções configura um projeto mais modesto — robusto e prático, mas sem atingir a categoria do Z80. Essa impressão, contudo, mostra-se exata só até certo ponto, pois a variedade de modos de endereçamento do 6502, aliada ao uso da página zero como um registrador de índice adicional, fornece uma versatilidade que lhe permitirá continuar dominando o mercado dos micros de 8 bits ainda por algum tempo.

O Z80, por outro lado, leva vantagem na flexibilidade de seus registradores, que podem ser tratados simultaneamente como possuindo 1 byte ou 2, possibilitando assim grande capacidade de endereçamento. O 6502, por outro lado, não possui registradores de 2 bytes, mas seus diversos modos de endereçamento permitem-lhe tratar a página zero como uma grande matriz de registradores de 1 e 2 bytes.

Aritmética básica

Já vimos que os registradores da CPU permitem acessar a memória de diversas maneiras; contudo, a manipulação da memória não se limita a carregar, armazenar e comparar dados. A execução das quatro operações aritméticas é essencial a qualquer sistema computacional; porém tanto o Z80 como o 6502 efetuam apenas a adição e a subtração. A multiplicação e a divisão necessitam ser programadas, assim como a adição e a subtração de números maiores que \$FF. Essa é uma limitação de ambas as CPUs, se bem que, para o programador, a elaboração de algoritmos para essas finalidades seja um valioso exercício. Vale lembrar também que os processadores de 16 bits, sucessores do Z80 e do 6502, executam essas duas operações graças à maior potência e velocidade de que dispõem.

Para executar operações aritméticas de um só byte já utilizamos as instruções ADC (“adição com transporte”) e INC (“incrementar”), disponíveis em ambas as CPUs. Eis, nas duas versões,

uma adição do conteúdo de duas posições de memória, ambas com 2 bytes:

6502	Z80
ADDR1 DW \$7E60	ADDR1 DW \$7E60
ADDR2 DW \$4A51	ADDR2 DW \$4A51
SUM DS \$03	SUM DS \$03
BEGIN CLC	BEGIN LD A,\$00
LDA ADDR1	AND A
ADC ADDR2	LD HL,(ADDR1)
STA SUM	LD DE,(ADDR2)
LDA ADDR1+1	ADD HL,DE
ADC ADDR2+1	LD (SUM),HL
STA SUM+1	ADC A,\$00
LDA \$00	LD (SUM+2),A
ADC \$00	RET
STA SUM+2	
RTS	

O método de um único byte empregado no 6502 é utilizável também no Z80, mas a técnica por este empregada, utilizando um par de registradores, não tem equivalente no 6502. Observe as estratégias que manipulam as diversas possibilidades de transporte, desde as instruções CLC (6502) e AND A (Z80), que limpam o flag de transporte antes da adição, até a modificação do terceiro byte de SUM. Como em qualquer cálculo aritmético, é vital supor o resultado máximo.

O tratamento da subtração assemelha-se ao da adição, uma vez que ambos os processadores possuem a instrução SBC (“subtração com transporte”), embora o Z80 possibilite também a subtração com 2 bytes. A subtração, contudo, pode gerar um resultado negativo e, portanto, devemos estudar agora a representação binária dos sinais algébricos.

Tudo o que precisamos saber, no momento, sobre números negativos está implícito nesta afirmação:

$$\text{Se } A + B = 0, \text{ então } A = -B$$

Isso implica que, sendo A um número positivo, sua negação ou complemento é o número que, somado a A, dá como resultado 0. Por exemplo, se A for o número de 1 byte \$04, seu complemento de 1 byte será \$FC:

$$\$04 + \$FC = \$100$$

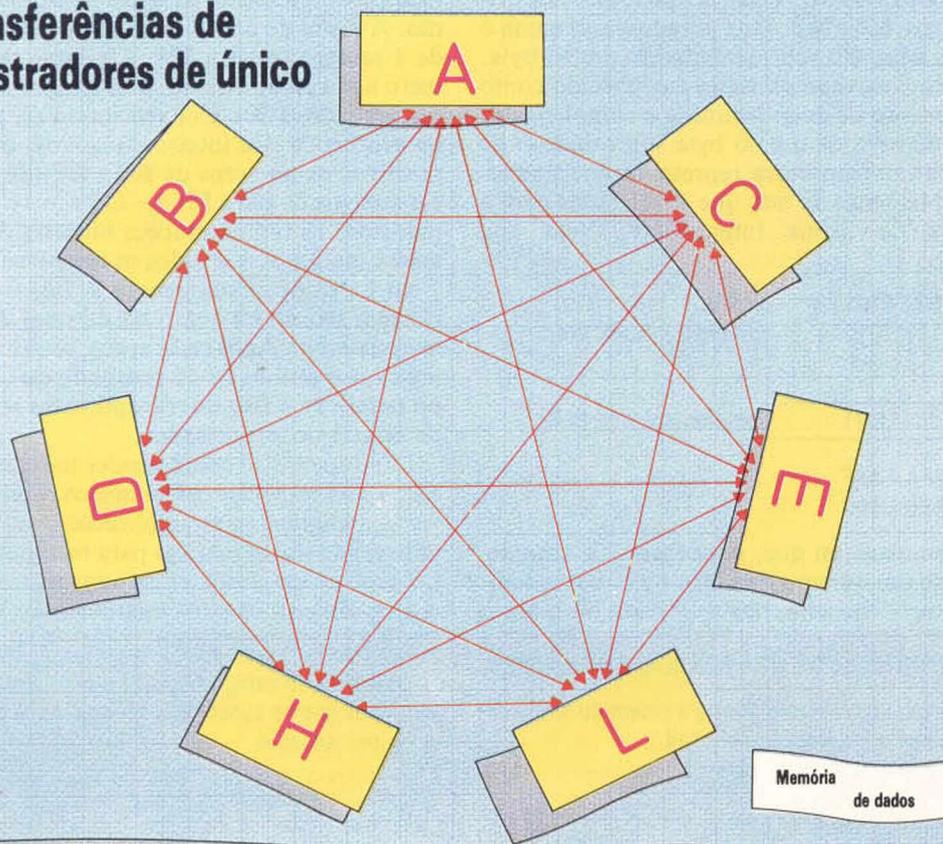
Lembrando que \$100 = \$00 (se tivermos um registrador de único byte para armazenar o resultado), essa representação complementar significa que a subtração pode ser considerada como a soma de números negativos, ou seja:

$$A - B \text{ é o mesmo que } A + (-B)$$

Assim, \$08 - \$05 equivale a \$08 + (-\$05) e



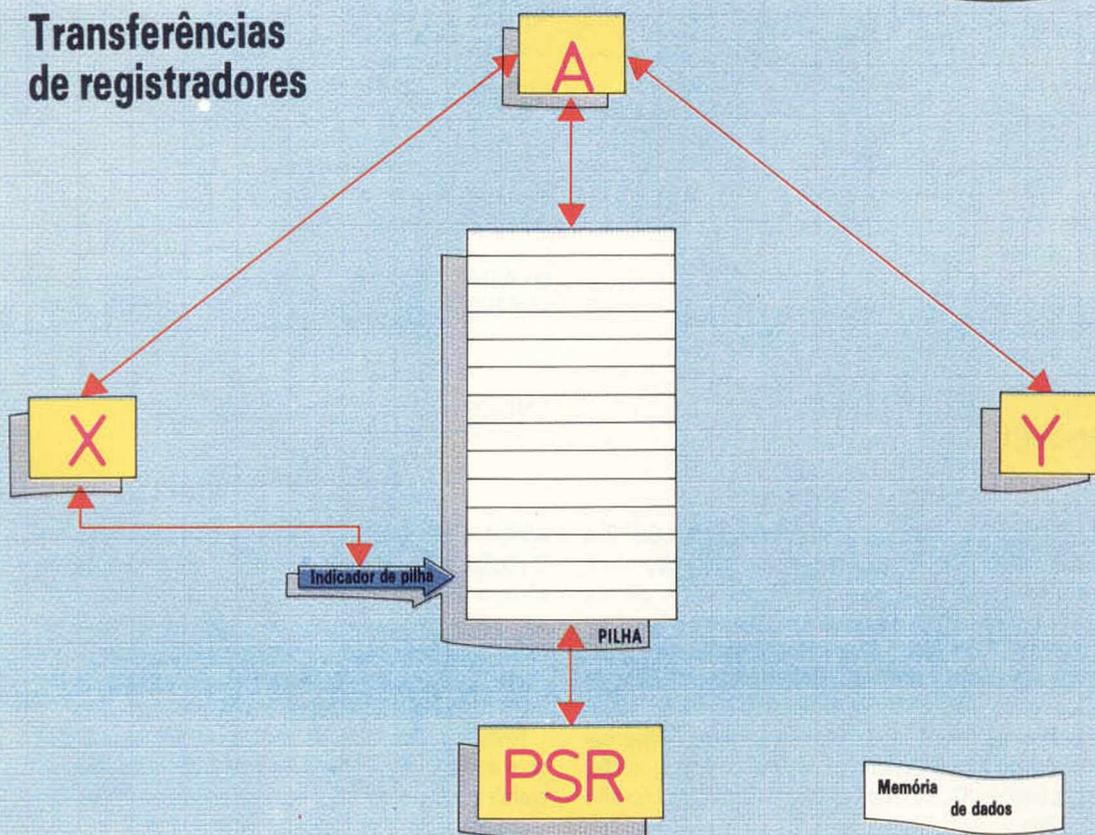
Transferências de registradores de único byte



Dupla identidade

Os registradores de dados do Z80, de único byte, comunicam-se com qualquer outro registrador de único byte. Cada um deles pode contatar com a memória em modo direto, imediato, indireto, absoluto e indexado. Quando tratados como BC, DE, HL — os pares de registradores de 2 bytes — carregam e transferem dados de 16 bits de memória e da pilha. Funcionam também como acumuladores de 16 bits para a adição e a subtração; essa combinação de recursos e flexibilidade é a chave do grande sucesso do Z80.

Transferências de registradores



Claro e simples

No 6502, a comunicação interna é linear, restrita a transferência de dados de 8 bits. Apenas o acumulador (A) comunica-se diretamente com X e Y; só X comunica-se com o indicador de pilha, e apenas o PSR (Processor Status Regis, "registrador de estado do processador") e o acumulador acessam a pilha. São possíveis transferências na memória nos modos absoluto, direto, indireto, indexado, imediato e página zero. A engenhosa utilização do modo de página zero no 6502 compensa a escassez de registradores, pois a página zero converte-se em 128 registradores de 2 bytes.



$(-\$05) = \FB (uma vez que $\$FB + \$05 = \$100$). Portanto, podemos expressar nossa subtração original como $\$08 + \FB . O resultado dessa soma é $\$103$, ou seja, $\$03$ representado em um só byte.

Esse tipo de representação é conhecido como complemento de dois: forma-se o complemento de um número de um só byte subtraindo-o de $\$100$. Há também outra representação, chamada complemento de um, que se relaciona com a primeira de forma interessante. Veja este exemplo:

$\$05 = 00000101$	binário
$\$FA = 11111010$	complemento de um
+ 1	
$\$FB = 11111011$	complemento de dois
$\$05 + \$FA = \$FF$	
$\$05 + \$FB = \$00$	

Verificamos assim que, para formar o complemento de um número de único byte, basta complementar — ou seja, negar — cada bit binário

do número. Ao somar 1 ao resultado, produzimos o complemento de 2 do número em questão. A soma de um número a seu complemento de 1 sempre totaliza $\$FF$, e a soma de um número a seu complemento de 2 sempre resulta $\$00$ (na verdade, $\$100$). Convencionou-se, portanto, na aritmética dos inteiros relativos, considerar positivos os números de $\$00$ a $\$7F$ (de 0 a 127), e negativos de $\$80$ a $\$FF$ (-128 a -1). Ao compararmos as representações binárias desses números, notamos que todos os negativos têm o bit 7 em 1 e os positivos sempre 0. Por isso, se conhece o sétimo bit como bit de sinal de um número relativo. Após cada operação aritmética ou lógica, é o sétimo bit do resultado que vai ativar ou desativar o flag de transporte do registrador de estado do processador.

É indispensável compreender todos esses conceitos para trabalhar com números relativos. Uma vez assimiladas suas implicações, no entanto, utilizam-se regras práticas para manipulá-los. No próximo artigo estudaremos essas regras, bem como os algoritmos para multiplicação e divisão.

Respostas dos exercícios anteriores

A) O seguinte programa inverte a ordem do string de caracteres armazenados em LABL1:

```

;                               6502
;
ORIGIN   ORG   $7000
LAST1   EQU   $0D
LABL1   DB    'EIS UMA MENSAGEM'
TERMN8  DB    LAST1
;
BEGIN   LDX   # $FF
        LDA   # LAST1
        PHA
LOOP0   INX
        LDA   LABL1,X
        PHA
        CMP  # LAST1
ENDLP0  BNE   LOOP0
CLRSTK  PLA
;
BEGIN1  LDX   # $FF
LOOP1   INX
        PLA
        STA  LABL1,X
        CMP  # LAST1
ENDLP1  BNE   LOOP1
        RTS

```

Na versão do 6502, as instruções entre LOOP0 e ENDLP0 usam o endereçamento indexado em X num loop que carrega os caracteres, um a um, de LABL1, e os coloca na pilha. Transfere-se primeiro o valor ASCII do caractere indicador de término, para marcar o limite inferior da pilha. O último caractere nela introduzido também é o indicador de término, dessa vez determinado por sua posição como último caractere do string. Assim se conclui o loop e, então, apaga-se em CLRSTK o caractere de término no alto da pilha.

A versão do Z80 usa o modo de endereçamento indireto, com IX para carregar o acumulador a partir da

mo também o registrador de flag. Isso significa que os caracteres do string em LABL1 são intercalados na pilha com valores sucessivos do registrador de estado do processador.

```

;                               Z80
;
LAST1   ORG   $C000
LABL1   EQU   $0D
LABL1   DB    'EIS UMA MENSAGEM'
TERMN8  DB    LAST1
;
BEGIN   LD    IX,LABL1-1
        LD    A, LAST1
        PUSH AF
LOOP0   INC  IX
        LD    A,(IX+0)
        PUSH AF
        CP   LAST1
ENDLP0  JR   NZ,LOOP0
CLRSTK  POP  AF
;
BEGIN1  LD    IX,LABL1-1
LOOP1   INC  IX
        POP  AF
        LD    A,(IX-0),A
        CP   LAST1
ENDLP1  JR   NZ,LOOP1
        RET

```

LABL1, e introduz na pilha não só o acumulador. O código entre BEGIN1 e ENDLP1, em ambas as versões, reflete o loop anterior e usa as mesmas técnicas, mas dessa vez extraindo da pilha o string de caracteres na ordem inversa e armazenando-o em LABL1. O loop termina quando encontra o caractere de término no fim da pilha.

Note a importância de compensar as introduções com extrações da pilha. A parte mais difícil do problema consiste em lidar com as condições extremas — como iniciar e terminar os loops, e ajustar os valores e condições que dele dependem.



A instrução de Z80 em BEGIN e BEGIN1 (LD IX, LABEL1-1) ilustra a utilidade de um programa compilador. Aqui ele interpreta a expressão (LABEL1-1) como "o endereço do byte imediatamente anterior àquele cujo endereço é LABEL1"; introduz, então, tal endereço no código. A maioria dos compiladores possui algum tipo de avaliação de expressões, em geral permitindo a modificação de um ou dois operandos por um operador aritmético — normalmente "+" ou "-".

B) Este programa inverte a ordem dos caracteres dentro de cada palavra do string em LABEL1, mas mantém a ordem das palavras:

```

;
;                               6502
;
ORIGIN   ORG   $7000
LAST1    EQU   $0D
SPACE    EQU   $20
LABEL1   DB    'EIS UMA'
TERMN8   DB    LAST1
;
BEGIN    LDX   #$FF
LOOP0    JSR   RVSWRD
        CMP   #LAST1
ENDLPO   BNE   LOOP0
        RTS
;
; **INVERTER UMA PALAVRA**
LASTCH   DB    $00
LASTX    DB    $00
RVSWRD   TXA
        TAY
        INY
RVSLPO   INX
        LDA   LABEL1,X
        PHA
        CMP   #SPACE
        BEQ   CLRSTK
        CMP   #LAST1
ENDRV0   BNF   RVSLPO
CLRSTK   PLA
        STA  LASTCH
        STX  LASTX
RVSLP1   PLA
        STA  LABEL1,Y
        INY
        CPY  LASTX
ENDLPO1  BNE  RVSLP1
        LDA  LASTCH
        RTS

```

Aqui há vários pontos de interesse, como o uso das instruções JSR e CALL. A sub-rotina RVSWRD tem estrutura semelhante à do programa dado no exercício A, mas inverte somente os caracteres de uma palavra, e não todo o string. Tanto na versão do 6502 como na do Z80, usa-se o registrador indicador (X e IX, respectivamente) para passar à sub-rotina o endereço inicial da palavra. Utiliza-se também o acumulador para devolver ao programa principal o valor do caractere que termina a palavra (um espaço em branco ou um caractere indicador de término do string). Essa técnica de passagem de valores é muito comum na linguagem ASSEMBLY, mas requer cuidado — em especial se o programador estiver habituado a colocar na pilha todos os registradores da CPU ao iniciar cada sub-rotina.

Outra característica significativa é o uso do registrador Y na versão do 6502. Primeiro ele armazena o

endereço inicial da palavra, enquanto X atua como indicador no loop da pilha. Em seguida, Y funciona como indicador no loop de "desempilhamento", enquanto X guarda o endereço final da palavra. Utilizamos aqui a palavra "endereço" de maneira imprópria, pois X e Y são registradores de único byte, portanto incapazes de conter um endereço completo. O que eles armazenam é um deslocamento para o endereço LABEL1. Por outro lado, os registradores indicadores IX e IY podem conter um endereço completo de 2 bytes.

Na versão do Z80, não se utilizaram IX e IY, mas sim os pares de registradores HL e DE. Tal como os registradores X e Y do 6502, eles armazenam os endereços de início

```

;
;                               Z80
;
ORIGIN   ORG   $C000
LAST1    EQU   $0D
SPACE    EQU   $20
LABEL1   DB    'EIS UMA MENSAGEM'
TERMN8   DB    LAST1
;
BEGIN    LD    DE,LABEL1-1
LOOP0    CALL RVSWRD
        CP    LAST1
ENDLPO   JR    NZ,LOOP0
        RET
;
; **INVERTER UMA PALAVRA**
LASTCH   DB    $00
RVSWRD   PUSH DE
        POP  HL
        INC HL
RVSLPO   INC DE
        LD  A,(DE)
        PUSH AF
        CP  SPACE
        JR  Z,CLRSTK
        CP  LAST1
ENDRV0   JR  NZ,RVSLPO
CLRSTK   POP  AF
        LD  (LASTCH),A
;
RVSLP1   POP  AF
        LD  (HL),A
        INC HL
        LD  A,L
        CP  E
        JR  NZ,RVSLP1
        LD  A,H
        CP  D
ENDRV1   JR  NZ,RVSLP1
        LD  A,(LASTCH)
        RET

```

e fim da palavra; mas, em vez de atuarem como índices de um endereço de base, são usados como endereços indiretos (a instrução LD A, (DE) significa "carregar o acumulador com o byte cujo endereço está em DE"). Todos os pares de registradores do Z80 podem ser usados dessa maneira. Uma limitação peculiar do conjunto de instruções é a falta de qualquer comando de comparação de 2 bytes. Assim, para comparar os conteúdos de DE e HL, é necessário comparar E com L e depois D com H. Da mesma forma, na versão para o 6502, comparam-se X e Y indiretamente, usando uma posição da memória, já que não há instrução para se comparar X com Y.



ELEBRA

Destacando-se na fabricação de superminis, a Elebra Computadores é uma empresa nacional que vem investindo no aprimoramento de seu quadro de profissionais especializados e na preparação de recém-formados.

Quando, após quinze anos de atividade, a Elebra se viu ameaçada na greve dos metalúrgicos de maio de 1985, dentro da empresa aconteceram mudanças importantes. A indústria, que já vinha investindo no desenvolvimento de seus engenheiros e técnicos, deu início a uma nova área, responsável pelo trato daquela tensão: a de recursos humanos.

Hoje ela possui uma assessoria de relações sindicais, que funciona como ponte de comunicação entre seus funcionários, o sindicato e a diretoria. Dessa forma, o relacionamento entre os três grupos tornou-se aberto, inclusive com formação de comitês de negociação.

Mas a preocupação primordial da Elebra continua sendo a formação de técnicos e engenheiros adequados ao desenvolvimento da empresa. Por essa razão existe o chamado plano de carreira, que visa a especializar profissionais em funções de criação, bem como a fixá-los em atividades indispensáveis à elaboração de projetos e inovações no setor tecnológico. Assim, os técnicos podem ter acesso a planos de desenvolvimento, antes privilégio apenas de engenheiros.

Superminicomputador

Com arquitetura de 32 bits, o sistema MX850 suporta todas as principais linguagens. Além disso, opera em tempo compartilhado e tempo real simultaneamente com processamento por lotes.



A Elebra investe ainda na formação profissional de estagiários e recém-formados. Para isso, mantém um relacionamento com as faculdades que orientam os estagiários dentro de suas especialidades. Na empresa, eles recebem treinamento nos equipamentos adequados para sua formação tecnológica.

Área técnica

A Elebra Eletrônica é um conglomerado de empresas de equipamentos para telecomunicações, computadores, periféricos e semicondutores. Acompanhando o enorme avanço tecnológico nessa área, a empresa prepara-se para atuar numa faixa ainda inexplorada do mercado: produção e comercialização de equipamentos de mecânica fina. Esses componentes são imprescindíveis na fabricação de impressoras, mas ainda não possuem similares nacionais, encarecendo, portanto, o custo do produto final.

No campo das telecomunicações, a Elebra desenvolve projetos tecnológicos como, por exemplo: equipamentos PCM de primeira, segunda e terceira geração, multiplex telegráfico digital, amplificadores de linha, sistema de tarifação e supervisão de centrais telefônicas e concentrador de dados.

Interligando as áreas da telecomunicação e da informática, a Elebra desenvolve uma linha completa de modems de alta e de baixa velocidade, além de acessórios para transmissão de dados.

Computadores e periféricos

A Elebra entrou no ramo de computadores em outubro de 1984, a partir da associação com o Bradesco e a Medidata. Mas sua imagem está intimamente ligada à Mônica, a impressora fabricada pela empresa e de grande aceitação no mercado. Esse equipamento imprime cem caracteres por segundo e o modelo EI6030 pode formar colunas de até 136 caracteres.

Por um acordo firmado com a indústria americana Digital Equipment Corporation, a Elebra conseguiu acesso à tecnologia do supermini VAX 11/750. E com base nessa tecnologia a empresa lançou seu primeiro computador, o supermini MX850, destinado ao uso geral e orientado para processamento distribuído.

O MX850 utiliza o vasto software básico e aplicativo desenvolvido para o VAX, combinando uma arquitetura de 32 bits com um sistema operacional de memória virtual que pode chegar a 1 Gbyte (um gigabyte, ou seja, 1 bilhão de bytes). Seu desempenho em ambientes de multiprogramação permite atender às necessidades de processamento em tempo real, em tempo compartilhado ou em lotes (batch). Além disso, ele aceita todos os tipos de linguagem de programação.

Quanto aos periféricos, além das impressoras Mônica, a Elebra produz também discos flexíveis e rígidos. Dos flexíveis, citam-se os 9408/A, B e C, de 5 1/4 polegadas, com capacidades de 256 Kbytes, 512 Kbytes e 1 Mbyte respectivamente. Os rígidos são o CMD 9448 e o W9034. O primeiro possui cartucho removível de 16 Mbytes. O segundo é uma unidade Winchester de 9 polegadas, com capacidade de 340 Mbytes.

A Elebra também fabrica fitas magnéticas, interface serial para impressoras Mônica e a impressora Alice, com velocidade de 250 cps e 136 colunas.

nave-mãe americana fiscaliza os movimentos soviéticos. Na parte inferior da tela, uma mensagem confirma o lançamento de um míssil inimigo, indicando de que cidade partiu e para que cidade americana se dirige.

A missão do jogador (caso decida aceitá-la) é tripular um dos caças da nave-mãe, conseguir autorização para deixar a estação espacial, e sair abrindo caminho a ferro e fogo através de alguma região rural soviética ("abatendo" um ônibus cheio de camponeses inocentes, se for de seu agrado), até chegar ao destino.

Uma vez sobre a cidade soviética que o computador indicou, o jogador terá a sua frente uma imagem que lembra vagamente a Praça Vermelha (obviamente, todas as metrópoles soviéticas parecem iguais).

A tarefa do jogador é abater atiradores de elite postados nos telhados vizinhos, explodir as torres e portões do

palácio, que fica na outra extremidade da praça, e entrar na sala do reator nuclear, situada no coração desse palácio.

Nessa sala, que tem a aparência de uma quadra de squash sofisticada, um pequeno robô, que controla os mísseis disparados contra os Estados Unidos, desliza para a frente e para trás. O jogador deve arrancar da parede ao fundo um disco, e assim destruir o robô, completando sua missão.

Reid Over Moscow: Para os computadores Commodore 64 e Atari.

Editor: US Gold, Estados Unidos.
Joysticks: Compatíveis com o Commodore e o Atari.

Formato: Disco.

ÁGUAS TURBULENTAS

River Rescue (análise)



Jacaré, sucuris e helicópteros lançaminas são apenas alguns dos perigos que devem ser transpostos quando o jogador sobe o rio para resgatar um grupo de cientistas ilhados. Desenvolvido originalmente para o console do videogame Atari VCS, o River Rescue é um autêntico fliperama do tipo "acabar com eles", sem pretensões a ser qualquer coisa mais.

O jogo é produzido pela Creative Sparks, a divisão de software da Thorn EMI, e o apoio de uma empresa com tal envergadura dispensa comentários. Pode ser encontrado em versões para quatro computadores domésticos: o Spectrum, de 48 Kbytes, o Commodore 64, as máquinas Atari e o Vic-20 sem expansão, para o qual é fornecido num

Ao resgate

O River Rescue visto aqui é a versão do Spectrum. A primeira tela mostra a página de abertura, que dá uma boa indicação das seguintes. A outra apresenta o jogo em curso, com o barco transportando um cientista para um local seguro, onde se reunirá aos outros já resgatados.

cartucho especialmente projetado, em vez de usar o cassete musical comum.

Cada versão vem acompanhada de um pequeno folheto de instruções, extremamente útil e claro, contendo um convite para associar-se ao Creative Sparks Software Club — tal associação é grátis e seus benefícios incluem ofertas, novidades e competições.

O jogo em si é basicamente muito simples, mas apresenta ação suficiente

