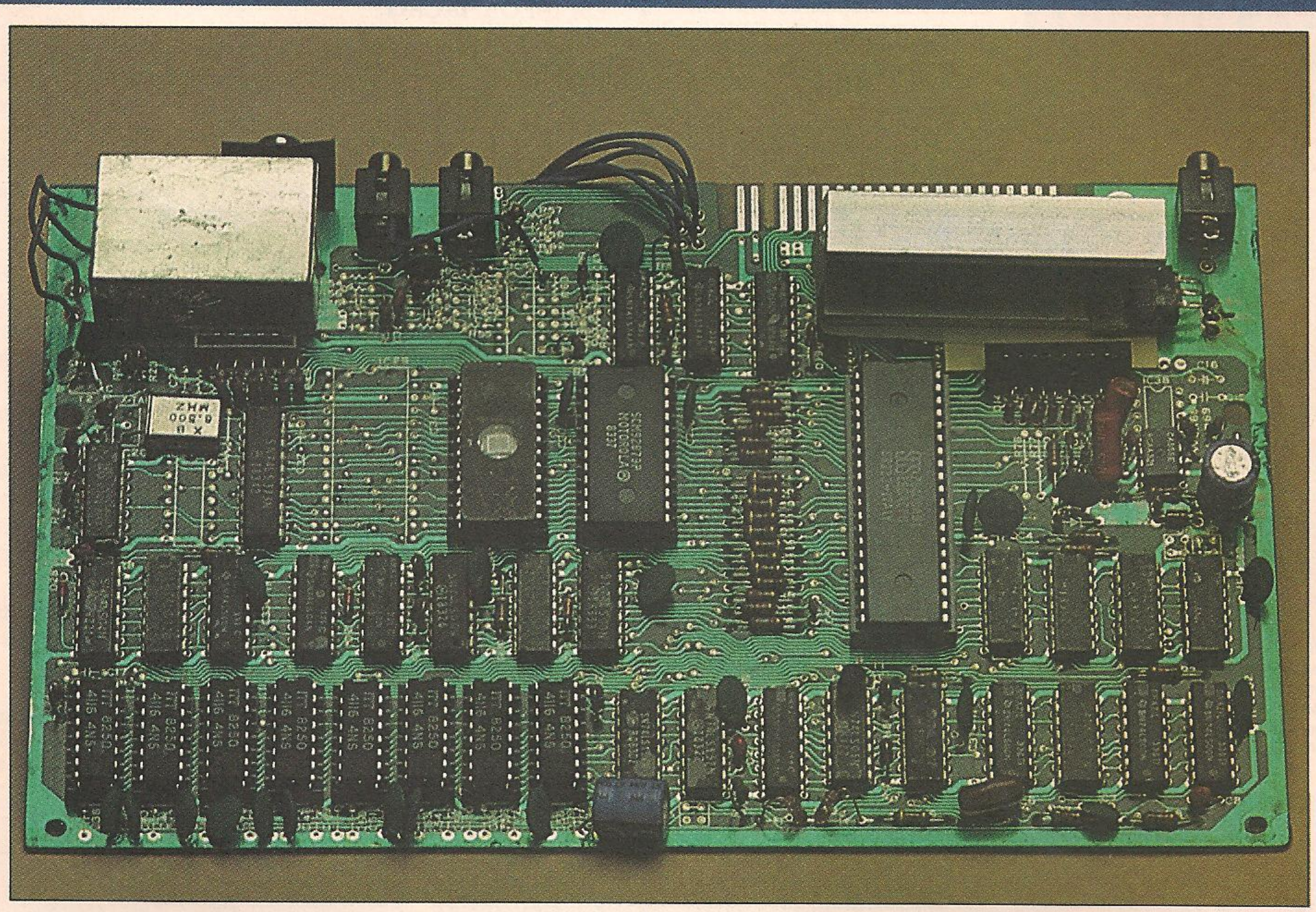
ELETRÔNICA

31 **PASSO A PASSO** Cr$ 3.500

Abril Cultural



COMPONENTES

CIRCUITOS HÍBRIDOS

MONTAGEM

SONORIZAÇÃO AMBIENTAL

INSTRUMENTAÇÃO

O MICROCOMPUTADOR PESSOAL
O FUNCIONAMENTO DO MIXER

GRANDE CONCURSO
O SELO VALE MILHÕES
Abril Cultural Abril Cultural Abril Cultural Abril Cultural
Colecione fascículos
O patrimônio cultural de sua família

Promoção válida somente no território brasileiro

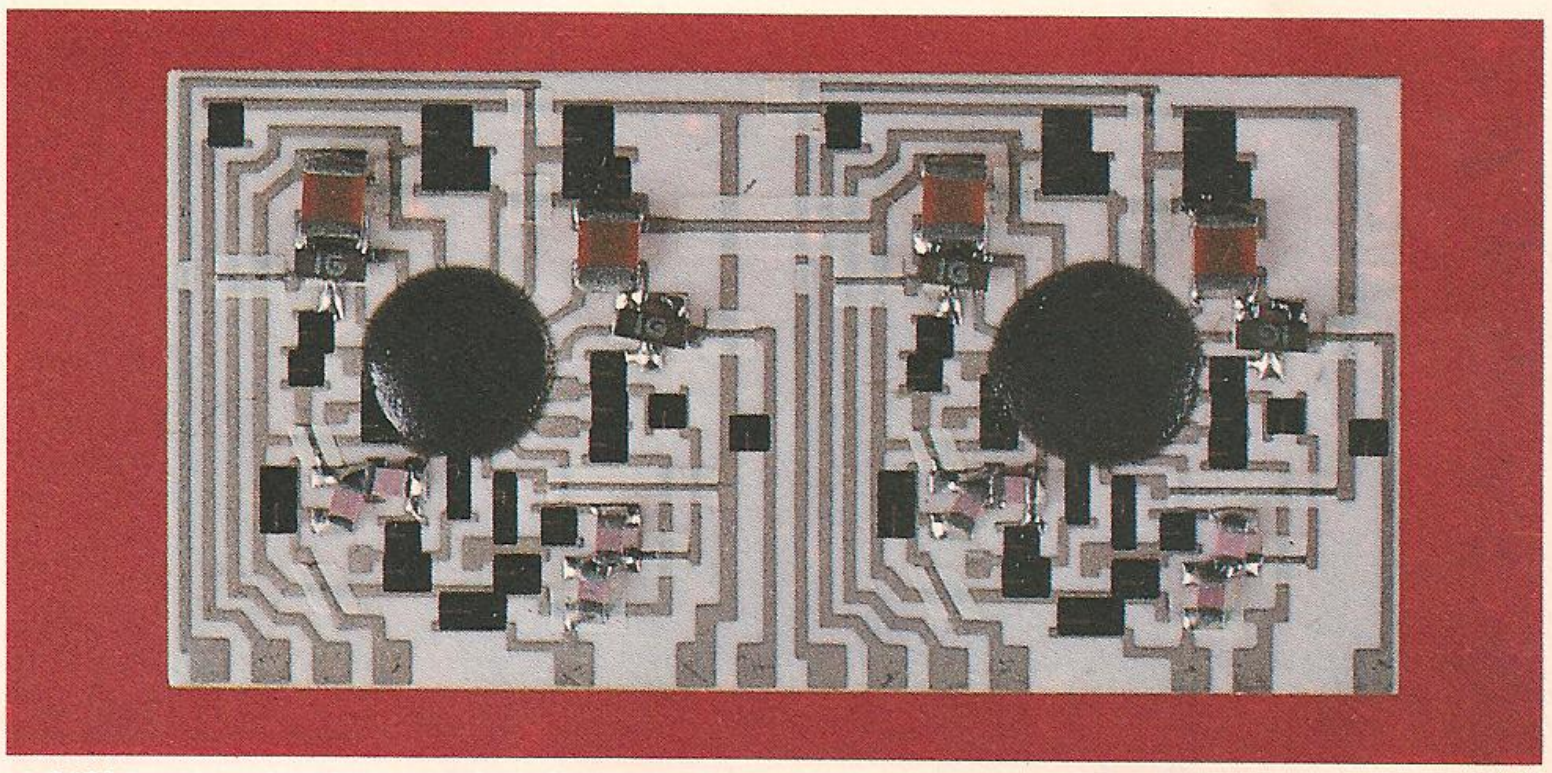
CIRCUITOS HÍBRIDOS (2)

Neste segundo capítulo dedicado aos circuitos integrados híbridos, falaremos basicamente sobre os diversos materiais que são empregados na fabricação desses componentes.

Já são conhecidos os estágios fundamentais de fabricação de um circuito integrado híbrido de filme espesso; agora, descreveremos os diversos materiais empregados na sua fabricação.
O primeiro elemento a ser considerado é o **substrato** ou elemento dielétrico utilizado como suporte do circuito integrado híbrido.
Os substratos geralmente empregados são fabricados com materiais cerâmicos, entre os quais os mais usados são a alumina (óxido de alumínio), óxido de berílio e o titanato de bário.
A alumina (óxido de alumínio) possui excelentes propriedades de dissipação do calor e de constante dielétrica. Portanto, tornou-se o mais difundido entre os três materiais citados. Geralmente, é utilizada para a construção de circuitos híbridos de aplicação geral. A composição do substrato constituído por alumina contém 99% de óxido de alumínio e 4% de outros sais minerais.
O óxido de berílio tem boa condutividade de calor, sendo utilizado, portanto, nas aplicações em que devem ser dissipadas potências elevadas.
O titanato de bário tem uma elevada constante dielétrica, que permite construir capacitores de alta capacidade; por isso, é utilizado como dielétrico entre dois revestimentos condutores.
As principais funções do substrato são as seguintes:

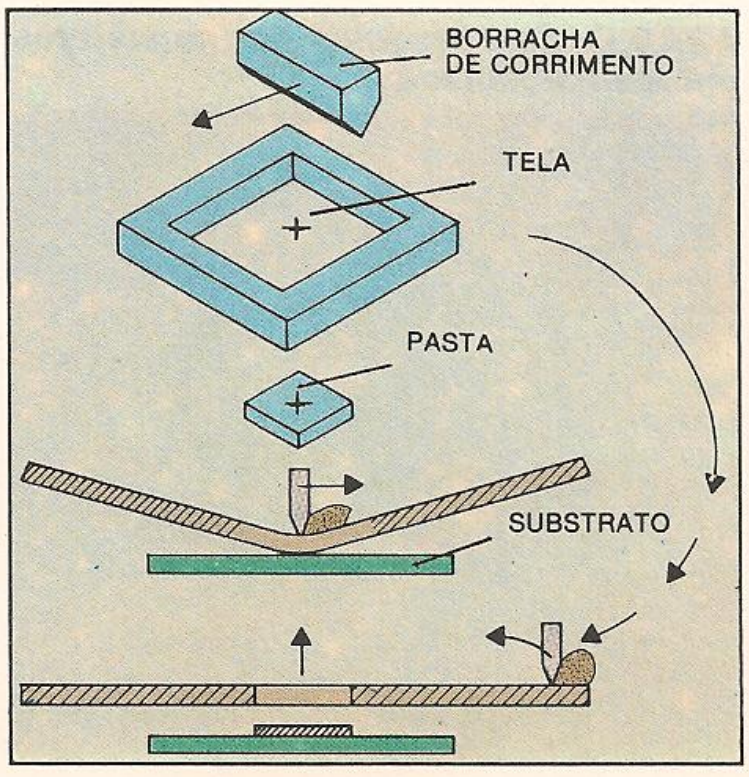
- fornecer um suporte mecânico ao circuito;
- proteger o circuito de quaisquer golpes externos;
- dispersar para o ambiente a potência gerada;
- dar um bom isolamento elétrico entre os diferentes componentes.

Para a disposição dos revestimentos condutores, resistivos e dielétricos sobre o substrato base, é utilizado um processo serigráfico semelhante aos processos litográficos convencionais. Por essa semelhança, as misturas ou compostos utilizados são denominados

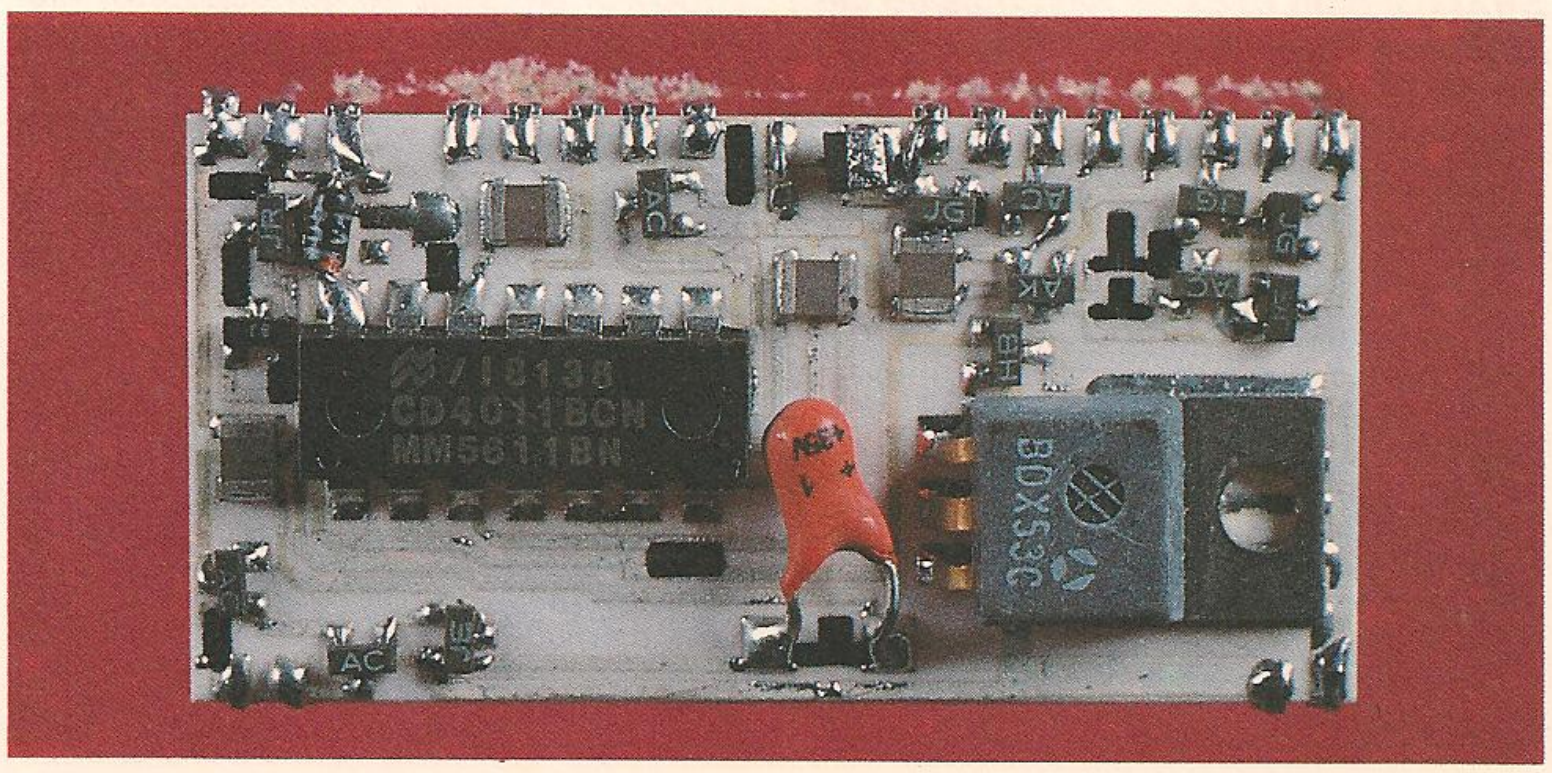


ACIMA: circuito integrado híbrido, constituído por duas partes iguais que protegem os elementos ativos, em forma de pastilha encapsulada.

ABAIXO: sistema para serigrafar o substrato em um circuito híbrido de filme espesso.



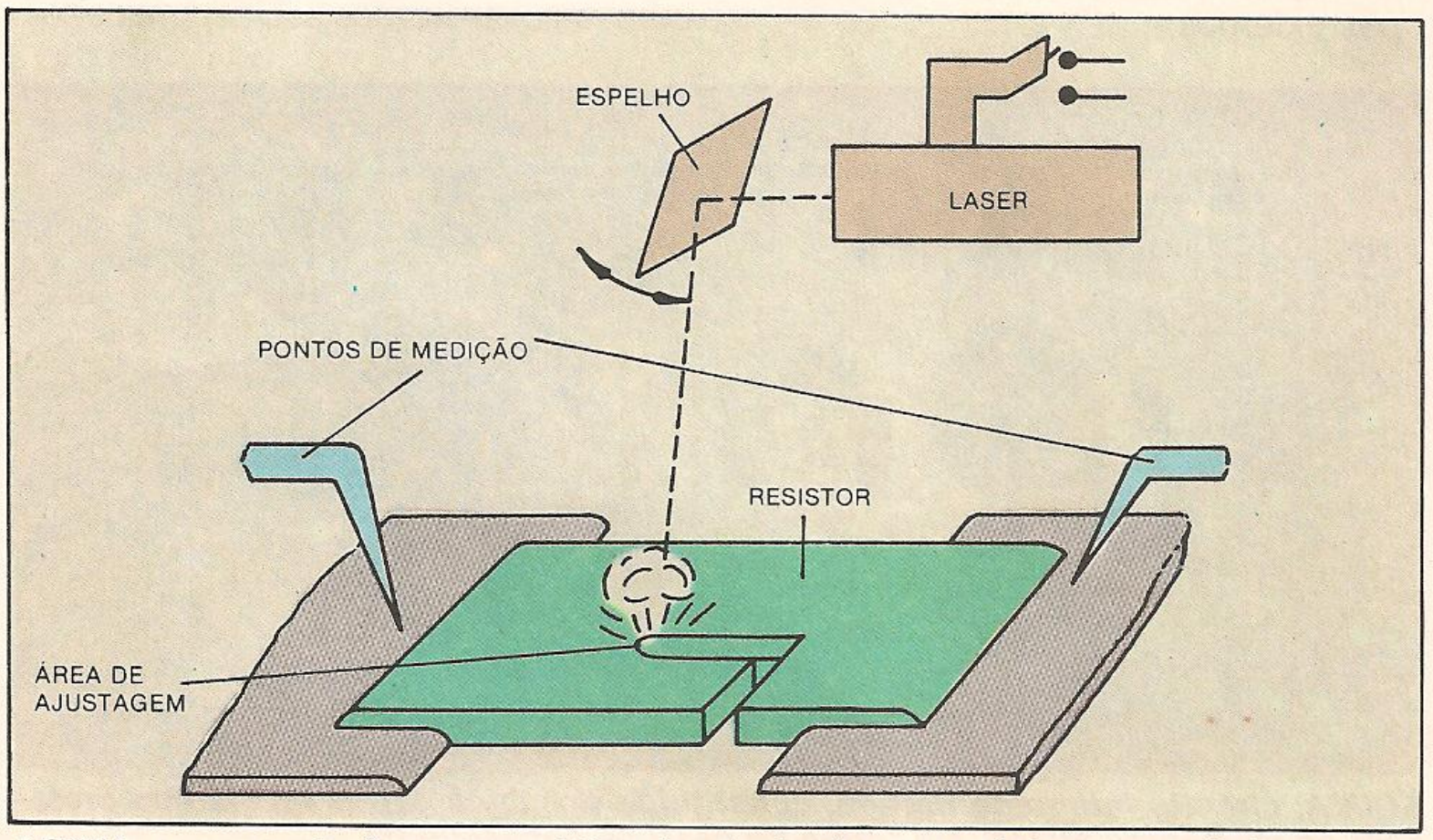
ABAIXO: modelo de circuito híbrido que contém diversos componentes de dimensões convencionais e componentes microencapsulados.



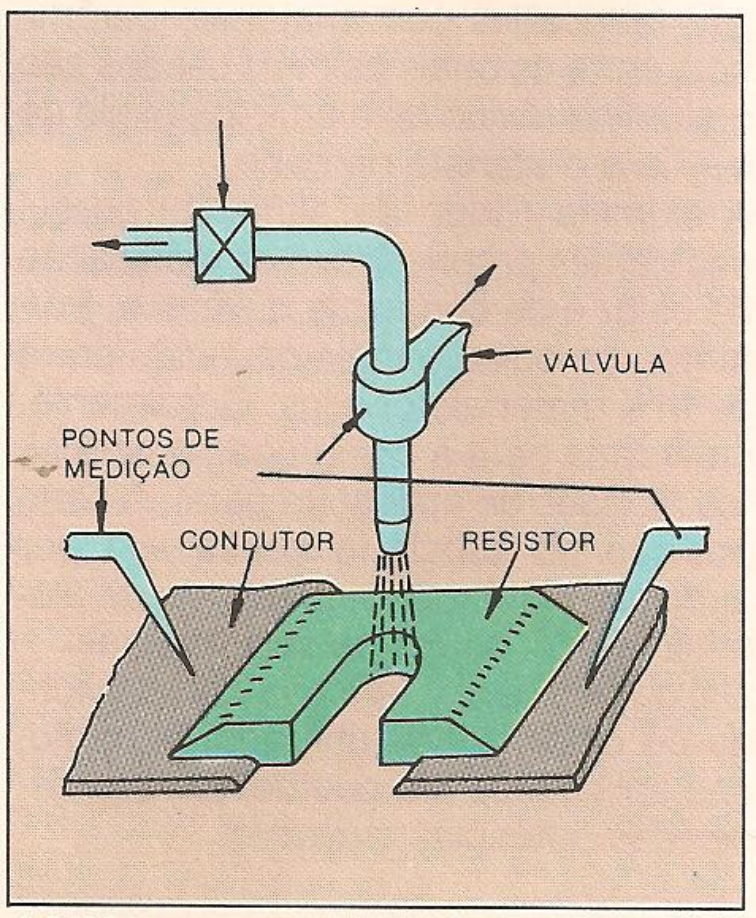
tintas. Para obter tintas condutoras, são empregados normalmente três tipos de material: metal em pó; aglomerado sob a forma de pó cristalino e mistura de líquidos orgânicos. Esses materiais conferem ao produto a propriedade de viscosidade necessária para tornar possível o processo serigráfico.
A tinta ou pasta condutora deve possuir as seguintes características:

- boa condutividade;
- boa adesão ao substrato (em muitos casos, a tinta serve de suporte para a fixação dos componentes discretos);
- boa estabilidade durante o complexo processo de fabricação e a sucessiva utilização.

Os materiais condutores são formados por misturas de metais preciosos (ouro, paládio-prata e platina) sob a forma de pequenas partículas, normalmente inferiores a 5 μ de diâmetro. A dimensão e a distribuição dessas partículas influenciam grandemente as propriedades físicas e elétricas dos condutores obtidos, causando uma forte dependência da condutibilidade e, mais ainda, da soldabilidade.
As tintas ou pastas resistivas são semelhantes às tintas condutoras e, normalmente, são compostas pelos mesmos aglomerantes e substâncias orgânicas do suporte. Os materiais resistivos utilizados são misturas de metais, óxidos metálicos e semicondutores. Em geral, a densidade de partículas condutoras é muito menor do que nas tintas condutoras, e há um ponto em que as partículas são separadas por uma película extremamente fina de vidro. Para a interação entre metal e vidro, ocorre um pequeno efeito semicondutor com propriedades resistivas.
As tintas ou pastas dielétricas, usadas basicamente para a obtenção de revestimentos isolantes entre os condutores ou como dielétrico para capacitores integrados, são formadas por um material com base em vidro e por substâncias orgânicas. Não é possível o uso de aglomerados, já que o vidro é uma parte da composição da pasta.
Um dos fatores mais importantes das tintas dielétricas é a viscosidade, que determina fundamentalmente a boa ou má aderência do condutor que será colocado por cima.
A tinta é depositada sobre o substrato por meio do método de impressão serigráfica, no qual é utilizada uma máscara para a seleção apenas das áreas adequadas à deposição.
Após essa operação, é preciso submeter o conjunto obtido a um tratamento térmico, com o qual são eliminados os solventes contidos na tinta, expondo-a, entre cinco a dez minutos, a uma temperatura de 125° C.

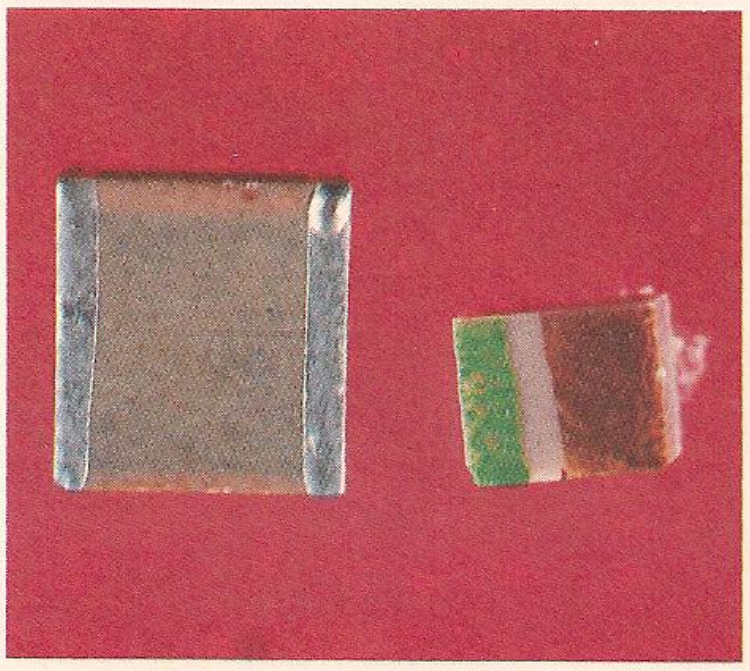


ACIMA: representação esquemática do ajuste de um resistor com raio laser.

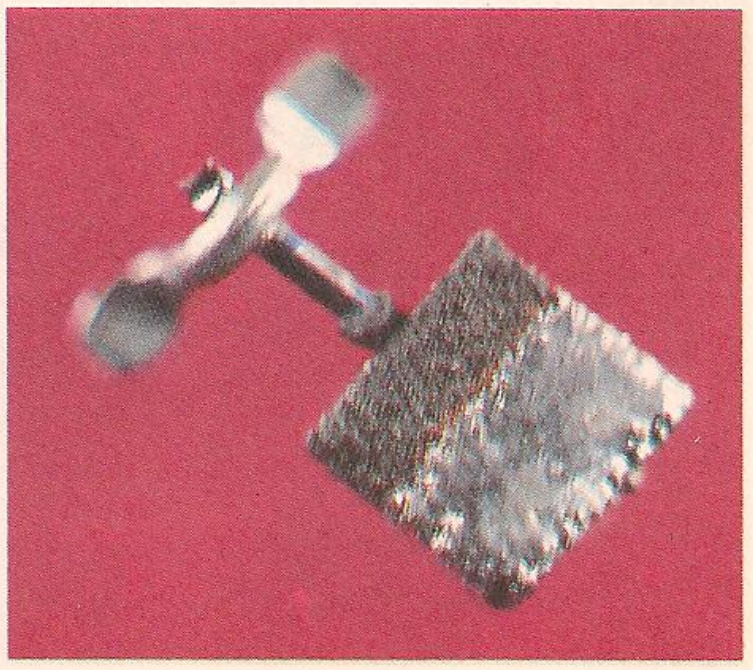


ACIMA: esquema do ajuste de um resistor com jato de areia.

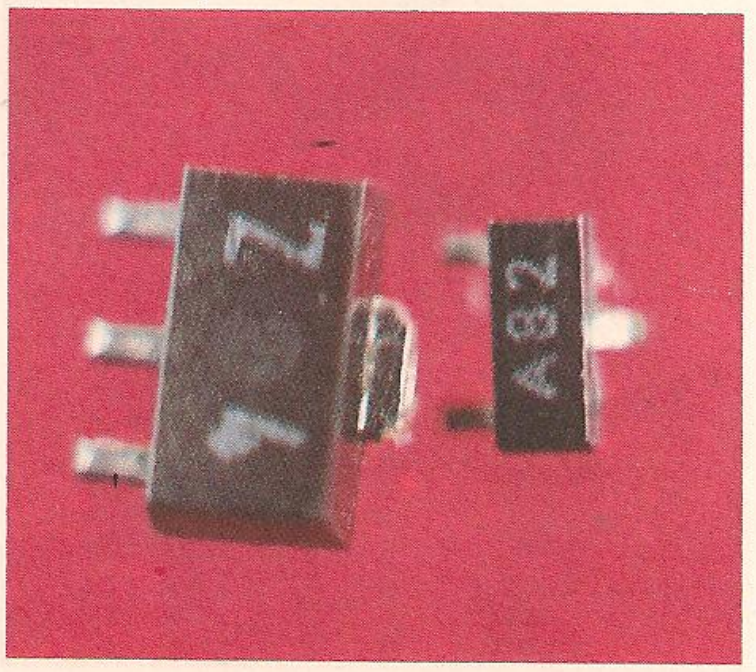
ABAIXO: dois tipos de pastilhas de capacitores cerâmicos utilizados nos circuitos híbridos.



ABAIXO: pastilha de um capacitor eletrolítico de tântalo para montagem dos substratos.



ABAIXO: dois modelos de transistores microencapsulados.



O resultado é um substrato completamente seco que pode ser utilizado para uma nova deposição serigráfica com uma máscara diferente ou com outro processo térmico de queima, para a obtenção definitiva dos condutores, dos resistores e dos dielétricos.
Esse processo é realizado em um forno contínuo, no qual os substratos passam por diferentes câmaras independentes, sob temperaturas variadas.
Basicamente, há uma fase de extração em que os solventes orgânicos são evaporados à temperatura de aproximadamente 500° C.
A seguir, é efetuada a sinterização em que se funde o pó de vidro e se unem no interior do forno as partículas metálicas e o substrato, à temperatura de 800° C. Finalmente, passa-se à fase de resfriamento, na qual o vidro é solidificado, levando-se o substrato à temperatura ambiente.

Qual o melhor tratamento a que deve ser submetido o substrato serigrafado para se obter o produto final?
Depois da fase de corte, o circuito deve ser submetido a um processo de queima, com o qual as partículas de vidro são sinterizadas, de forma a unir definitivamente o material ao substrato.

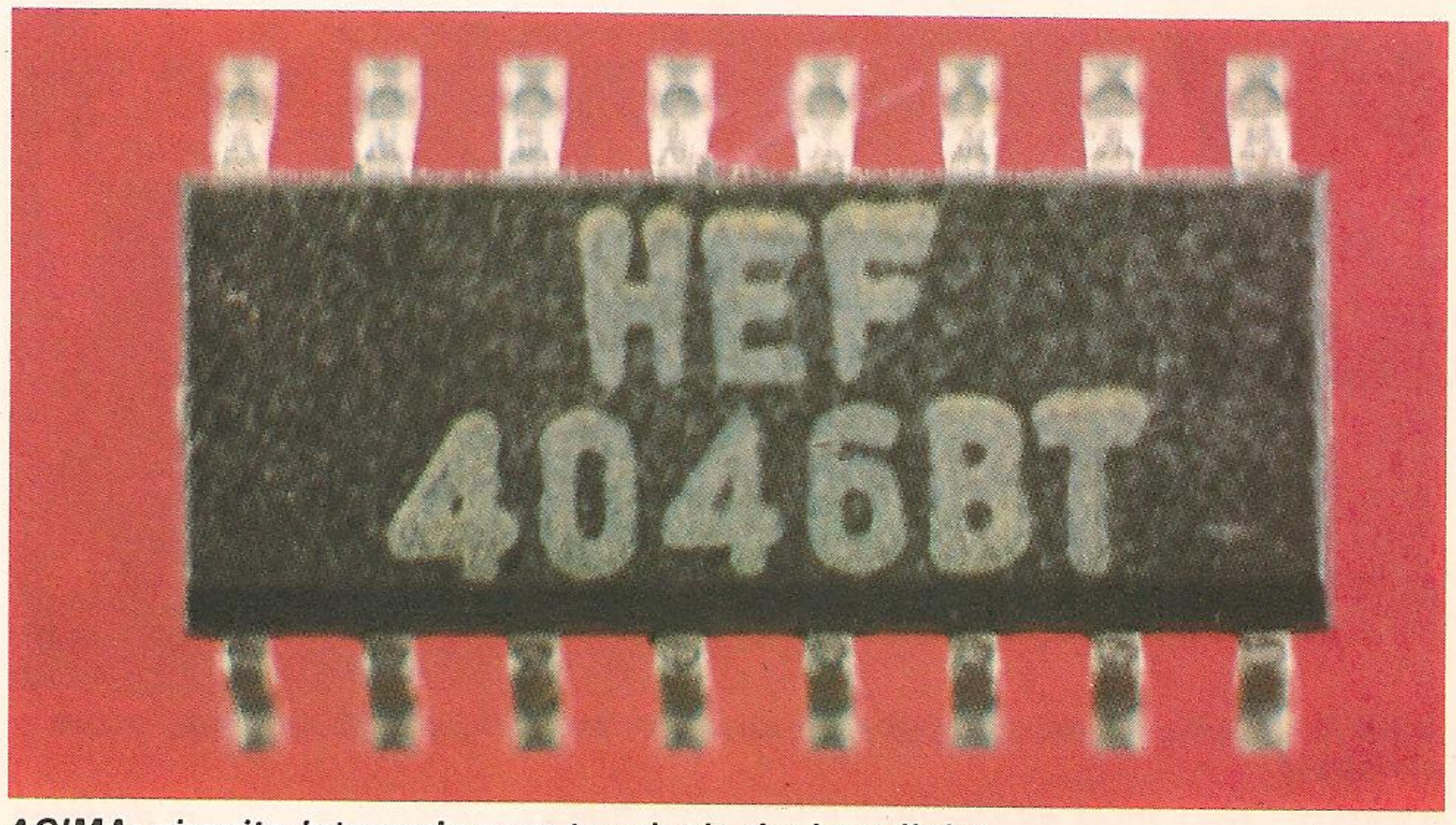
Que método é utilizado para implantar os componentes semicondutores?
Há dois métodos básicos: um é a soldagem por termocompressão, utilizada para a fixação dos transistores e dos diodos sob forma de pastilhas. O outro, para a fixação dos circuitos integrados, é a soldagem por fusão de estanho.

Que tipo de material é utilizado como substrato para os circuitos híbridos de filme espesso?
São utilizados materiais cerâmicos, que reúnem características de isolamento elétrico, de dureza e de condutibilidade do calor mais adequadas. O material mais freqüente é a alumina.

Quais são as principais funções do substrato?
As principais funções são as seguintes: fornecer um suporte mecânico ao circuito, proteger o circuito de eventuais golpes externos, dispersar para o ambiente a potência gerada e dar um isolamento elétrico adequado aos diferentes componentes.

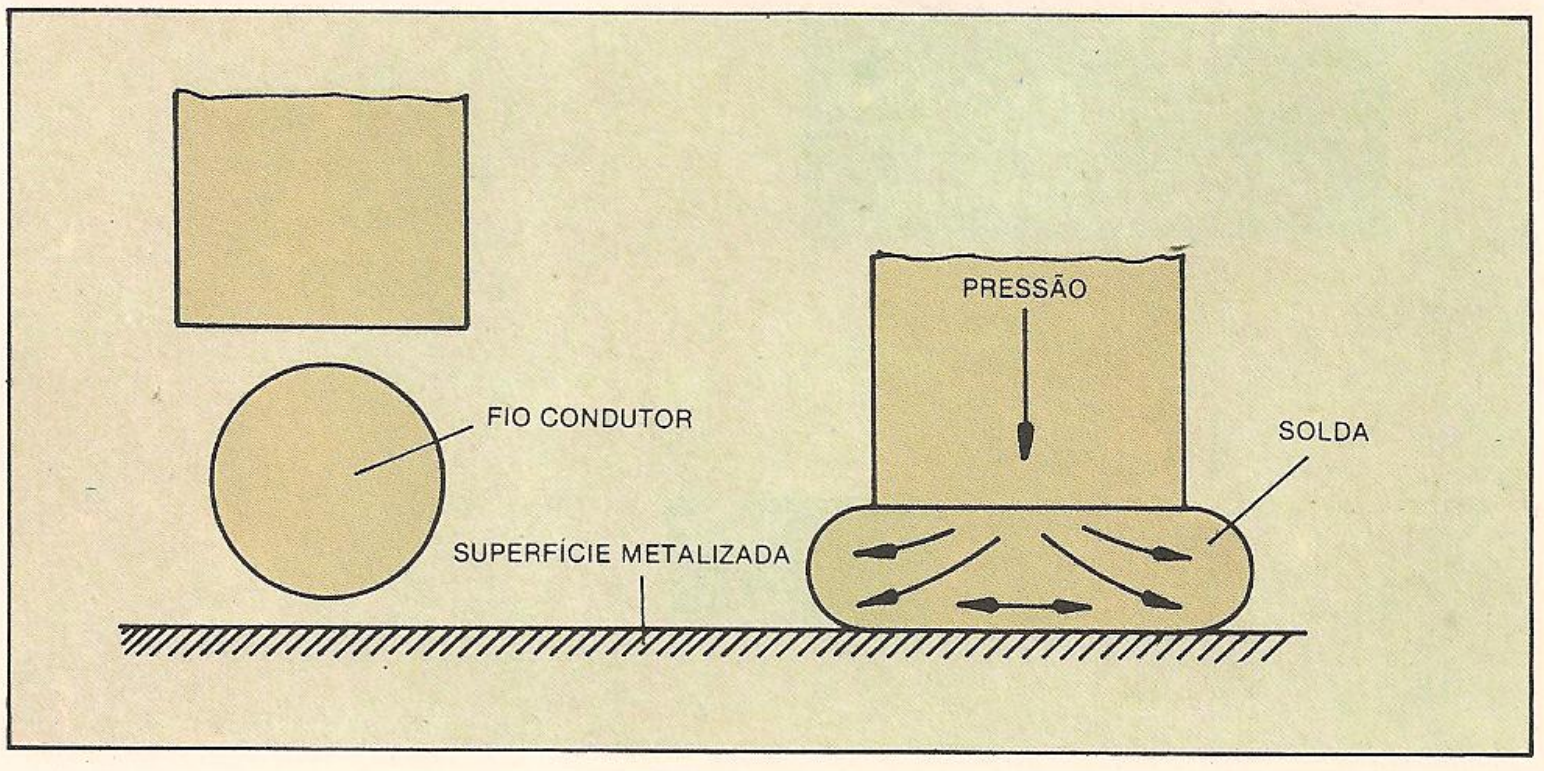
Quais as coberturas mais utilizadas para encapsular o circuito?
As coberturas mais utilizadas são: plásticas, cerâmicas, de vidro ou metálicas.

É preciso, agora, começar um processo de ajustagem dos vários resistores para que atinjam o valor previsto. A ajustagem é realizada com um corte dos resistores que pode ser efetuado por meio de dois sistemas. Ambos apresentam resultados relativamente semelhantes, nos quais é preciso dispor de um método de medição do valor que o resistor vai adquirindo a cada instante, para bloquear o processo no momento mais adequado. O primeiro dos métodos utilizados é chamado de jato de areia. Consiste em submeter o resistor superficial a um jato de ar, com pequenas partículas de areia, que incide ao longo da linha de corte por pressão, a uma velocidade de avanço controlada.
O efeito produzido é uma linha muito estreita na qual o revestimento resistivo foi eliminado. Ao alcançar o valor previsto, o jato abrasivo é bloqueado automaticamente, encerrando o processo. O segundo método, mais recente, consiste em um sutil raio de luz produzido por laser, que faz evaporar o material resistivo ao longo de uma estreita linha, enquanto se desloca em uma direção previamente controlada. Como no sistema anterior, o raio desliga eletronicamente ao alcançar o valor resistivo desejado.
Esse sistema tem duas vantagens fundamentais sobre o jato de areia: a velocidade, aproximadamente cinqüenta vezes superior, e a ausência de pequenas partículas de areia qua atingem o substrato. As partículas podem danificar partes do circuito e dos dispositivos colocados nas proximidades, sendo necessário um sistema de proteção a fim de evitar esses inconvenientes.
O processo de fabricação prossegue com a implantação dos componentes, pois há tipos que, por suas dimensões



ACIMA: circuito integrado com terminais dual em linha.

ABAIXO: soldagem dos fios de ligação em um circuito híbrido pelo sistema de termocompressão.



e características, adaptam-se perfeitamente ao substrato. Entre os elementos passivos, podemos considerar os capacitores cerâmicos e os de tântalo em pastilhas (**chips**, em inglês). Os primeiros têm forma de paralelepípedo, com pontos de ligação colocados nos extremos e são construídos com metais nobres ou revestidos com bases de estanho. Sua solda é efetuada impregnando-os com uma pasta contendo partículas de estanho em suspensão e, depois, submetendo-os a processos de refusão em forno.

Os componentes semicondutores discretos, como os diodos e os transistores, podem ser encontrados em forma de pastilhas ou como componentes completos com cápsula protetora. No primeiro caso, utiliza-se o cubo semicondutor, que adere ao substrato sobre uma área previamente metalizada com ouro, à temperatura de 400° C, exercendo-se ligeira pressão sobre a pastilha. Esse processo é denominado termocompressão e proporciona boa união elétrica e mecânica entre os dois elementos.

A seguir, repete-se o procedimento, unindo os outros terminais do diodo ou do transistor, utilizando fios de ligação em ouro ou alumínio, com um diâmetro aproximado de 30 μ (um mícron = 0,00 1 mm). Os componentes ativos microencapsulados, entre os quais incluem-se os circuitos integrados, aderem ao substrato utilizando a pasta de estanho, mencionada para os capacitores. Assim, obtém-se a soldagem definitiva com a fusão do estanho da pasta e a evaporação dos solventes, submetidos à temperatura de 240° C em forno de raios infra-vermelhos.

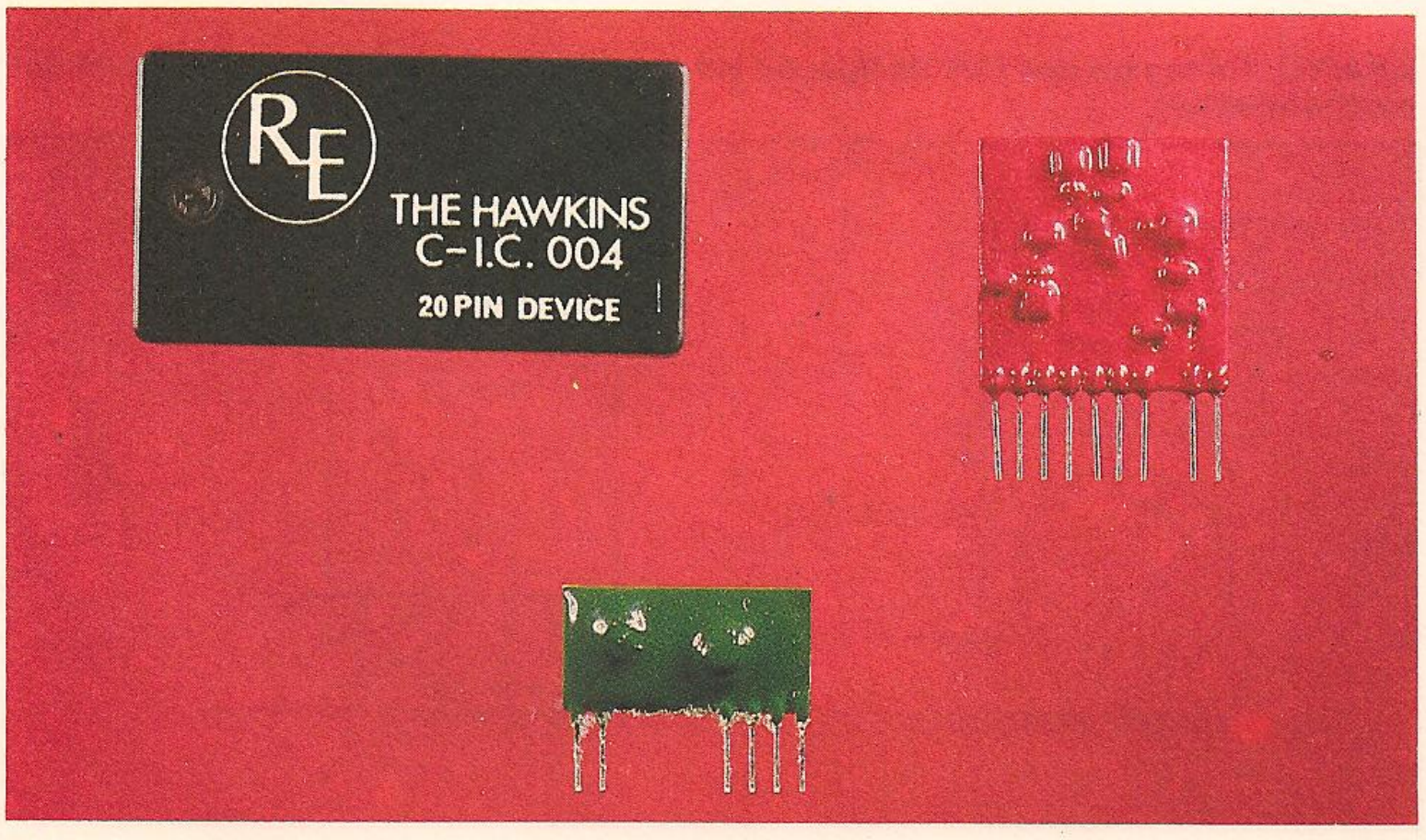
As operações finais de fabricação correspondem à fixação e à soldagem dos terminais externos de ligação sobre as trilhas metálicas, destinadas a este fim, e na cápsula que protegerá o circuito integrado híbrido de qualquer degradação produzida por umidade, vibrações, golpes, etc.

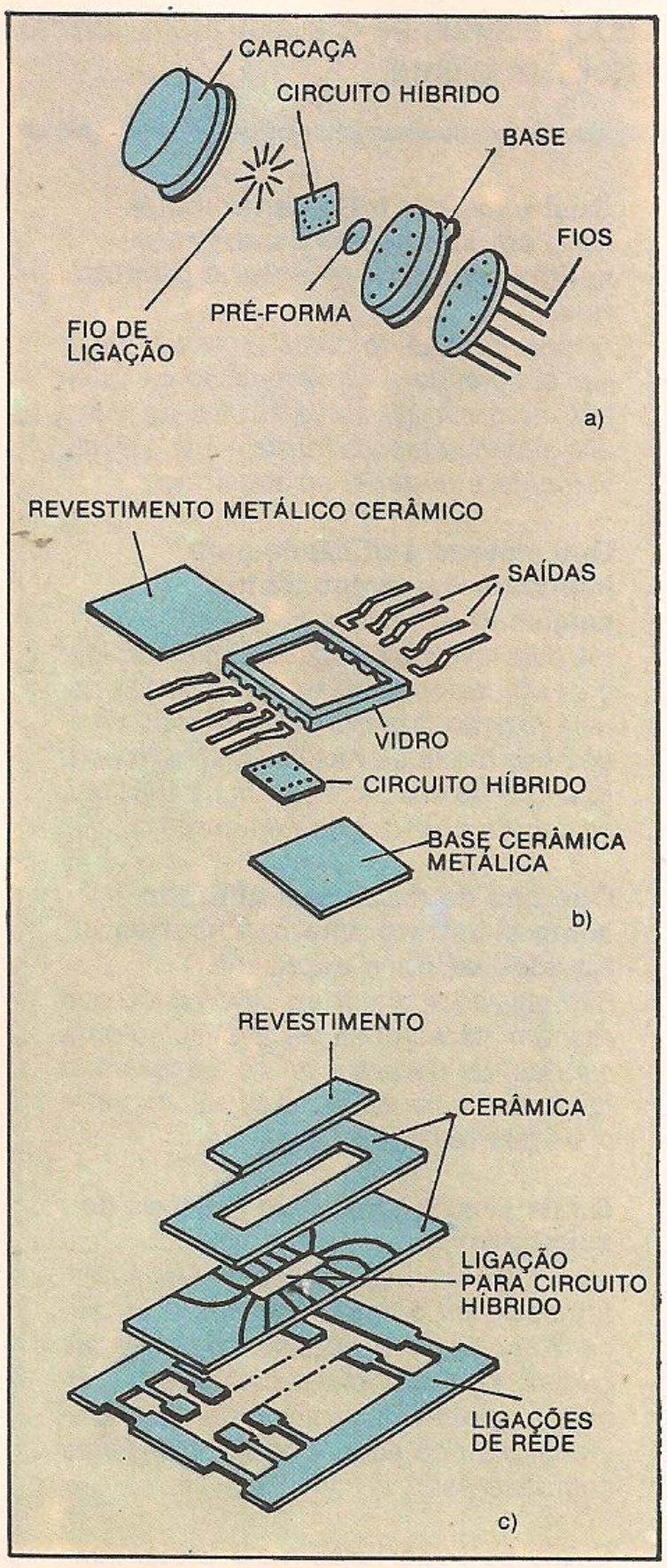
Existem diversos processos para encapsular o circuito, através de coberturas plásticas obtidas por imersão em resina líquida e subseqüente secagem em forno. Outras coberturas podem ser feitas com cápsulas cerâmicas, de vidro e metálicas. As cápsulas metálicas são mais caras, porém possuem melhor qualidade.



ACIMA: detalhe de um componente ativo em tecnologia TAB montado sobre o substrato.

ABAIXO: vários tipos de circuitos híbridos de filme espesso que utilizam diversas cápsulas.





ACIMA: vários métodos de encapsular um híbrido: a) com carcaça metálica; b) com carcaça cerâmica plana (flat-pack); c) com carcaça cerâmica ou plástica dual em linha.

MONTAGEM

SONORIZAÇAO AMBIENTAL

A instalação de um sistema de som pode tornar alguns ambientes muito agradáveis. É o caso de escritórios, lojas, supermercados, consultórios e hotéis. Antes de fazer essa instalação, há uma série de fatores que devem ser levados em conta, para que se obtenha melhor resultado. Veja quais são eles.

A sonorização de uma sala ou de um auditório é um problema típico da instalação dos sistemas de música ambiental, com ligação em caixas ou difusores sonoros independentes.

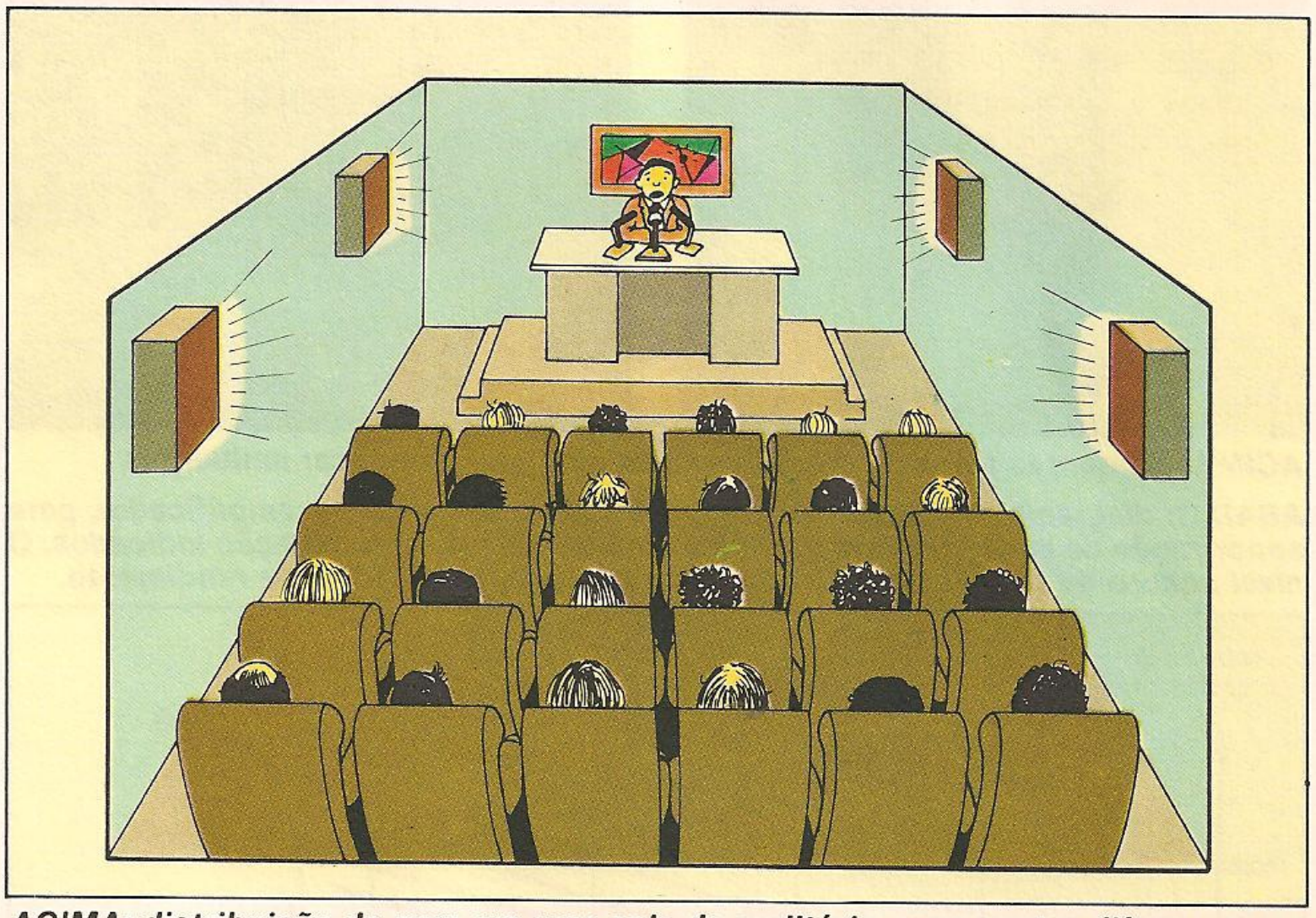
A fidelidade de reprodução, na sonorização ambiental, não é um fator primordial, mas são relevantes os seguintes parâmetros:

- potência de amplificação;
- número de caixas ou difusores acústicos para dar boa cobertura a toda a área da sala de forma homogênea;
- inteligibilidade e tempo de reverberação;
- sistema de distribuição do sinal aos vários alto-falantes.

Devem ser considerados dois sistemas de sonorização que, mesmo tendo alguns elementos comuns, são voltados a objetivos diferentes. O primeiro sistema consta do equipamento necessário para alcançar um determinado nível sonoro em um auditório médio ou grande. O segundo diz respeito à instalação de um sistema de música ambiente em um certo número de salas ou habitações de dimensões convencionais.

No primeiro caso, é preciso dispor de um amplificador com potência de saída adequada ao volume do ambiente a ser sonorizado, às características de reverberação e, também, ao nível sonoro desejado, para que a nitidez seja a melhor possível. Especialmente, deve ser considerado o tempo de reverberação, do qual depende a qualidade sonora de reprodução.

Além disso, em certas ocasiões, mesmo que as três condições citadas tenham sido perfeitamente atendidas, se, por alguma circunstância, a potência acústica irradiada é alterada, elevando o volume do amplificador, pode ocorrer uma perda de nitidez muito grande, com efeito equivalente ao incremento



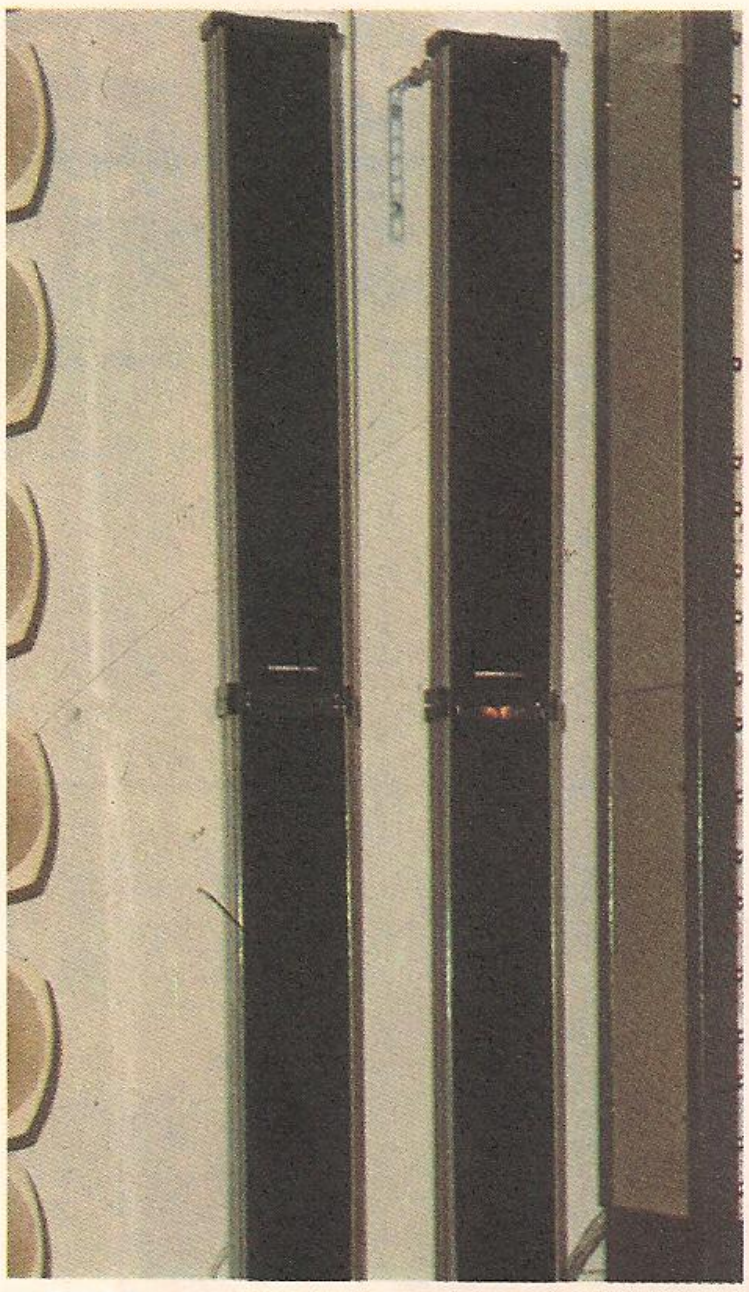
ACIMA: distribuição do som em uma sala de auditório, com quatro difusores nos lugares mais adequados.

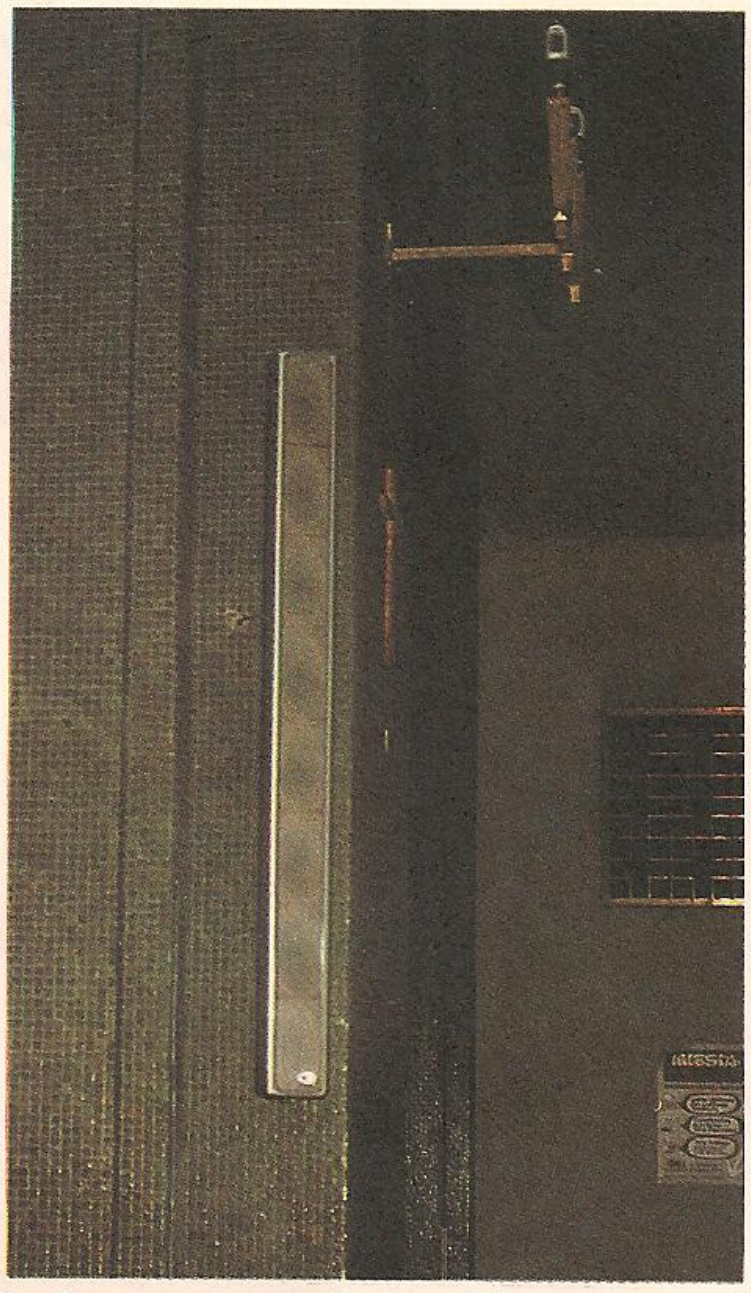
do tempo de reverberação. Existem diagramas com os quais é possível determinar a potência necessária para sonorizar uma sala de certo tamanho com um nível de 100 dB SPL, nível que está em função do volume do ambiente em metros cúbicos e de seu tempo de reverberação, um parâmetro que deverá ser medido antes de qualquer outra coisa. Tomando o diagrama da página 614 como referência, observa-se que, para uma sala de 3000 m^3, com tempo de reverberação de meio segundo, são necessários cerca de 150 W. Se o tempo de reverberação fosse de 5 s, a potência seria a décima parte, isto é, 15 W. Mas, se o volume da sala fosse dez vezes superior ao exemplo citado, isto é, igual a 30000 m^3, a potência também deveria ser multiplicada por 10 (15000 W).

Se o ambiente a ser sonorizado possui um tempo de reverberação não apropriado, é preciso realizar adequações ambientais, acrescentando materiais absorventes e refletores acústicos, capazes de modificar os parâmetros ambientais até os valores desejados.

Outro aspecto do problema relaciona-se com a escolha dos alto-falantes mais adequados. A esse respeito, existem diferentes alternativas em função do tipo de som a ser reproduzido. Se os sinais estiverem compreendidos na faixa de freqüência da voz humana, são suficientes colunas de reforço do som, com um conjunto de 4 ou 6 alto-falantes dispostos verticalmente e orientados na mesma direção.

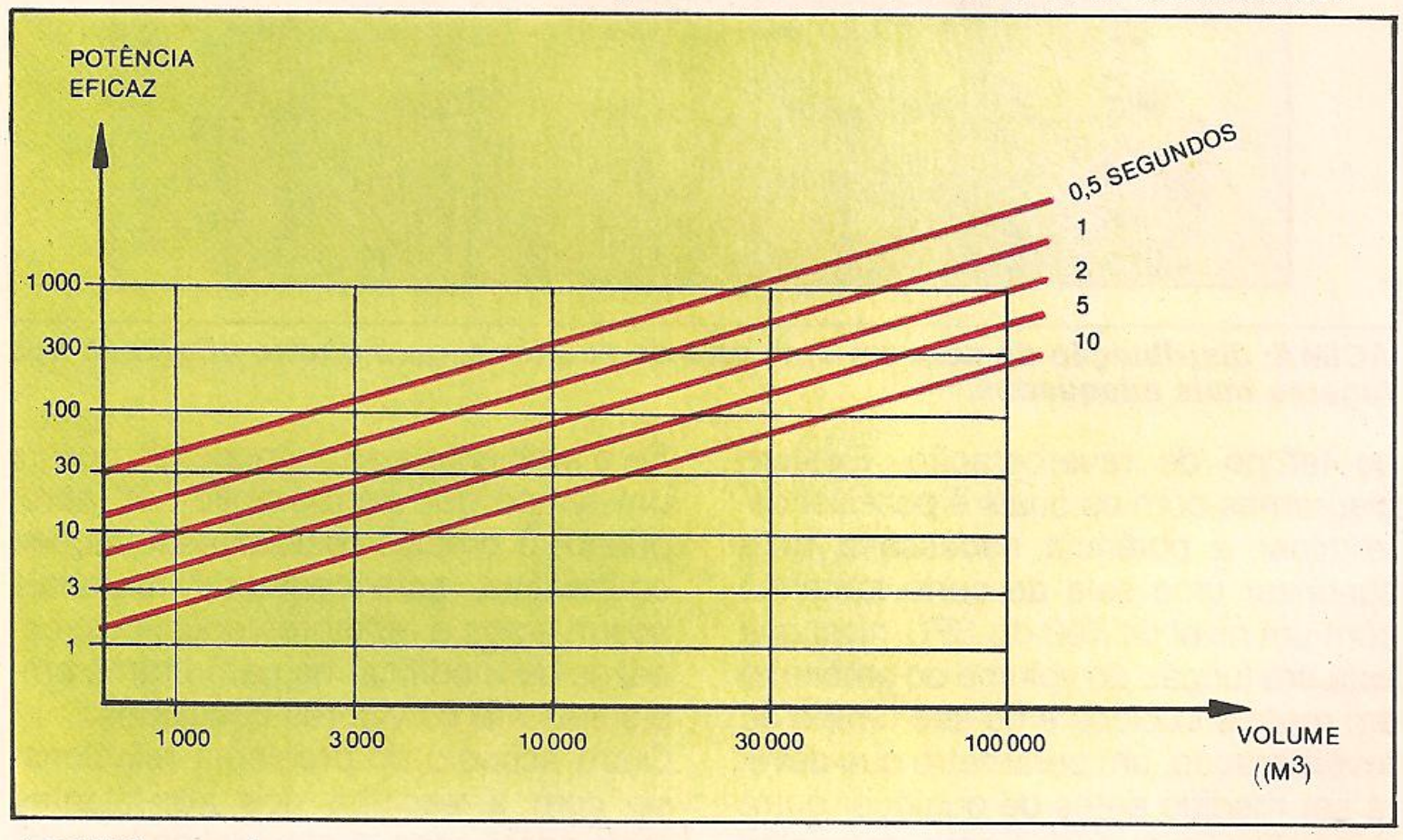
Na maioria dos casos, os alto-falantes são iguais e de dimensões médias (de 10 cm a 20 cm de diâmetro), próprios



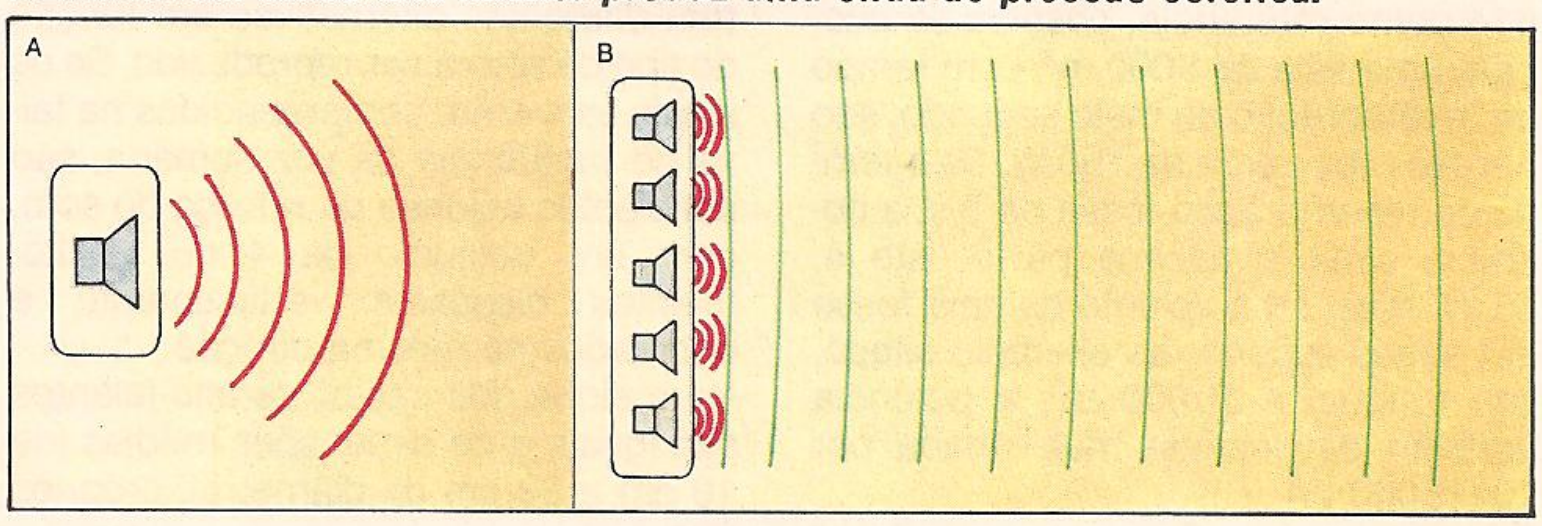


ACIMA: diferentes tipos de difusores utilizados para sonorizar ambientes.

ABAIXO: diagrama para determinar a potência de saída de um amplificador, para sonorização de uma sala com o volume e os tempos de reverberação indicados. O nível sonoro de referência é 100 dB, com alto-falante com 5% de rendimento.



ABAIXO: um único alto-falante produz uma onda de pressão esférica.



para reproduzir toda a variedade média de freqüências. A ligação entre eles é feita de modo que cada um irradie a mesma energia sonora no mesmo espectro de freqüências.

Existem numerosas combinações que permitem obter diferentes impedâncias, entre as quais deve ser escolhida a que se adapte melhor ao amplificador de potência. Não é necessário utilizar nenhum filtro de separação de freqüências entre os alto-falantes. As caixas acústicas são projetadas de forma a eliminar as ondas posteriores emitidas pelos cones dos alto-falantes. As caixas irradiam simultaneamente e em fase o mesmo som, produzindo um tipo de onda sonora denominada onda plana, diferente da onda esférica, que é irradiada por um único alto-falante. Dessa maneira, ocorre uma melhor distribuição de som em todo o campo de ação da coluna.

Para a sonorização de salões de baile, discotecas, etc., são utilizados escudos acústicos dos tipos empregados em alta-fidelidade, mas com potência e rendimentos elevados, tornando possível a combinação de caixas diferentes para adaptar a impedância de saída do amplificador.

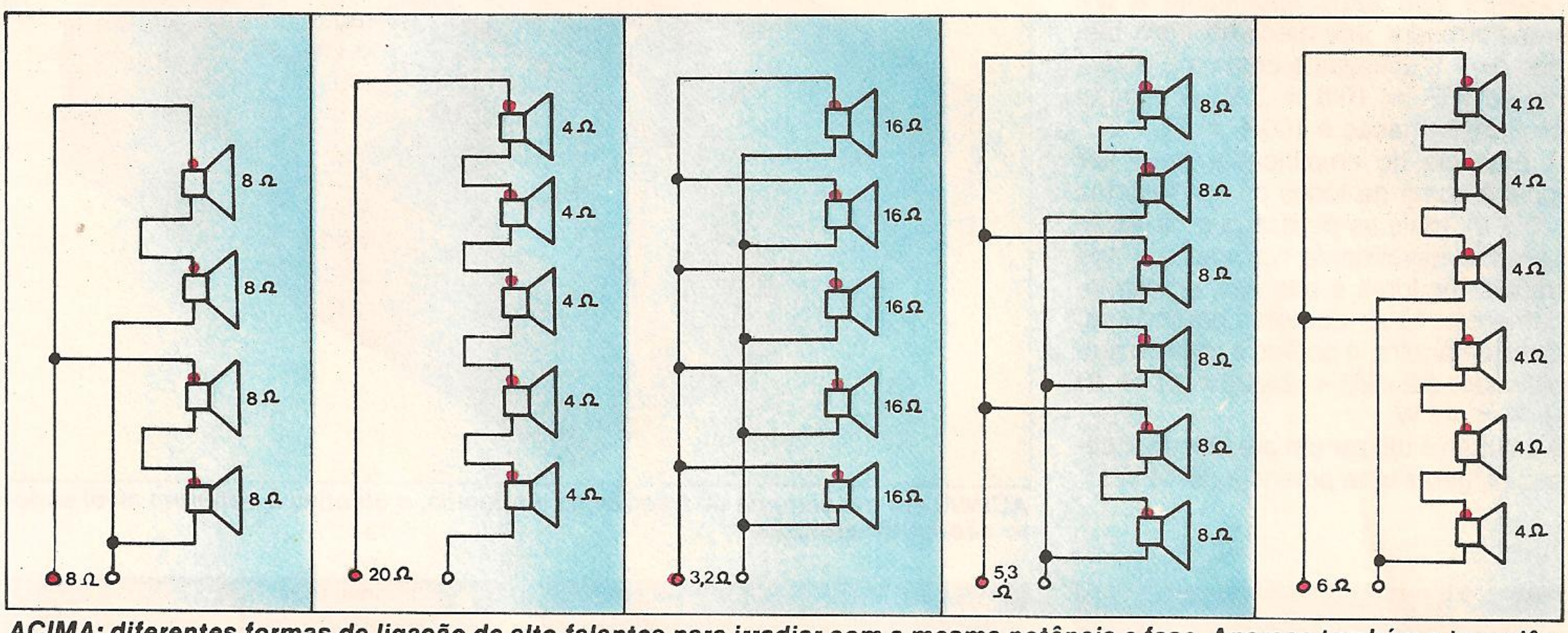
No segundo sistema de sonorização (música ambiente para um certo número de salas), é interessante produzir um nível sonoro não muito elevado, com um grande número de diferentes pontos de escuta, para escritórios, supermercados, magazines, etc.

Nesse caso, a potência necessária não dependerá, como no sistema anterior, das características acústicas do ambiente, pois os níveis de pressão sonora são razoavelmente baixos e não é possível reconstruir as condições sonoras de todo o ambiente. Os únicos fatores que influenciam o nível de saída do amplificador são o número de alto-falantes a serem instalados e a potência máxima que cada um deles pode irradiar.

Nesse segundo sistema, são usados alto-falantes de diâmetro médio (de 10 cm a 20 cm), localizados dentro de caixas acústicas individuais dotadas, na maioria, de potenciômetros autônomos de volume.

As linhas que levam ao amplificador central são muito longas e, para evitar perdas de energia sobre os cabos, costuma-se trabalhar com impedâncias muito altas. Assim, a distribuição da potência se dá com elevada tensão

e fraca intensidade de corrente, com um procedimento semelhante ao da distribuição da energia elétrica nas redes de alta-tensão.
É utilizado com certa freqüência um transformador ligado à saída do amplificador para elevar a impedância de 8 Ω a 500 Ω e a um nível de tensão de cerca de 100 V. Cria-se, portanto, a rede de distribuição, de modo que cada alto-falante ligado tenha um transformador que realize a operação de baixar a impedância de 500 Ω para 8 Ω, devolvendo a tensão, a corrente e a impedância necessárias a cada ponto de difusão.
A seguir, mostramos o cálculo de uma instalação como exemplo para o leitor interessado no projeto de um sistema. Trata-se de determinar a potência necessária para sonorizar vinte seções



ACIMA: diferentes formas de ligação de alto-falantes para irradiar com a mesma potência e fase. Aparece também a impedância resultante.

NOÇÕES TEÓRICAS

Os servossistemas

O funcionamento básico dos servossistemas (ou sistemas de controle) é relativamente simples. Um determinado circuito "observa" o comportamento do dispositivo a ser controlado e obtém um sinal proporcional ao desvios produzidos.
Este sinal é chamado de sinal de erro, pois indica o desvio do dispositivo da posição desejada. Este sinal de erro, depois de convenientemente tratado, deve ser enviado à entrada do dispositivo, corrigindo os erros.
Para esclarecer melhor, pode-se tomar como exemplo o controle de velocidade de um motor de corrente contínua, de forma que esta permaneça constante dentro de limites bem delimitados e possa ser regulada automaticamente, sem que haja a necessidade de uma pessoa que supervisione o processo.
Nesse caso, será preciso dispor de um gerador de corrente contínua que alimente o induzido do motor. Coloca-se, em seguida, um dispositivo acoplado mecanicamente ao eixo motor, que vai ser utilizado como transdutor e conversor da velocidade em sinal elétrico de controle.
Dessa maneira, e supondo que o sistema esteja naquele momento em velocidade constante, cada alteração será detectada pelo sensor e enviada a um amplificador, a fim de que se obtenha um nível suficiente de sinal para corrigir a tensão de excitação do gerador.
O sensor de velocidade pode ser constituído por um dínamo, isto é, um gerador de corrente contínua com funcionamento oposto ao de um motor.
O sinal de erro gerado é aplicado em um circuito eletrônico que recebe parte da tensão de excitação destinada ao induzido e o sinal de controle da velocidade, de forma que, combinando ambos, ocorra uma variação da corrente enviada ao motor, corrigindo imediatamente as variações que eventualmente não sejam desejadas.
Se se quiser que o circuito anterior regule a velocidade de acordo com um sinal externo, será necessário um outro circuito comparador, que gere um sinal de erro. Esse circuito mudará a excitação do rotor até amarrá-lo ao novo valor de velocidade, tornando iguais os dois sinais e fazendo desaparecer o sinal de erro, estabilizando, assim, o sistema.
Na realidade, o sinal de erro não desaparece por completo e representa a chave do funcionamento, mas tenderá a um nível muito baixo. Um exemplo de servossistema de tipo exclusivamente elétrico é o circuito estabilizador de tensão de uma fonte de tensão regulada.
Nesse caso, há um resistor que retira parte da tensão de saída, comparando-a com a de um diodo zener. A diferença é amplificada e serve para corrigir as alterações.
Existe uma classificação padronizada dos servossistemas em relação às características da variável a ser controlada:

- *servo de tipo O ou de posição;*
- *servo de tipo 1 ou de velocidade;*
- *servo de tipo 2, também chamado servo de aceleração.*

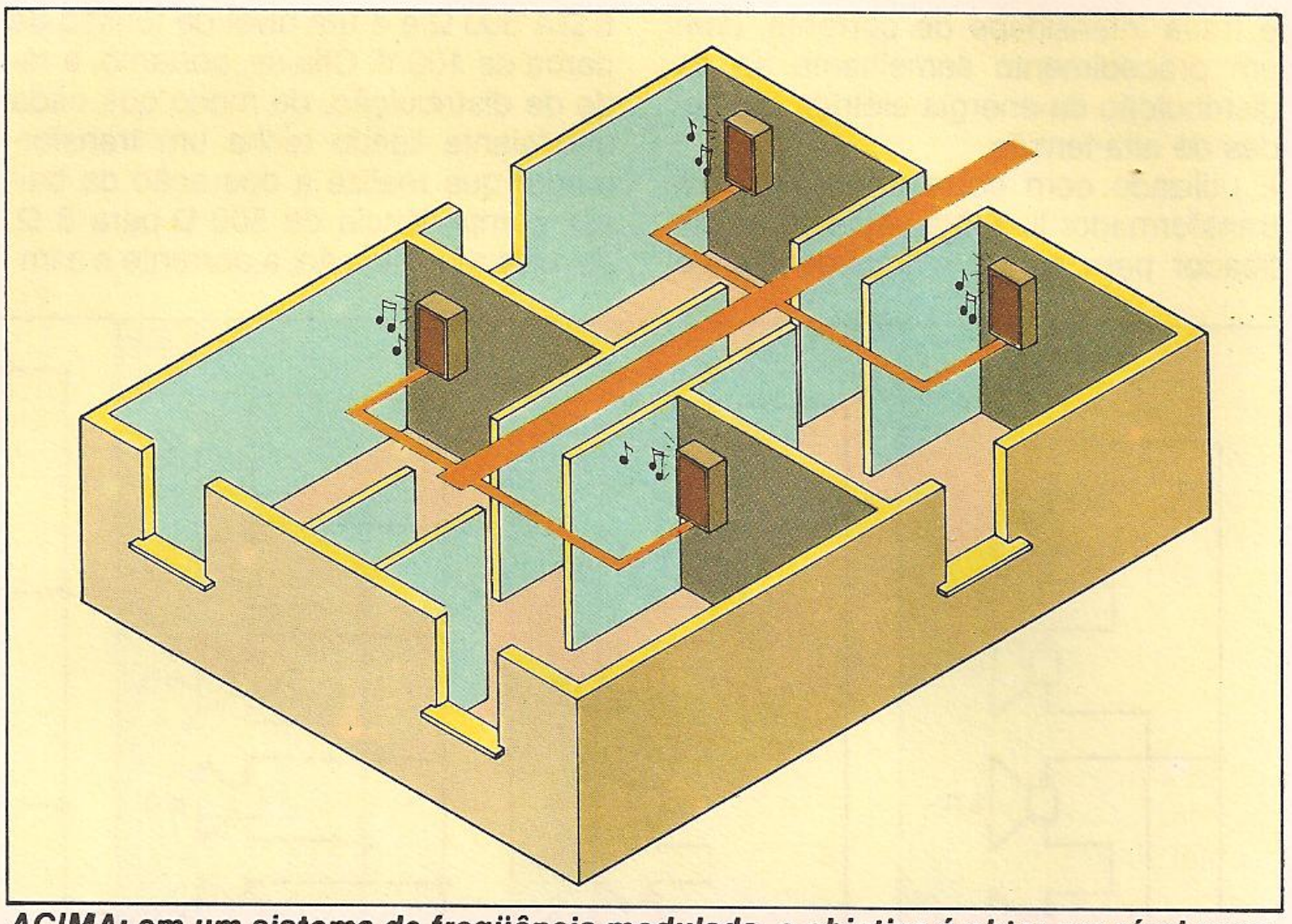
diferentes de uma indústria com uma potência máxima de 2 W.

É importante calcular as características do transformador de cada alto-falante, admitindo-se 8 Ω de impedância para todos.

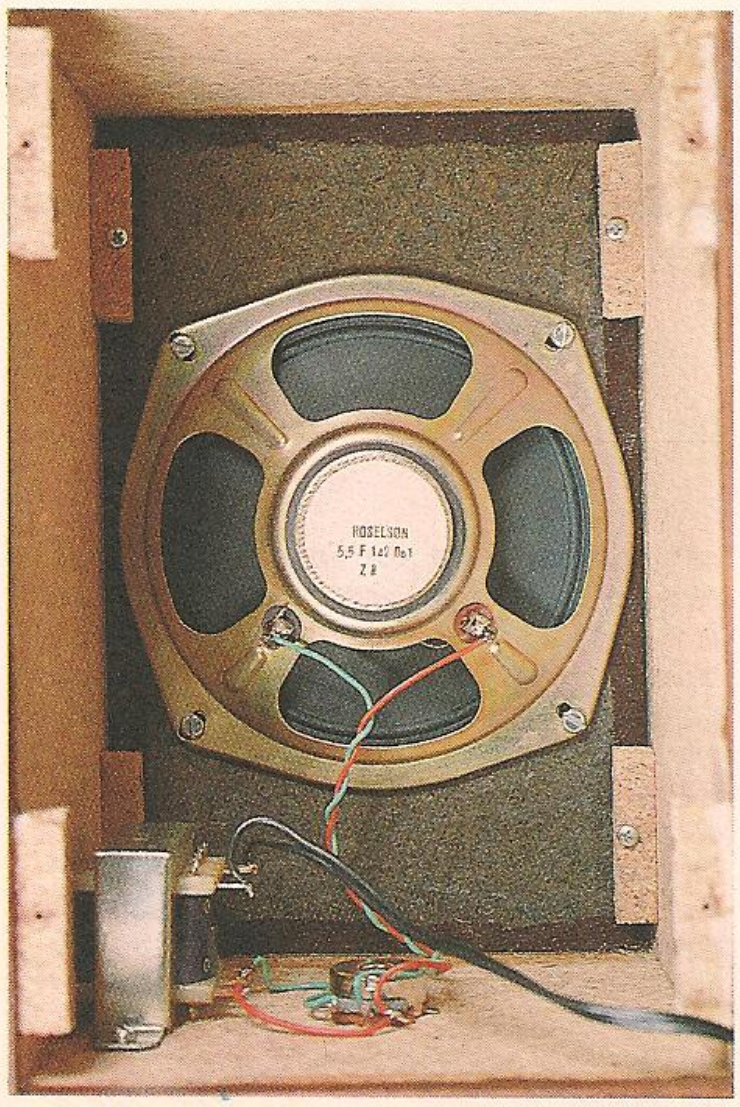
Supondo uma distribuição de 100 V, deve-se ligar cada alto-falante a um transformador intermediário com tensão de 4 V eficazes e com uma potência de $V^2/R = 16/8 = 2$ W. A relação de transformação é 100/4 = 25.

A potência do amplificador deve ser igual à soma de todos os alto-falantes (20 x 2), mais as perdas que se verificam inevitavelmente nos cabos e nos transformadores e que são, aproximadamente, 10% do total precedente. Dessa maneira, a potência total do amplificador é 2 x 20 + 2 x 20 x 0,1 = 40 + 4 = 44 W.

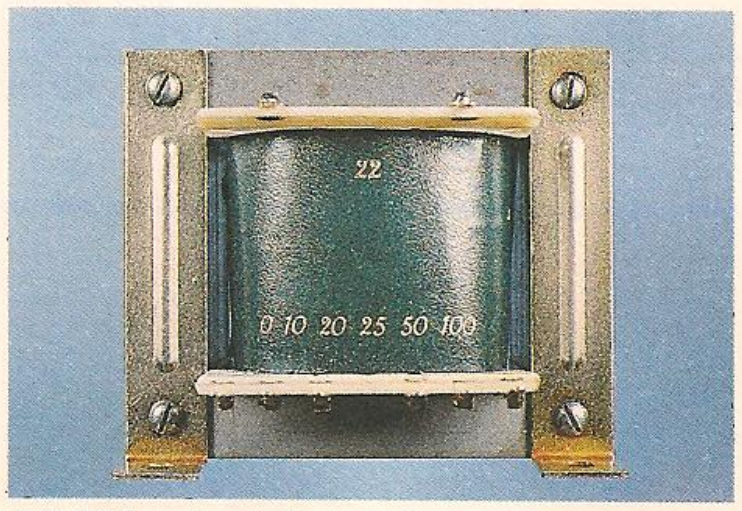
A solução é utilizar um amplificador capaz de gerar uma potência de 44 W.



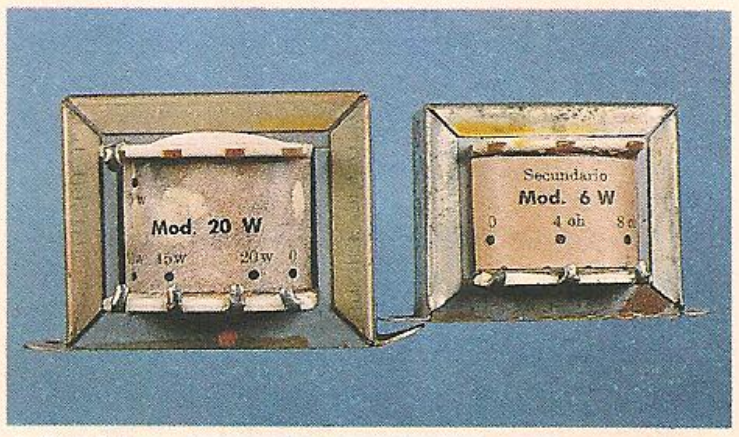
ACIMA: em um sistema de freqüência modulada, o objetivo é obter um nível sonoro não muito elevado.



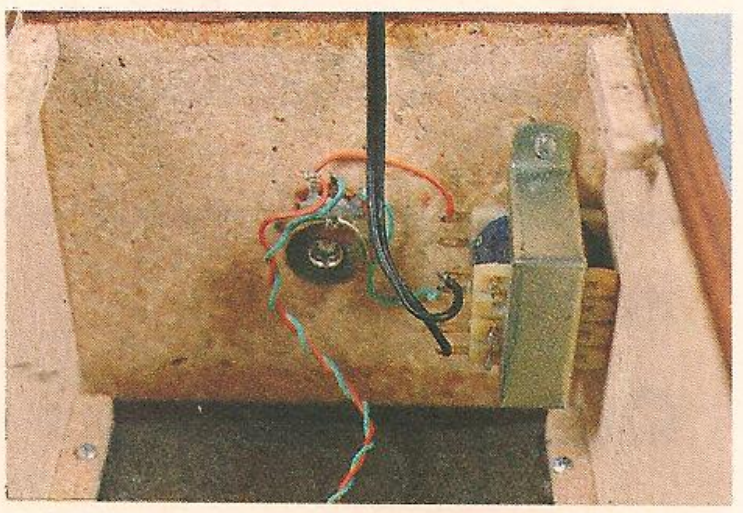
ACIMA: interior de uma caixa acústica com todos os elementos necessários.



ACIMA: transformador-adaptador de um amplificador de potência de uma linha distribuidora do som. Ele permite saídas em 10, 20, 25, 50 e 100 V.



ACIMA: transformadores para ligar uma caixa acústica em uma linha de distribuição de alta impedância.

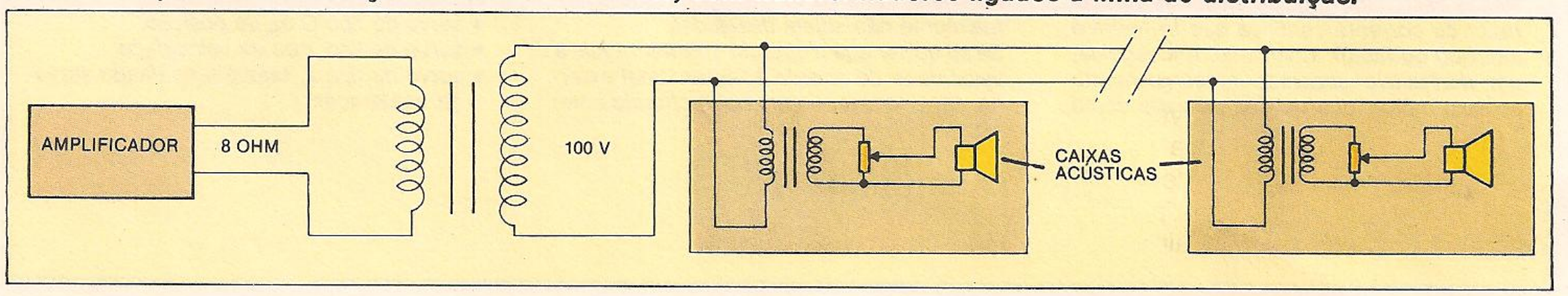


ACIMA: detalhe do transformador de linha e do potenciômetro de volume em uma caixa acústica.



ACIMA: controle de volume no lado inferior da caixa. Ele é útil para regular o nível sonoro.

ABAIXO: esquema de instalação de música ambiente, com transformadores ligados à linha de distribuição.



O MICROCOMPUTADOR PESSOAL

Na evolução da eletrônica, ele ocupa um lugar muito especial. Estamos falando do microcomputador pessoal, que executa as mais variadas operações, e facilita o trabalho em casa, no escritório, nas pequenas e médias empresas. Conheça aqui, em detalhes, o seu funcionamento.

Com a enorme e rápida evolução dos computadores no decorrer dos últimos vinte anos, e da tendência crescente à miniaturização, foi possível desenvolver microcomputadores que, em termos de preço, dimensões e características, constituem o equipamento perfeito para usar nas mais variadas situações. Um microcomputador é um auxiliar eficaz em inúmeras operações: na contabilidade doméstica, na organização de uma biblioteca, na programação de jogos de vídeo, no repertório de programas para várias atividades profissionais, etc.

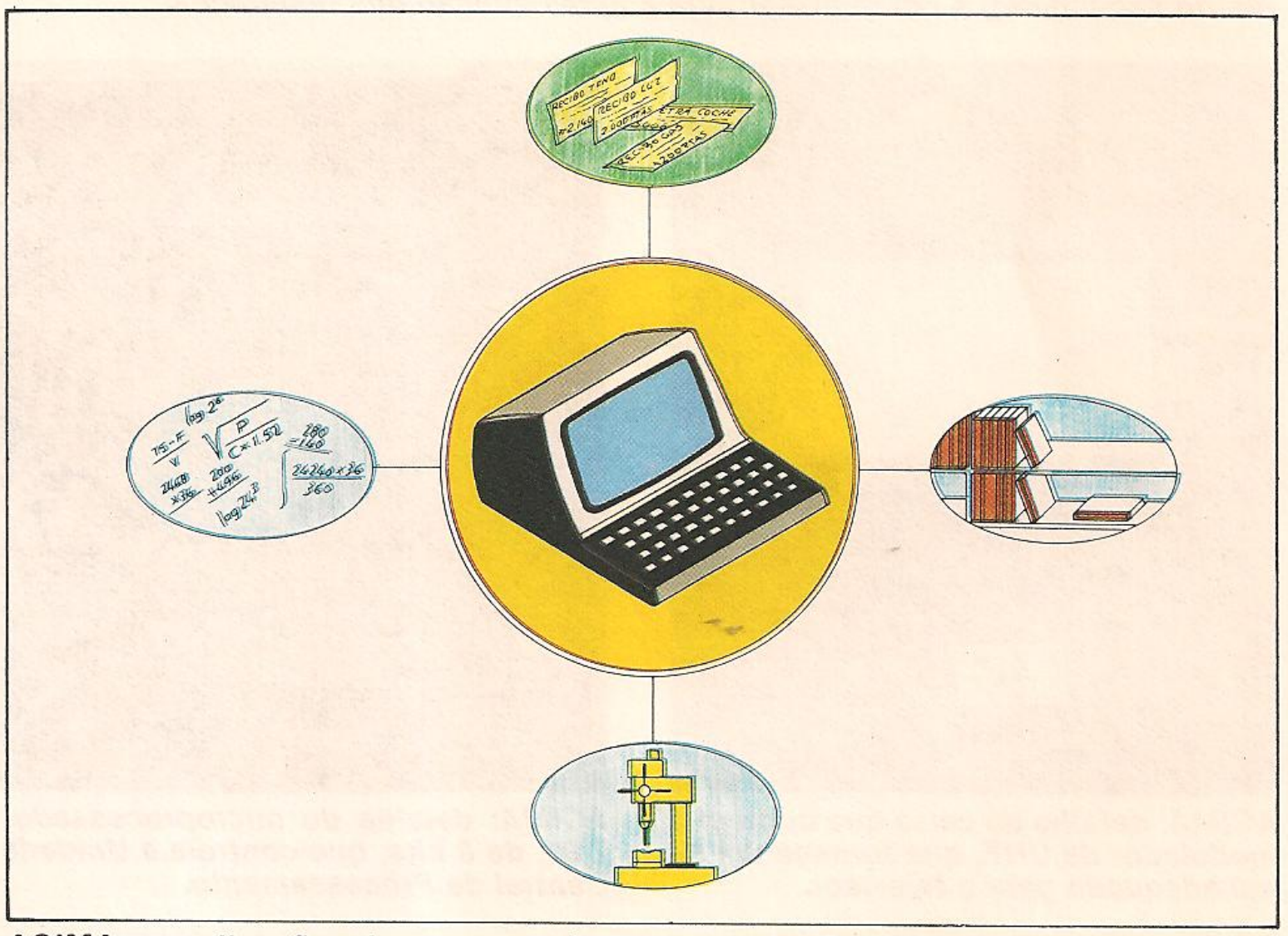
Sob a denominação de **computadores pessoais, CP** (***personal computer, PC,*** em inglês) está incluída uma enorme variedade de equipamentos que se diferenciam basicamente por seu software (sistema programacional) e por sua capacidade de memória. É exatamente esta capacidade de memória que torna viável a possibilidade de carregar programas mais ou menos complexos, orientados para aplicações simples ou para problemas mais sofisticados. O software simplifica muito qualquer operação, tornando o CP a cada dia mais indispensável.

A estrutura mais simples que um computador pessoal pode apresentar consiste em uma caixa que contém o sistema principal (UCP, memória e portas E/S) um teclado de acesso e alguns conetores de entrada e saída, que permitem a sua ligação a um monitor de vídeo ou a um televisor. Com isso, pode-se listar o programa que está sendo desenvolvido e os resultados obtidos.

Um acréscimo de sofisticação em relação a essa estrutura básica é o uso de um gravador cassete, que serve de armazenamento secundário (AS). O armazenamento secundário AS serve como suporte para ler ou escrever dados ou programas sobre uma fita cassete ou outro meio de gravação, de modo a não sobrecarregar a memória principal (MP) com programas que ainda não são definitivos.

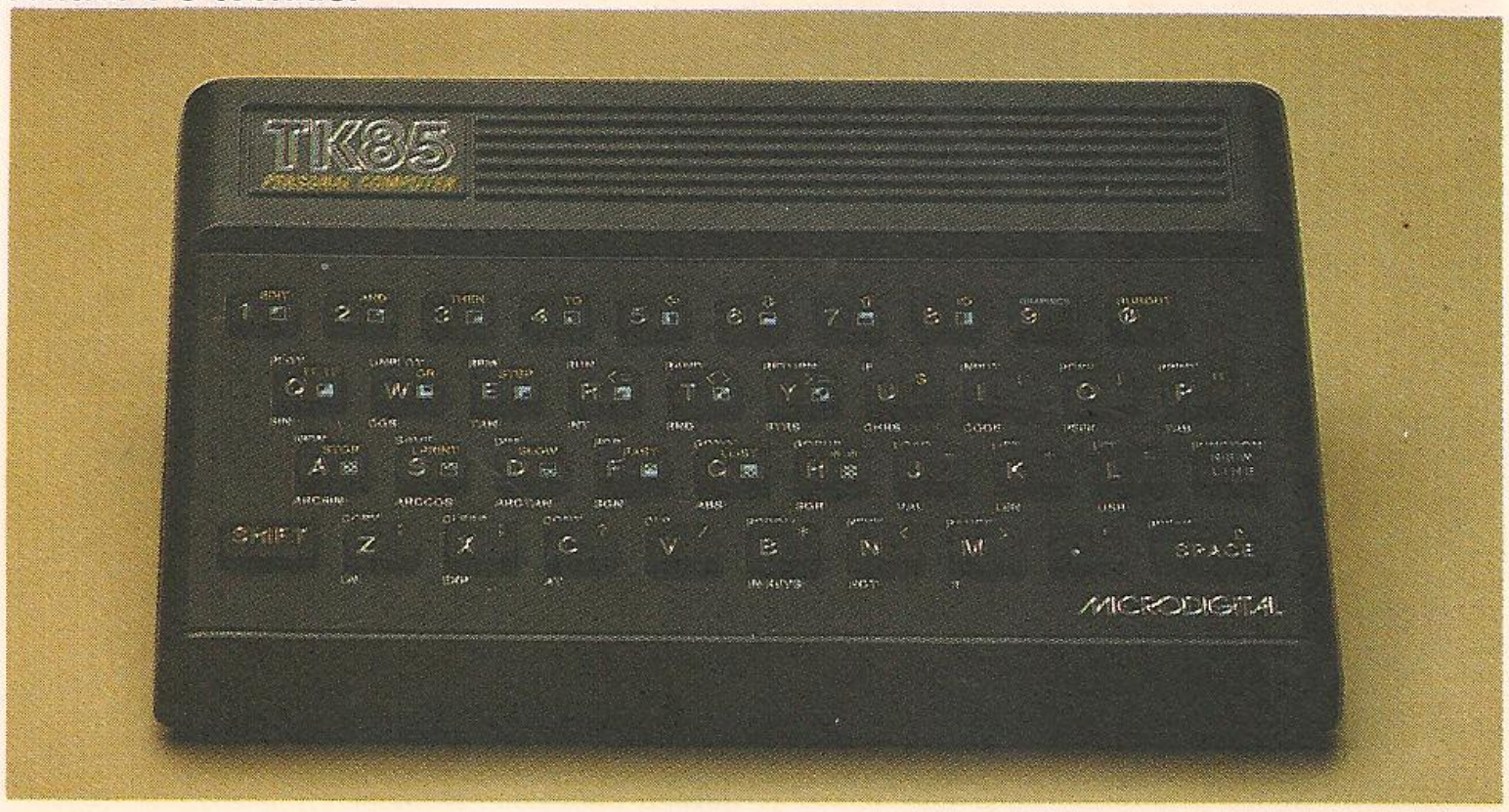
Dessa maneira, tem-se a vantagem de poder armazenar no interior do AS todos os programas mais utilizados, evitando a necessidade de ter de introduzi-los no teclado toda vez que seja preciso reutilizá-los.

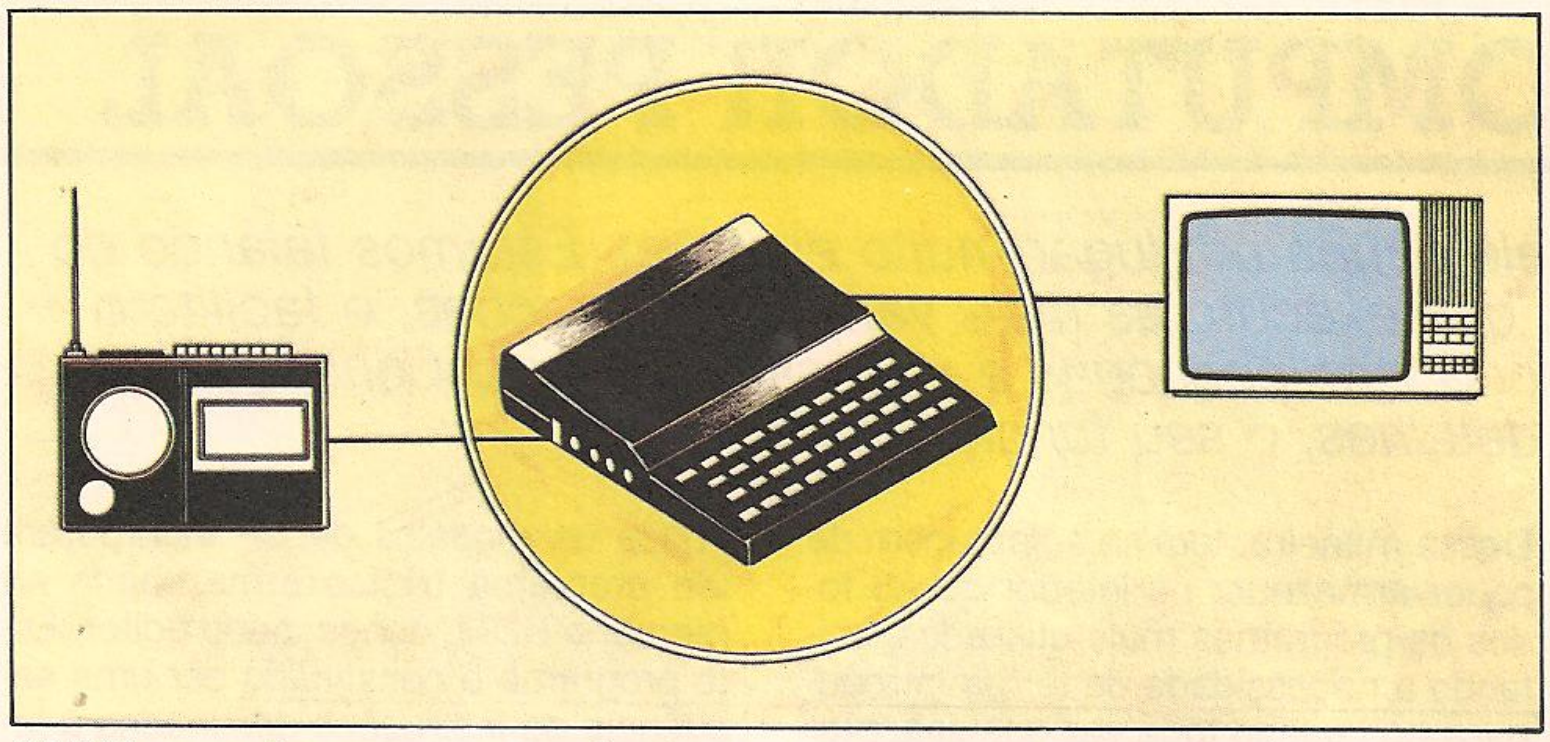
Todos os modelos de CP incorporam um programa básico armazenado na memória ROM, denominado editor. Este programa é constituído por uma seqüência de instruções destinadas a indicar à UCP o que deve ser feito para a



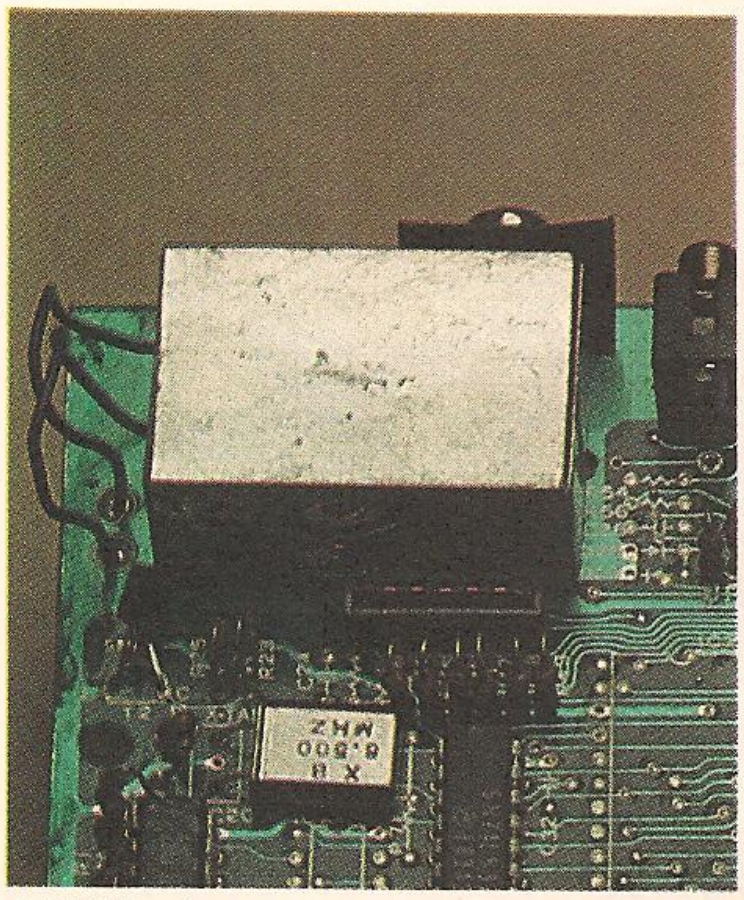
ACIMA: as aplicações dos computadores pessoais são muito amplas e diferentes, mas prevalecem as que são destinadas ao uso pessoal.

ABAIXO: uma caixa de plástico do tamanho de um livro comum abriga a unidade central e o teclado.

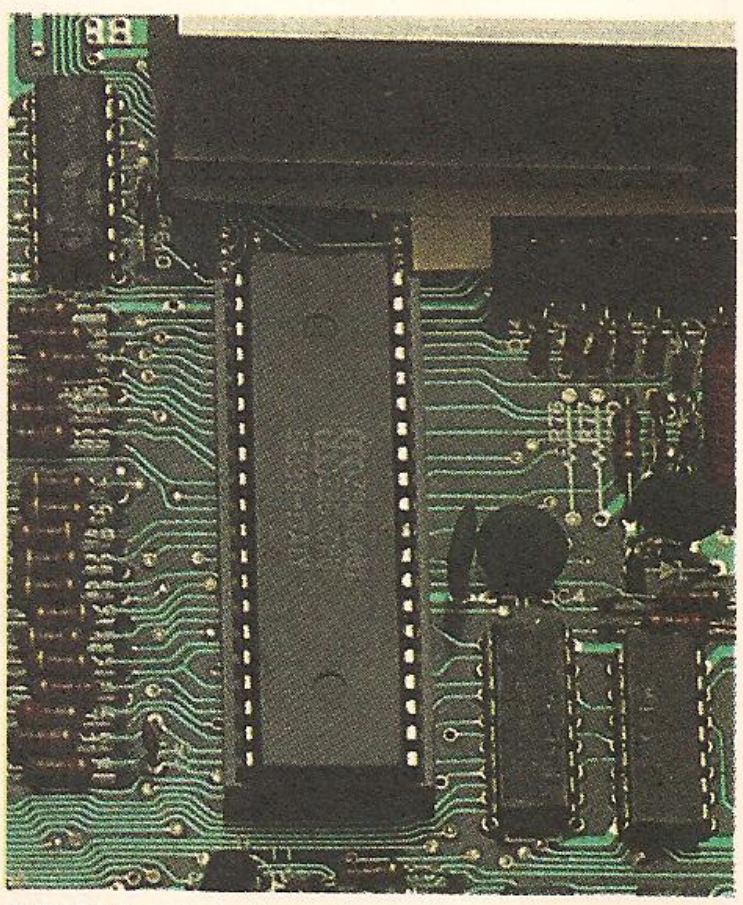




ACIMA: uma das estruturas mais simples que um computador pessoal pode apresentar, com um aparelho de fitas cassete para memória permanente (armazenamento secundário) e um televisor para a apresentação dos resultados.

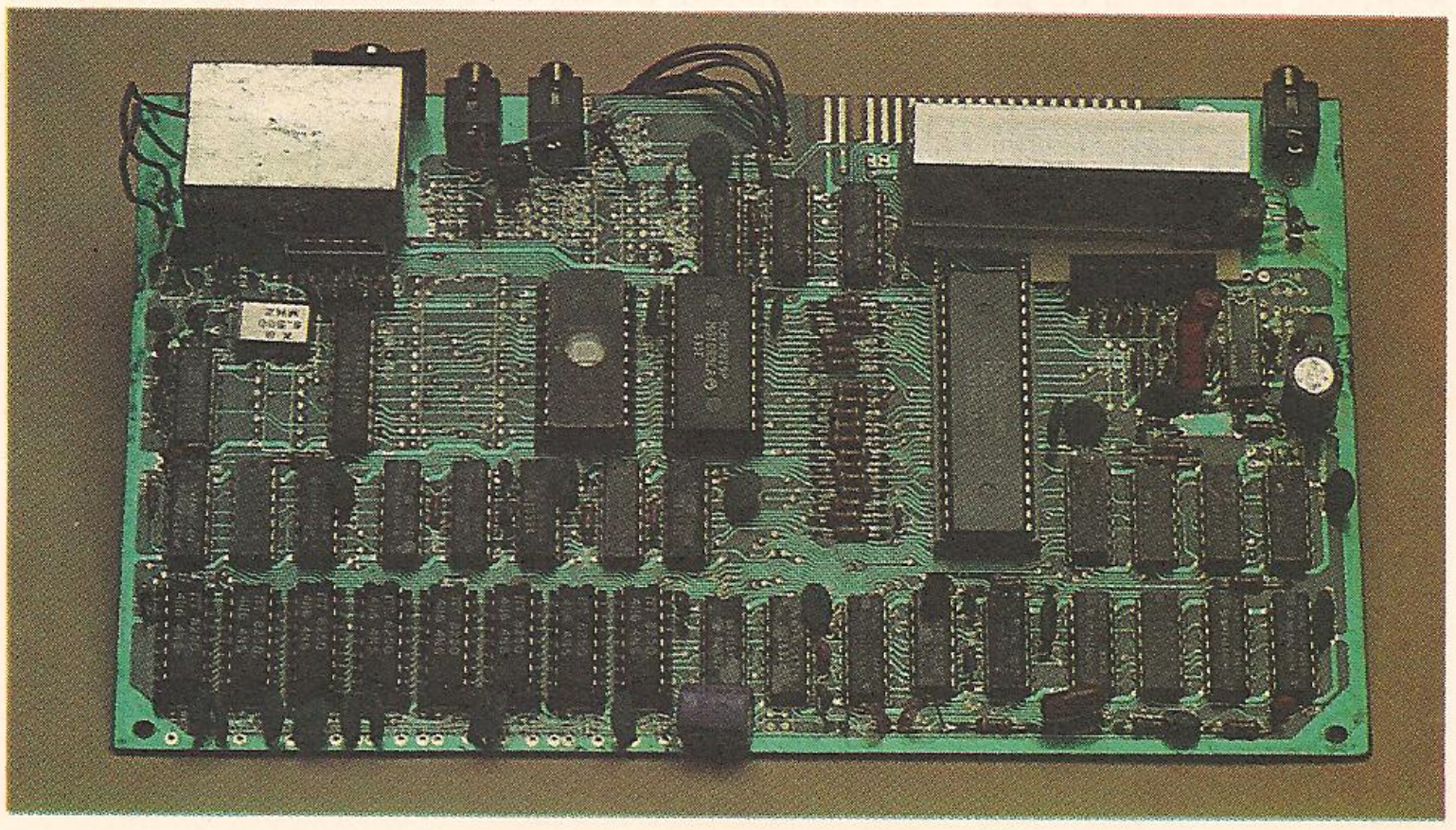


ACIMA: detalhe da caixa que contém o modulador de UHF, que fornece um sinal adequado para o televisor.



ACIMA: detalhe do microprocessador Z 80, de 8 bits, que controla a Unidade Central de Processamento.

ABAIXO: circuito correspondente à unidade base do computador pessoal, com suas várias partes.



operação básica do computador pessoal. Ou seja: ele encarrega-se de fazer com que a UCP receba os comandos do teclado nos momentos apropriados. Indica também o que deve ser enviado ao terminal de vídeo e como apresentar os dados sobre a tela do televisor, ensina-a a interpretar as ordens relativas ao armazenamento dos dados da fita magnética, e mais uma série de operações desse tipo, de acordo com a especificidade de cada sistema.

Um dos sistemas mais simples e difundidos, acessível a qualquer pessoa, é o ZX-81 da linha Sinclair. Ele é formado por uma unidade principal, que contém o microcomputador, com uma saída em UHF para ligação com o televisor-monitor.

No interior dessa unidade existe a UCP, formada pelo microprocessador Z 80, operando a 3,25 MHz, uma memória ROM de 10 kbytes programada pelo fabricante — com todas as instruções básicas de desenvolvimento —, uma memória RAM com uma capacidade de 16 ou 48 kbytes, conforme o modelo do microcomputador — destinada a todos os programas e dados do usuário —, e um cartão de interface como meio exterior encarregado da supervisão de todos os processos de entrada/saída de dados.

O comprimento de palavra utilizado pelo microprocessador Z 80 é de 8 bits, sendo nesse processador adotado o byte de 8 bits.

O conjunto desse computador é completado por uma impressora de 32 colunas que permite a impressão dos programas e dos resultados parciais.

A impressora utiliza papel metalizado especial, em rolo, capaz de tirar listagens de programas, copiar o conteúdo da tela (inclusive gráficos), etc.

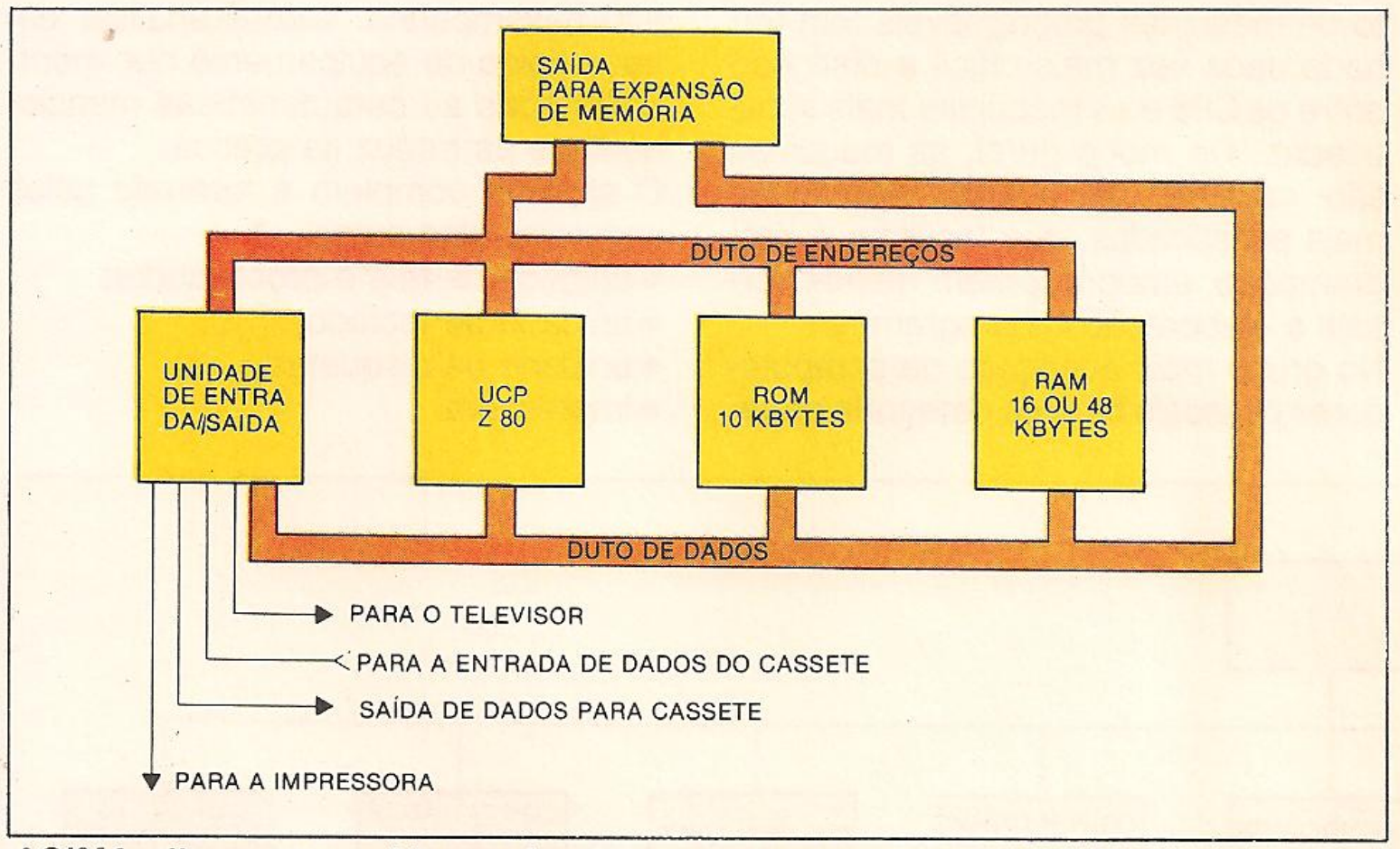
Atualmente, diversas empresas nacionais oferecem periféricos especiais para os micros compatíveis com a linha Sinclair.

O sistema possui ainda uma fonte em corrente contínua que, a partir da rede, fornece ao equipamento os 10 V de tensão contínua necessários para o funcionamento normal.

Para introduzir programas e dados no sistema, é utilizada uma linguagem de programação denominada BASIC. A linguagem BASIC possui uma série de comandos simples (normalmente em inglês), facilmente manipulados pelo usuário. Internamente, este CP possui o interpretador BASIC.

O interpretador BASIC é um programa que, no interior da máquina, decodifica as palavras ou instruções que foram recebidas do teclado, passando-as em seguida para palavras em código binário, que pode ser entendido pelo microprocessador Z 80.
Nessas condições, o microprocessador é capaz de efetuar toda a série de operações que são exigidas. Os resultados são convertidos novamente na linguagem inicial antes de serem apresentados ao usuário.

A tradução da linguagem BASIC para a linguagem em código de máquina, entendida pelo microprocessador, é feita em duas etapas. Na etapa intermediária, temos as instruções do microprocessador escritas em forma de abreviações alfanuméricas que traduzem a operação a ser realizada.
Essas abreviações, chamadas de mnemônicas, embora não sejam tão familiares ao usuário como as instruções em BASIC, permitem que ele utilize diretamente as instruções do microprocessador sem ter de usar diretamente as instruções de máquina.
Quando o usuário escreve um programa utilizando os mnemônicos das instruções do microprocessador, dizemos que temos um programa escrito em linguagem de montagem (***Assembler Language***, em inglês).
O programa que traduz um programa escrito em linguagem de montagem para um programa escrito em linguagem de máquina é chamado de montador (***Assembler***).



ACIMA: diagrama em blocos do sistema microcomputador ZX-81, mostrando somente a estrutura principal.

ABAIXO: o microcomputador pode ser ligado a um receptor de TV e a um gravador cassete comuns.



Quais são as partes que constituem um computador pessoal?
A estrutura mais simples corresponde ao sistema básico de um microcomputador constituído pela Unidade Central de Processamento (UCP), pela memória e pelas portas E/S, mais um teclado de acesso para a comunicação homem-máquina e por um mostrador de saída, que permite visualizar as operações.

Quais as operações que o computador realiza para utilizar um programa gravado em fita magnética?
A primeira operação consiste na leitura de todas as informações contidas na fita e na sua transferência para a memória RAM interna. Em seguida, ele executa todas as instruções do programa, extraindo-as da posição que ocupam nessa memória.

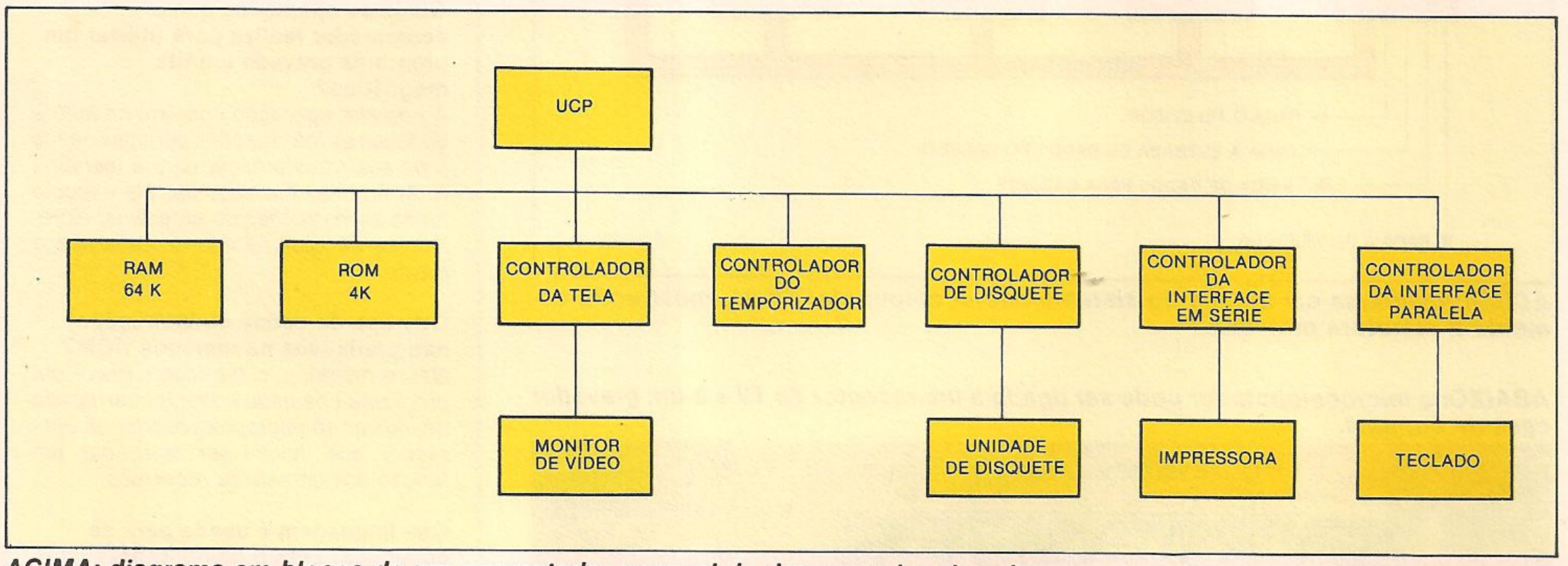
Que tipo de dados ou instruções são prefixados na memória ROM?
Nessa memória, o fabricante grava um programa chamado editor, encarregado de indicar ao microprocessador as operações que devem ser realizadas em função dos comandos recebidos.

Que linguagem é usada para se comunicar com o computador?
Nos modelos mais simples de computadores pessoais, utiliza-se normalmente a linguagem BASIC, que contém uma série de palavras, termos e sinais que a máquina — através de seu interpretador — pode compreender e executar, e que o usuário assimila com facilidade.

A linguagem BASIC utilizada para as comunicações com o computador pode ser interpretada diretamente pela máquina?
Não, pois a máquina pode compreender somente palavras escritas com base num sistema binário. Por isso, qualquer outra linguagem deve ser traduzida.

De modo geral, o interpretador BASIC traduz um programa escrito nesta linguagem para um programa escrito em linguagem de montagem. Já o montador traduz o programa em linguagem de montagem para o programa em linguagem de máquina.
Antes de introduzir qualquer programa, convém redigi-lo sobre uma folha de papel, colocando em ordem todas as instruções e os dados que devem ser transmitidos pelo teclado, além de comentários sobre as instruções. Este procedimento serve para resolver eventuais dúvidas ou erros e, caso isso aconteça, para analisar o programa realizado e localizar a causa do erro.
As principais aplicações dos CPs são os cálculos científicos ou matemáticos, através da programação de um determinado algoritmo, de modo a obter soluções de uma equação ou função matemática.
Uma outra possibilidade que diferencia um CP de uma calculadora programável refere-se ao tratamento de textos. A máquina é capaz de receber uma série de mensagens escritas dentro de um determinado programa, que são elaboradas e aparecerão na tela de modo ordenado, juntamente com os resultados numéricos desse programa. Além disso, ela coloca à nossa disposição uma série de símbolos especiais, com os quais é possível formular gráficos ou então apresentar os resultados obtidos de uma operação.
A evolução da tecnologia e o surgimento de máquinas programáveis têm tornado cada vez mais difícil a distinção entre os CPs e as máquinas mais sofisticadas. De modo geral, as máquinas são capazes de realizar operações mais sofisticadas, que facilitam a programação, embora tornem menos versátil a elaboração de programas.
No grupo mais avançado de computadores pessoais há uma categoria projetada especialmente para a gestão de médias e pequenas empresas: são os microcomputadores.
Eles permitem fazer previsões e gerir a contabilidade, as contagens do estoque e até mesmo a correspondência comercial, já que possibilitam corrigir cartas na tela antes de serem passadas para a impressora. Também é possível armazenar em suas memórias documentos, escritos ou gráficos que tenham de ser reproduzidos.
A indústria nacional tem desenvolvido uma série de microcomputadores de alto desempenho. Vamos analisar um caso típico de equipamento que incorpora todas as características mencionadas e as traduz na prática.
O sistema completo é formado pelos seguintes elementos:

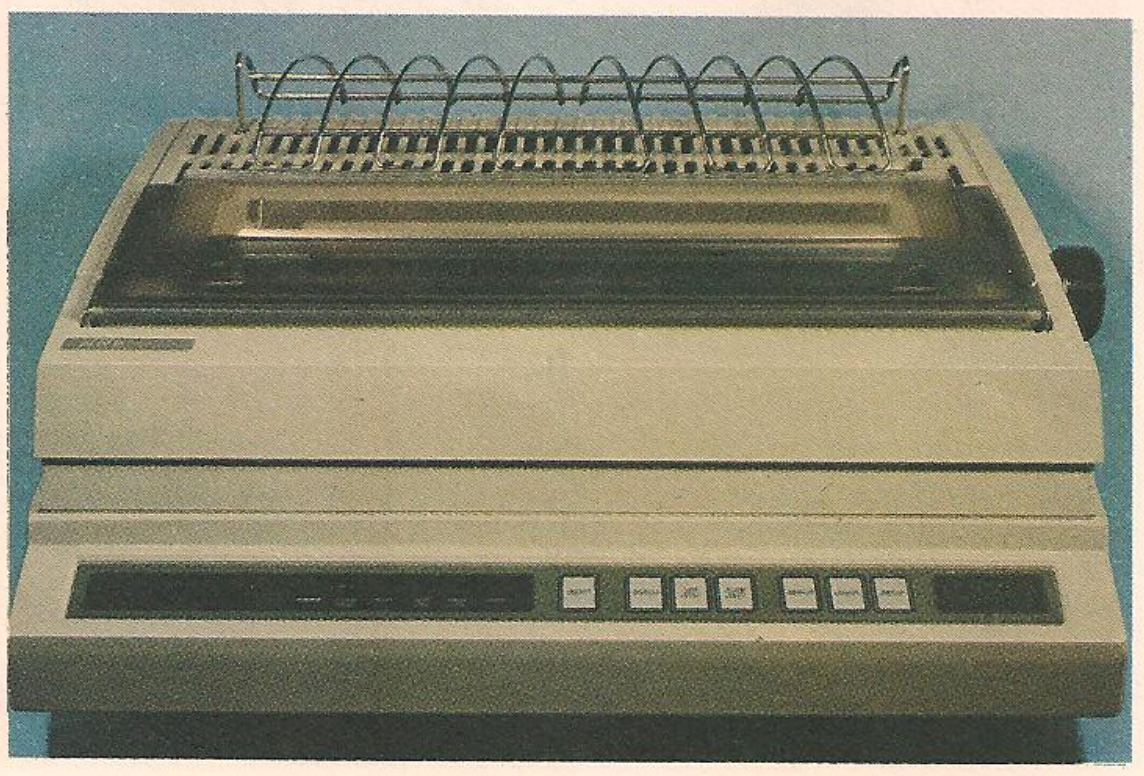
- unidade de tela e processador;
- unidade de teclado;
- unidade de disquetes;
- impressora.



ACIMA: diagrama em blocos de um computador pessoal de desempenho elevado.

ABAIXO: conjunto dos equipamentos que compõem um computador pessoal de nível superior. Vêem-se o teclado, o terminal de vídeo que contém o processador, a unidade de disquetes e a impressora.





Como se vê, tanto nesse como nos outros computadores pessoais, o sistema completo é constituído por seções separadas, mas que não podem funcionar de maneira autônoma. A exceção é a unidade que contém o processador, pois ela dirige e possui os instrumentos de controle do sistema.

A primeira das unidades mencionadas, a **unidade de tela e processador**, consiste em um invólucro que contém o processador do sistema. Vamos admitir que ele seja o microprocessador Z 80. Possui uma memória ROM de 4 kbytes e uma memória RAM de 64 kbytes. Também pertence a ele um monitor de vídeo que recebe os sinais do processador e os apresenta sobre a tela do tubo de raios catódicos. A conexão com as outras unidades do sistema é efetuada pela UCP através de cinco circuitos de controle periféricos projetados com um determinado nível de ''inteligência''. Assim, esses circuitos podem extrair autonomamente tudo o que diz respeito à transferência dos dados da periferia ou no sentido oposto, dispensando a UCP dessa corriqueira função de administração.

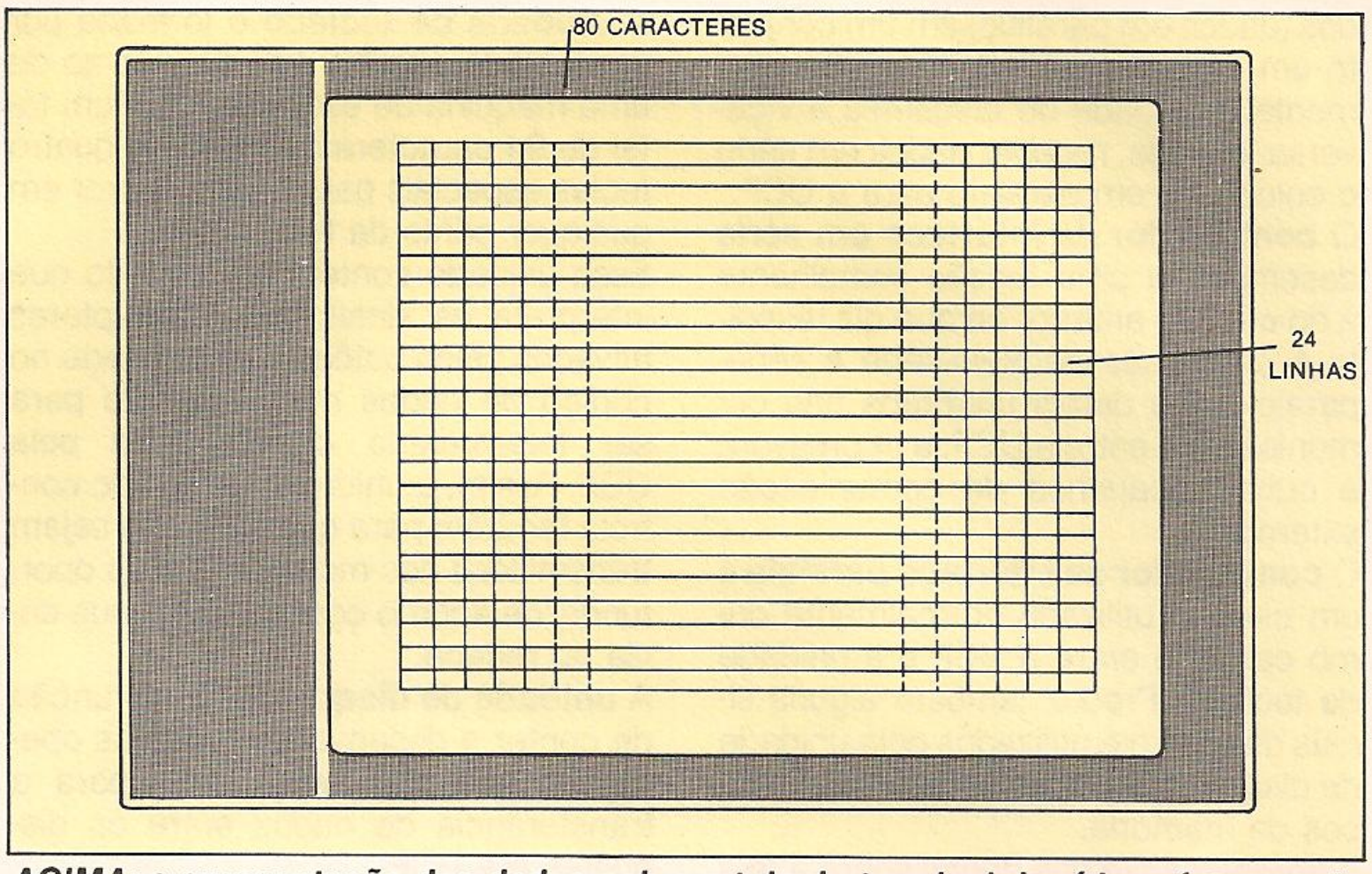
Os cinco circuitos de controle são os seguintes:

- controlador da tela;
- controlador das temporizações;
- controlador de disquetes;
- controlador da interface em série;
- controlador da interface paralela.

O **controlador da tela** controla a passagem dos dados do processador e a seção de vídeo, convertendo alguns sinais do duto ou bus de dados do processador nos mais adequados para os sincronismos horizontal e vertical utilizados pelo sistema de deflexão do tubo de raios catódicos. Também controla o número de caracteres e de linhas à medida que se apresentam sobre a tela, cuidando ainda do preenchimento da tela.

O **controlador das temporizações** tem a função de indicar à UCP o fim de determinados períodos de tempo préprogramados.

O **controlador de disquetes** é um circuito que tem o dever de interpretar as ordens da UCP e de produzir os sinais de controle oportunos para as unidades de disquetes. Recebe também os sinais de estado dos disquetes e os envia à UCP, sob seu pedido. A segunda função do controlador de disquetes é converter os dados acessíveis simultaneamente nas oito linhas do bus de da-

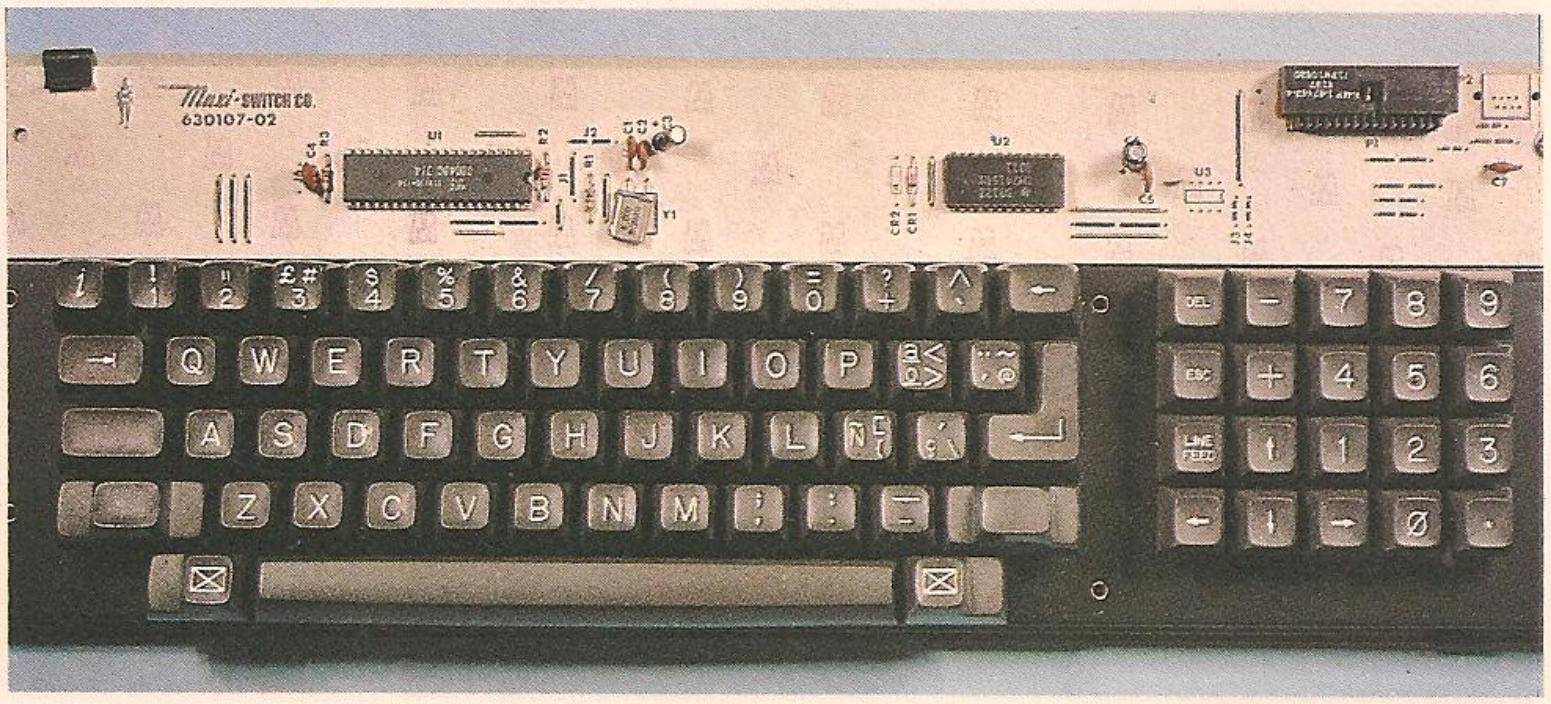


ACIMA: a apresentação dos dados sobre a tela do terminal de vídeo efetua-se de acordo com um esquema composto por 24 linhas de 80 caracteres.



ACIMA: unidade de disquetes, alojados no interior das respectivas sedes.

ABAIXO: unidade de teclado. Ela contém um circuito encarregado de controle e da transferência de dados.



dos (dados em paralelo) em um conjunto em série a ser enviado seqüencialmente à unidade de disquetes e viceversa, ou seja, receber dados em série e colocá-los em paralelo para a UCP.

O **controlador da interface em série** desempenha uma função semelhante à do circuito anterior no que diz respeito à conversão paralelo-série e série-paralelo dos dados utilizados nas comunicações entre a UCP, a impressora e outros aparelhos de comunicação externos.

O **controlador da interface paralela** é um circuito utilizado normalmente como conexão entre a UCP e a unidade de teclado. Produz também alguns sinais de controle utilizados pela unidade de disquetes e para a seleção dos bancos de memória.

A apresentação dos dados sobre a tela é feita com base em um módulo de 24 linhas de escrita com oitenta caracteres por linha.

A **unidade de teclado** é formada por um teclado padrão, semelhante ao de uma máquina de escrever, com um total de 94 caracteres. Dispõe de quatro teclas especiais para fixar o cursor em qualquer ponto da tela.

Essa unidade contém um circuito que interpreta os sinais dos interruptores ativados pelos botões e os converte no código de dados mais indicado para ser interpretado corretamente pela UCP. Assim, a unidade de teclado controla também para que os dados sejam transmitidos nos momentos mais oportunos, de acordo com os sinais que envia ou recebe.

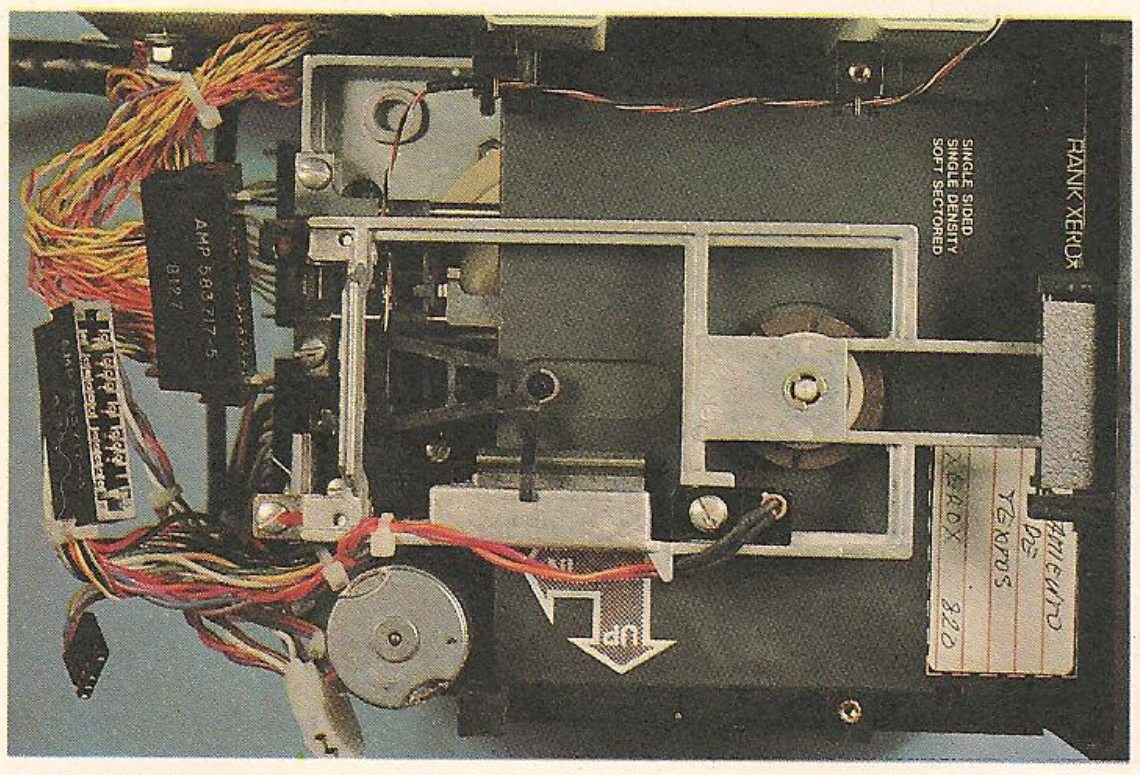
A **unidade de disquetes** tem a função de conter e desenvolver todas as operações que são necessárias para a transferência de dados entre os disquetes e a UCP.

Os disquetes magnéticos flexíveis constituem a memória permanente de dados do sistema. Eles são utilizados para a gravação dos programas de uso contínuo no trabalho habitual do computador. Esses disquetes são de material plástico com um revestimento magnético sobre uma face, que modifica as suas propriedades ao receber a excitação adequada.

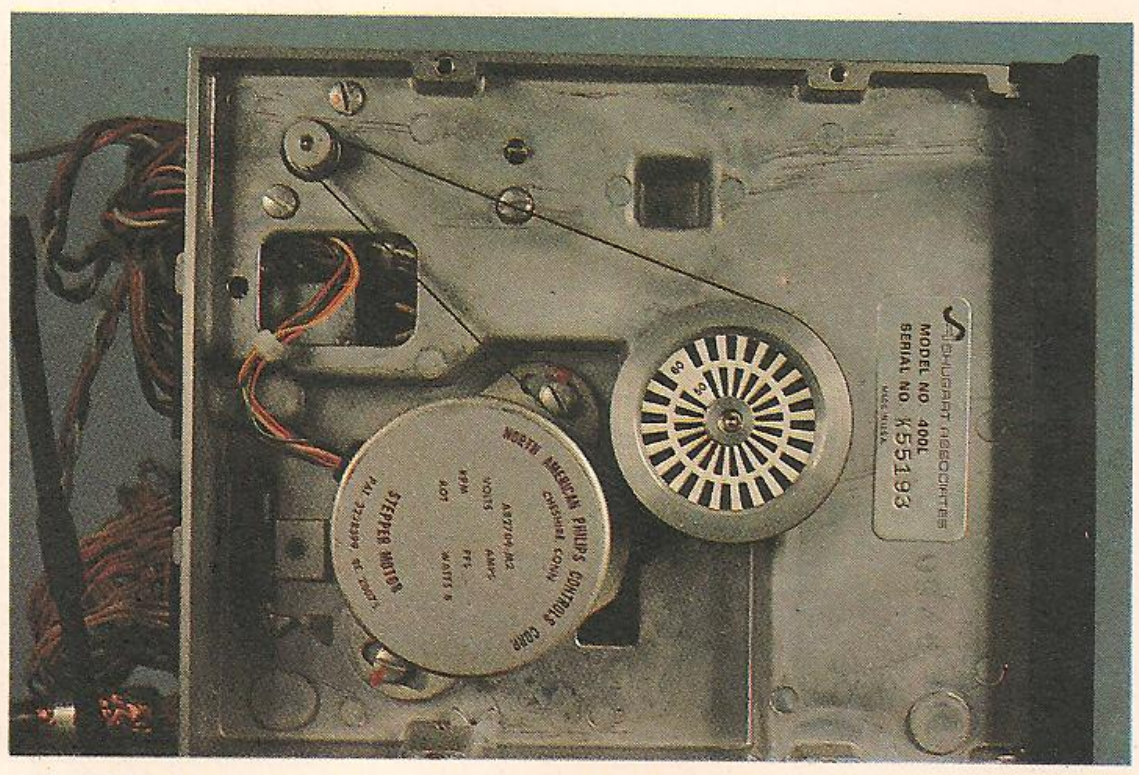
Os disquetes apresentam dois formatos padronizados: 5,25'' e 8'', cada um deles com capacidades de armazenamento diferentes. O primeiro recebe um máximo de 92 K, ou seja, 92000 bytes e, o segundo, 300 K, ou seja, 300000 bytes no total.

As dimensões dos disquetes utilizados condicionam claramente as dimensões da unidade de disquetes. Portanto, a escolha deve ser feita sempre com base no máximo número previsível de dados a serem armazenados num mesmo invólucro.

O funcionamento interno das duas unidades é semelhante. A única diferença consiste nas dimensões internas me-

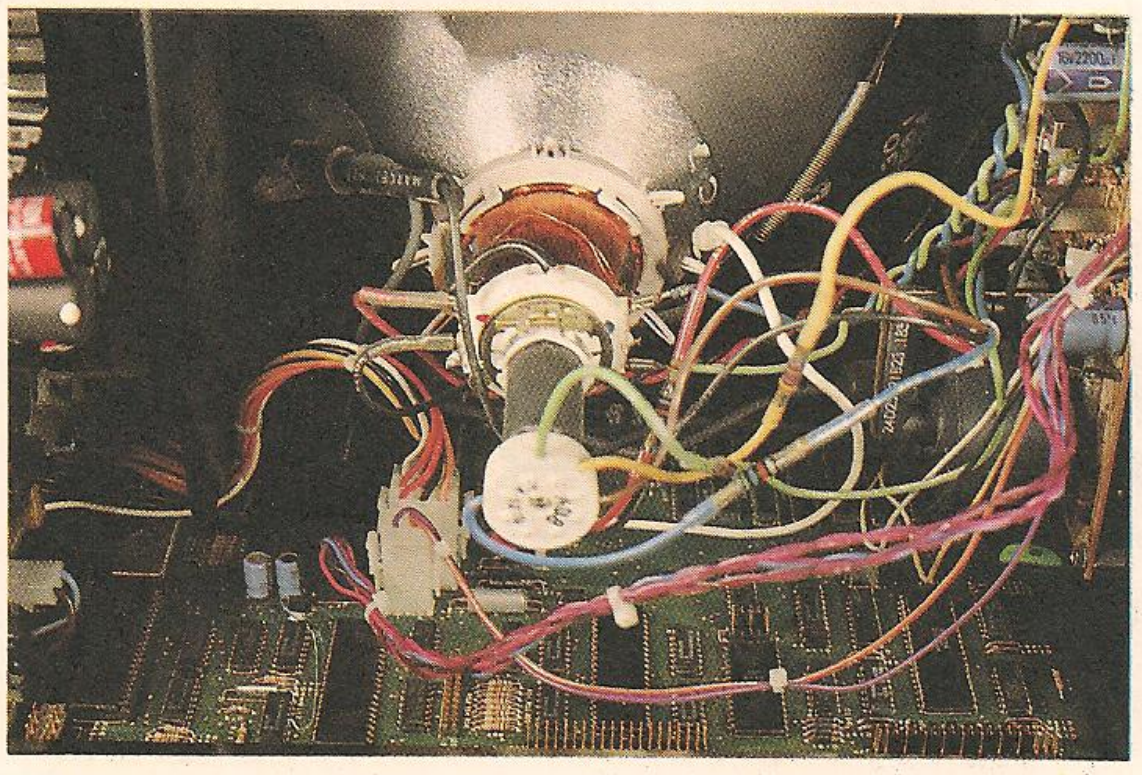


ACIMA: interior da unidade de disquetes; o cabeçote está efetuando a leitura.

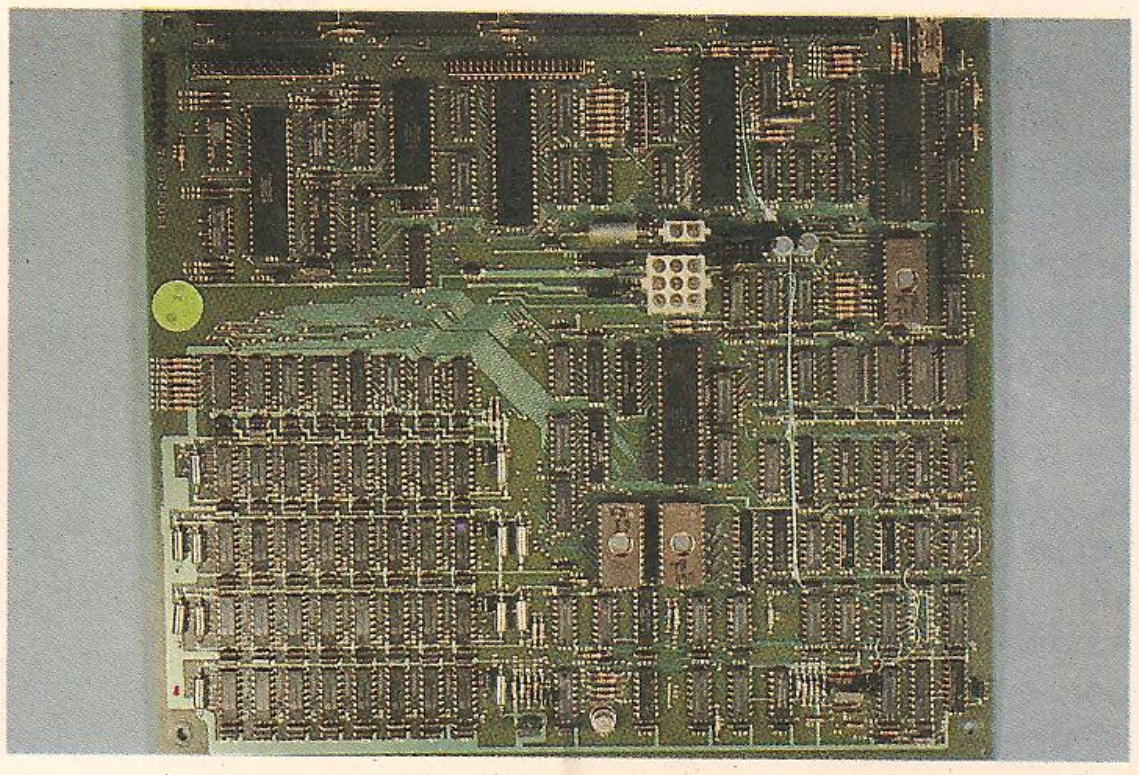


ACIMA: sistema de acionamento dos disquetes constituído por um pequeno motor e por uma correia de transmissão.

ABAIXO: aspecto interno do terminal de vídeo ou visor. Na parte inferior está instalado o circuito do microcomputador.



ABAIXO: circuito do microcomputador que contém a UCP, a memória e os outros circuitos que constituem o sistema.



nores da unidade de 5,25'', mais maleável do que a outra.

O sistema de entrada em funcionamento do disquete consiste em um pequeno motor que o faz rodar à velocidade de cerca de 300 rpm. O motor recebe a tensão contínua de alimentação somente quando chega o sinal de controle da unidade de processamento.

Esta unidade contém dois disquetes com sistema de acionamento e assinala quando um dos dois está em funcionamento, por meio de duas pequenas lâmpadas. Os sinais enviados à unidade de disquetes contêm todas as informações necessárias para efetuar as seguintes operações:

- escolher o disquete correto;
- controlar o cabeçote magnético;
- escolher entre as operações de leitura e gravação.

A **impressora** normalmente é considerada como uma unidade opcional do sistema. Ela tem a função de escrever sobre papel os textos desejados, e que são passados anteriormente sobre a tela.

A impressora é acionada por um motor que faz o cursor avançar gradativamente, parando somente o tempo necessário para imprimir um caractere.

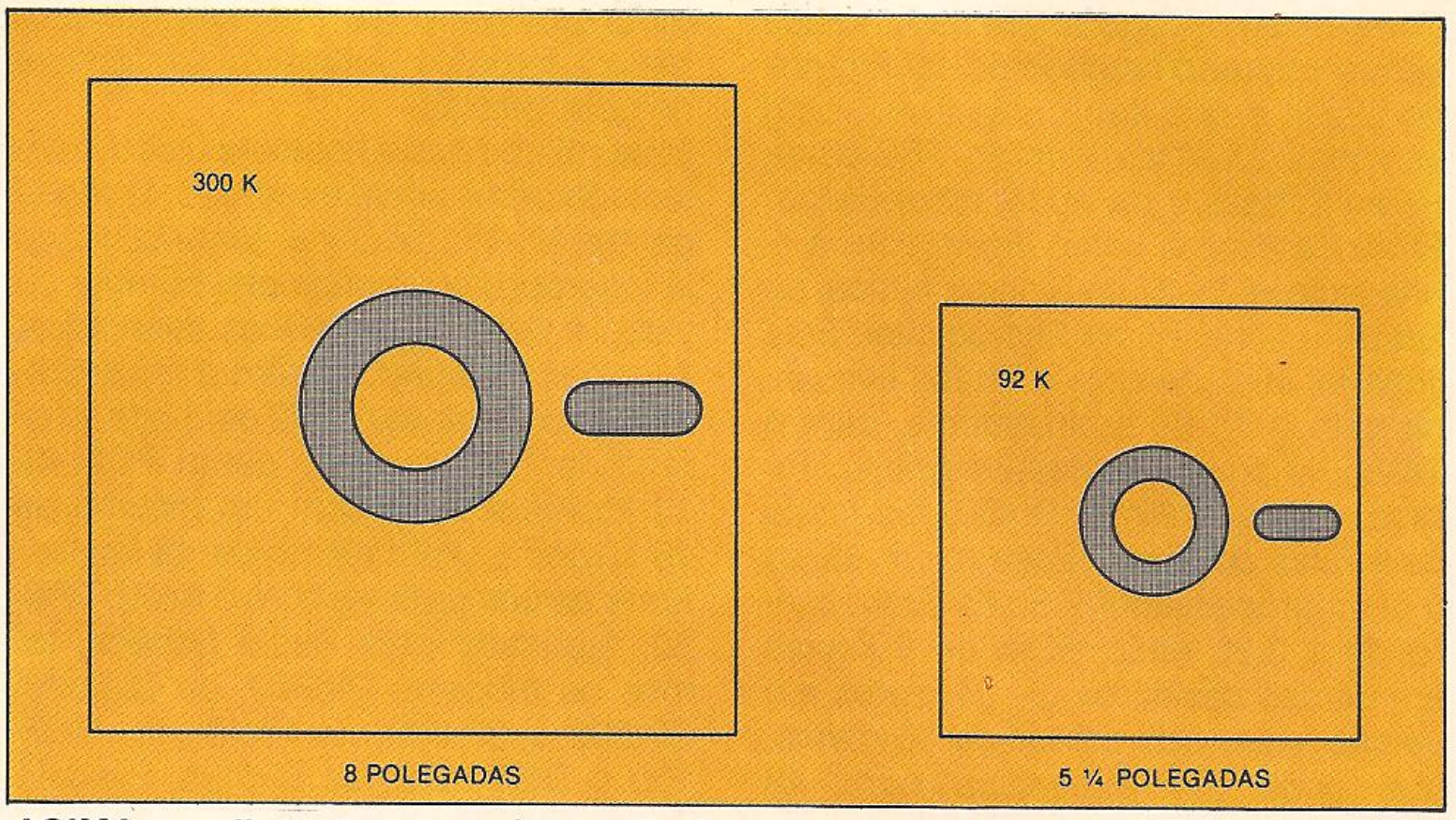
Todas as letras e sinais são dispostos sobre um bloquinho específico. Este bloquinho, ou cabeçote esférico, é acionado por um motor que o faz girar até colocar na posição correta o caractere a ser impresso no papel.

Todo o conjunto do computador é projetado para trabalhar com um conjunto de programas básicos no que é denominado sistema operacional CP/M (***Control Program for Microcomputers***, em inglês).

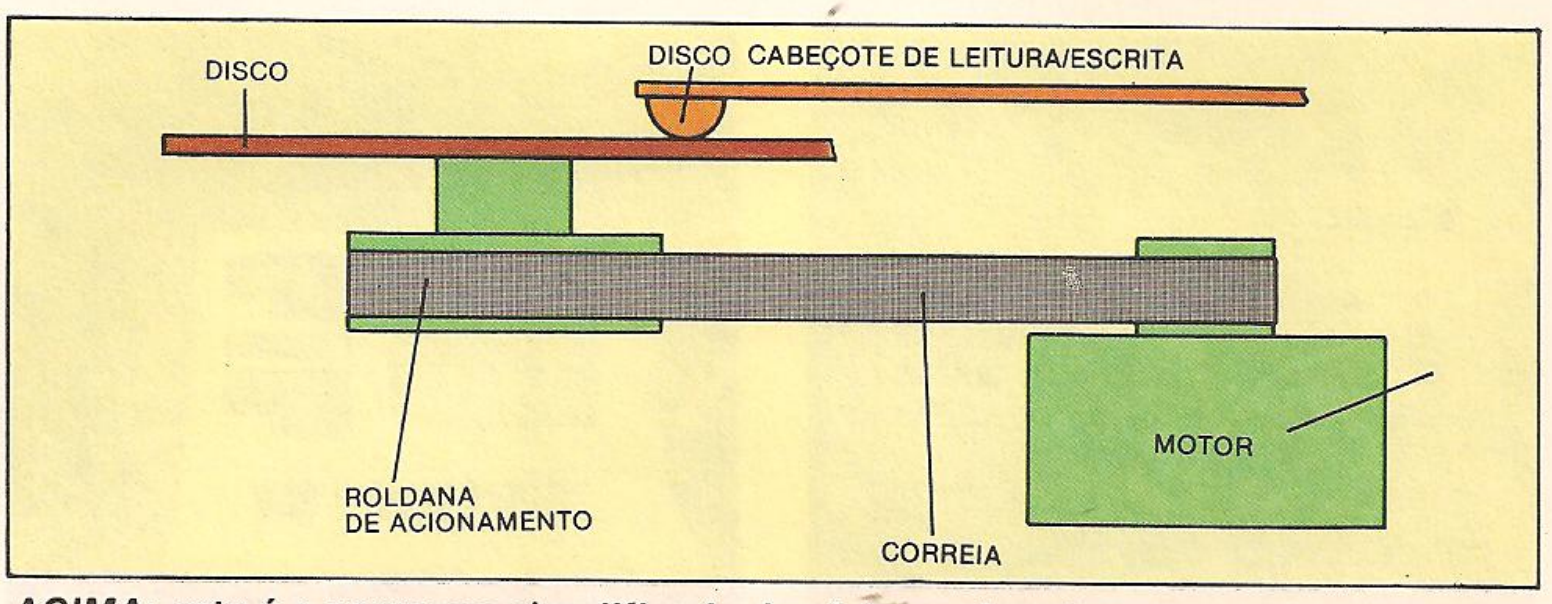
A função de um sistema operacional é, portanto, dirigir e governar as diferentes partes do equipamento, fornecendo uma ampla capacidade de aplicação de programas que possam ser desenvolvidos.

Em resumo, esse sistema define basicamente a forma e a estrutura da transferência dos dados para os disquetes. Isso implica que os disquetes tenham uma determinada aparência que lhes permita o transporte do software de um sistema de microcomputador para o de outro.

Enfim, com esse tipo de computador pessoal, é possível trabalhar com linguagens de alto nível, como BASIC, FORTRAN, COBOL e outras, todas admissíveis pelo sistema.

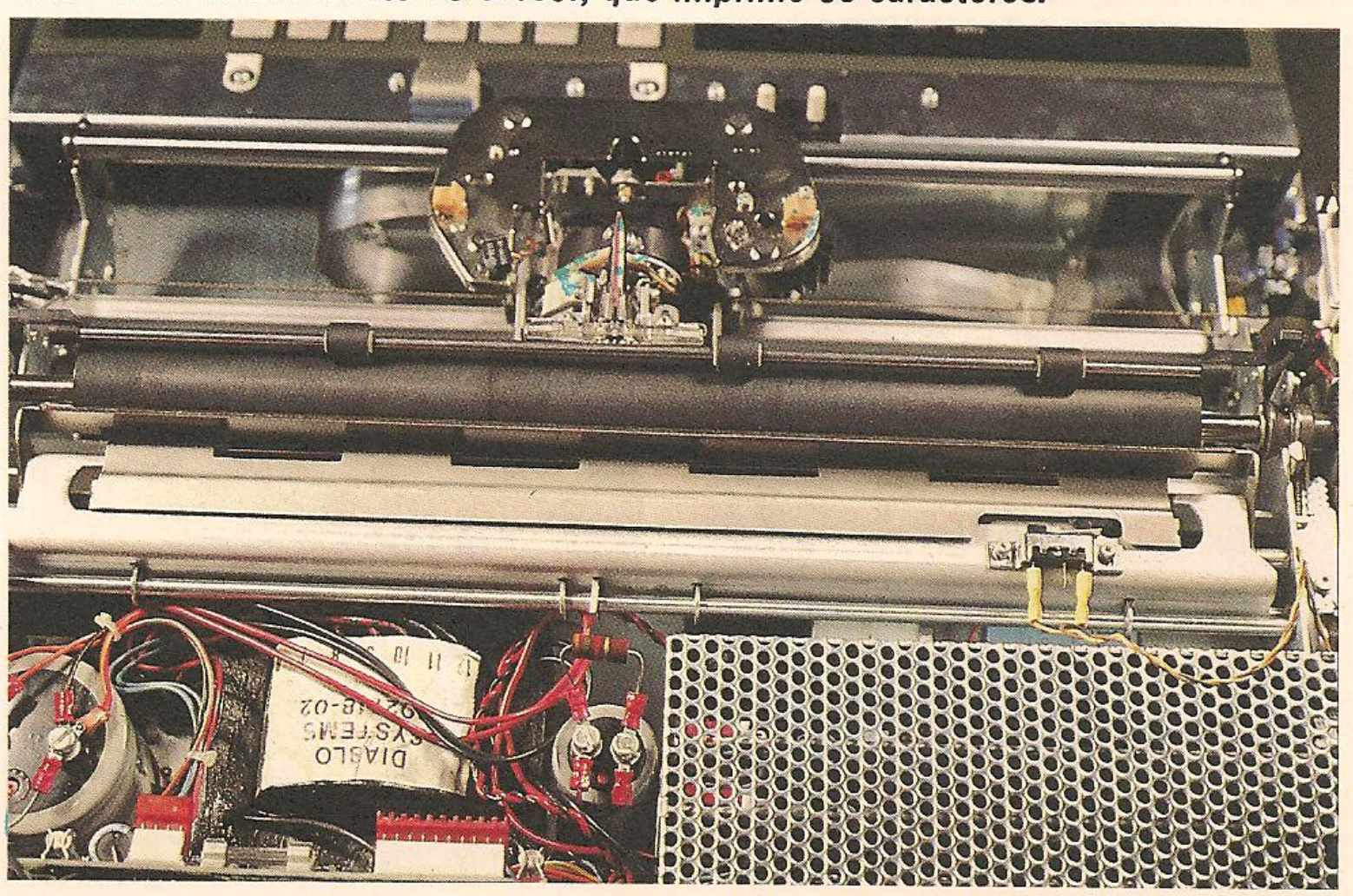


ACIMA: os disquetes magnéticos flexíveis geralmente são fornecidos em duas medidas padronizadas que correspondem a capacidades diferentes de armazenamento dos dados.

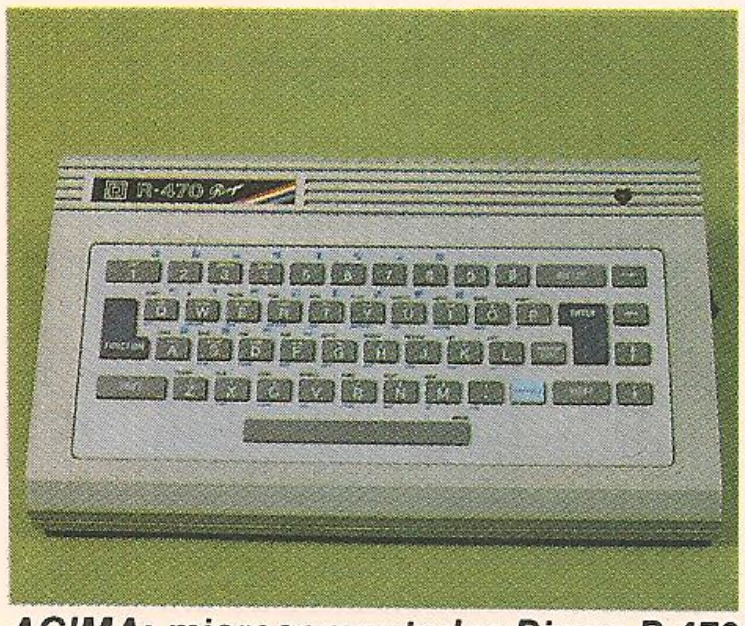


ACIMA: este é o esquema simplificado do sistema de acionamento de um disquete de memória.

ABAIXO: interior da impressora. Em primeiro plano aparecem o alimentador e o sistema de acionamento do cursor, que imprime os caracteres.



Forneceremos, agora, um resumo dos vários microcomputadores fabricados no Brasil e que são compatíveis com as linhas ZX-81 da Sinclair, TRS-80 da Radio Schack e da Apple americanas.
Entre os micros compatíveis com a linha inglesa ZX-81 da Sinclair temos, no Brasil, a linha TK da Microdigital. Esta linha foi iniciada com o TK-82, evoluindo para o TK-83 e, finalmente, para o TK-85, já analisado neste capítulo. Temos, ainda, o Ringo R-470, fabricado pela Ritas do Brasil. Esse micro utiliza o microprocessador Z 80 da Zilog, operando a 3,25 MHz, ROM de 8 kbytes em versão básica ou de 16 kbytes em versão expandida e RAM de 16 kbytes, que pode ser expandida para 48 kbytes.
Entre os compatíveis com o micro Apple III, além da Spectrum (com o MicroEngenho) e da Polymax (com o Maxxi), temos o Unitron AP III, fabricado pela Unitron.
Esse micro possui gabinete único, com teclado profissional integrado, unidade central em placa única, fonte blindada já incorporada ao gabinete, monitor de vídeo e demais periféricos separados. A unidade central contém o microprocessador Pockwell 6502 de 8 bits, operando a 1 MHz, assim como ROM de 12 kbytes e RAM com um mínimo de 16 kbytes e um máximo de 48 kbytes.
Entre os compatíveis com o micro TRS-80, fabricado pela Radio Schack, temos os modelos D-8000, da Dismac, CP-300 e CP-500, da Prológica, DGT-100 e DGT-1000, da Digitus, Sysdata Jr., da Sysdata e outros.
O CP-500, fabricado pela Prológica, é montado em um bloco só, ou seja, a UCP, o teclado, o vídeo e duas unidades de disquetes fazem parte de um console único, sem fios externos de ligação. A unidade central do CP-500 é composta pelo microprocessador Z 80A, que opera a 2 MHz, uma ROM de 16 kbytes e uma RAM de 16 kbytes, podendo ser expandida para 48 kbytes.
Compatível com o micro TRS-80 Color, temos também o CP-400, da Microdigital. O CP-400 consta de uma caixa de plástico, contendo toda a parte eletrônica da UCP, o teclado e um encaixe lateral para cartuchos de ROM. A unidade central é montada em uma placa única.
Usa o microprocessador Motorola 6809E de 8 bits, operando a 0,895 MHz, ROM de 16 kbytes e RAM de 16 kbytes, com possibilidade de expansão para 64 kbytes.



ACIMA: microcomputador Ringo R-470 com a unidade central e o teclado incorporados num gabinete de plástico.

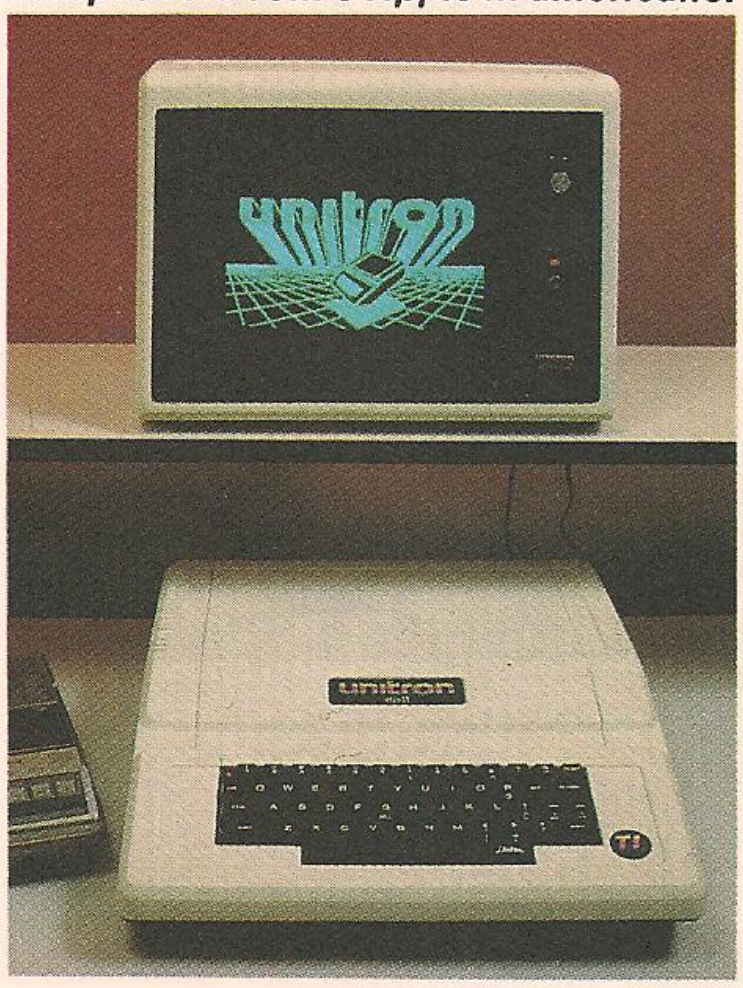


ACIMA: O CP-500 integra no mesmo console a unidade central, o teclado, o monitor de vídeo e duas unidades de disquetes.

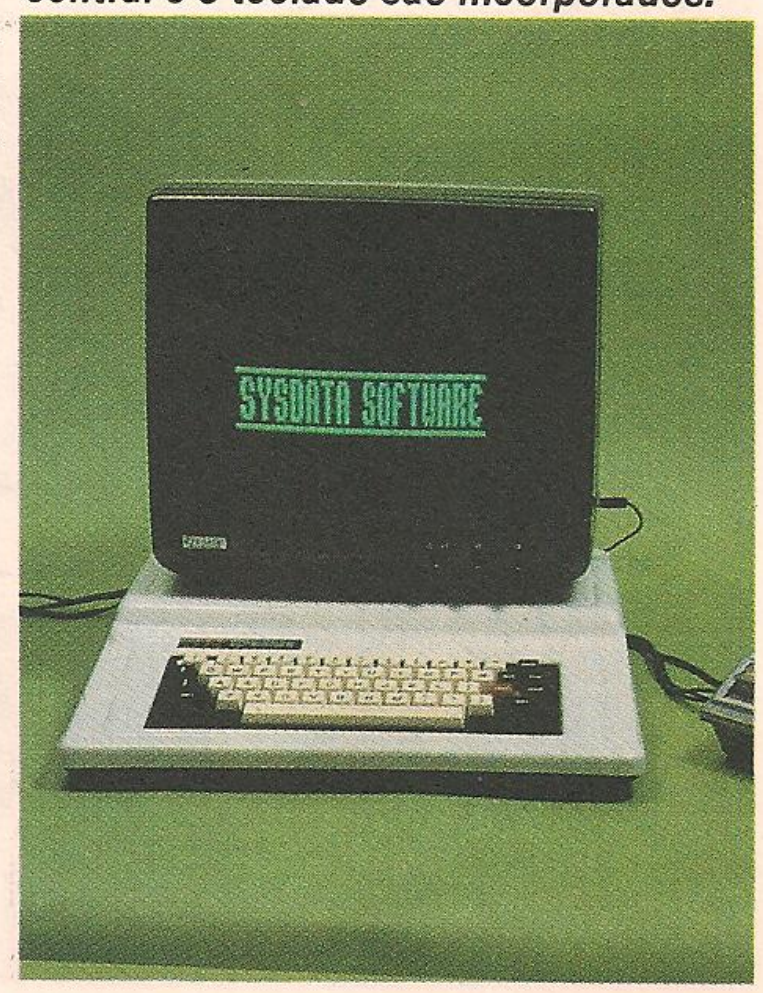


ACIMA: CP-400, da Microdigital. Tanto a unidade central quanto o teclado são integrados num console de plástico.

ABAIXO: Unitron AP III, um dos primeiros microcomputadores inteiramente compatíveis com o Apple III americano.



ABAIXO: O Sysdata Jr. pertence à linha dos compatíveis com o TRS-80. O monitor de vídeo é independente e a unidade central e o teclado são incorporados.



ABAIXO: micro DGT-1000, da Digitus. Possui unidades central e teclado integrados. O monitor de vídeo é independente.



O FUNCIONAMENTO DO MIXER (2)

Num capítulo anterior, você estudou detalhadamente os estágios pré-amplificadores dos canais. Nós faremos agora uma análise dos outros circuitos que compõem o mixer: o circuito de controle das tonalidades, do controle de volume, de estabilização da alimentação, etc.

Depois da análise detalhada, em um capítulo anterior, do funcionamento dos estágios pré-amplificadores dos canais, complementaremos a descrição com os outros circuitos que compõem o mixer.

O ponto de mistura dos sinais dos cinco ou seis canais está localizado na saída dos pré-amplificadores. Estes são eletricamente unidos por um resistor de carga que, no caso, é o potenciômetro geral do volume.

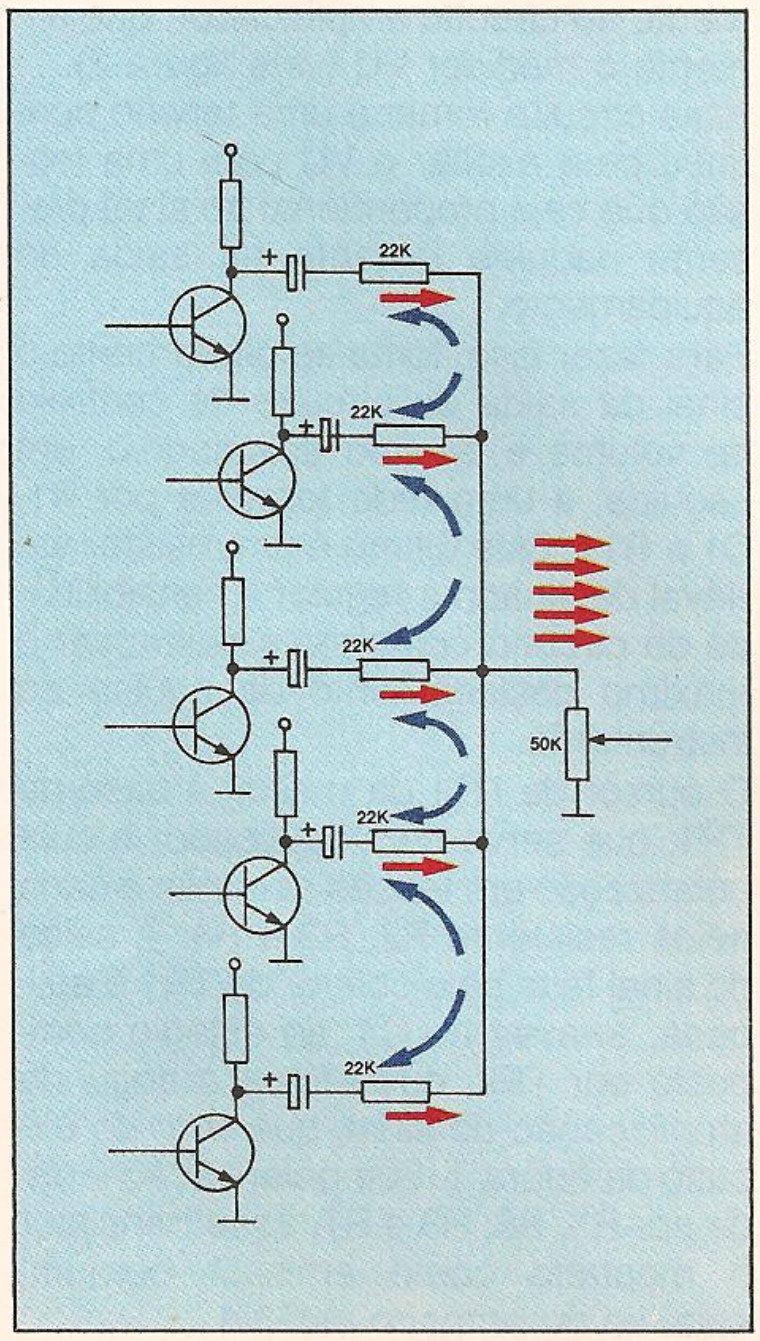
Dessa maneira, o estágio de saída de cada canal tem o potenciômetro como resistor de carga, em paralelo com os resistores de saída dos outros estágios. Uma parte da corrente de sinal circula no potenciômetro e o restante nos resistores do estágio de saída dos demais canais.

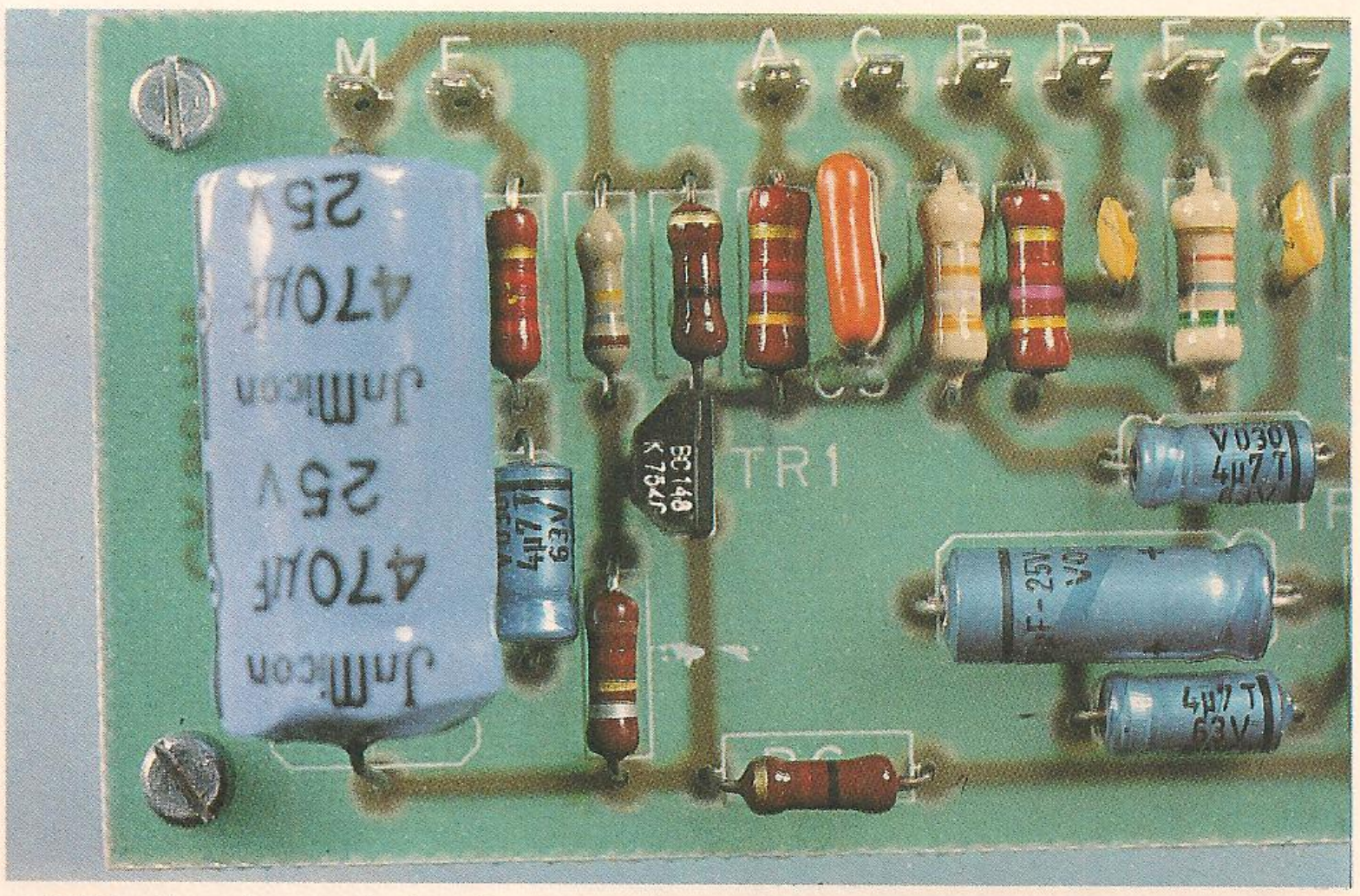
Portanto, em qualquer ponto do conjunto dos estágios amplificadores de saída há uma soma de sinais diferentes. Todas as correntes de sinais circulam simultaneamente, e a tensão nos extremos equivale à soma algébrica da soma de todos os sinais.

O sinal misturado, obtido no cursor do volume geral, passa para o circuito de controle de volume e de tom (veja figura 1), que também controla a relação entre baixos e altos com os potenciômetros que foram montados.

O primeiro estágio desse módulo é constituído pelo transistor TR1, cuja base recebe o sinal por R1 e + C1. Esse estágio, montado como coletor comum (seguidor de emissor), é polarizado em tensão contínua pelos resistores R2, R3 e R4. Sua principal tarefa é adaptar as impedâncias para regular continuamente as tonalidades, de forma mais eficaz, e tornar mínima a interação entre elas. Dessa maneira, o controle de volume geral e o controle das tonalidades se tornam completamente independentes.

No emissor de TR1 são encontrados os





ACIMA: vista detalhada do primeiro estágio do circuito de controle das tonalidades e dos filtros para baixas e altas freqüências.

AO LADO: esquema da conexão entre todos os estágios de saída dos canais e o potenciômetro de volume com carga comum. As diferentes correntes estão indicadas.

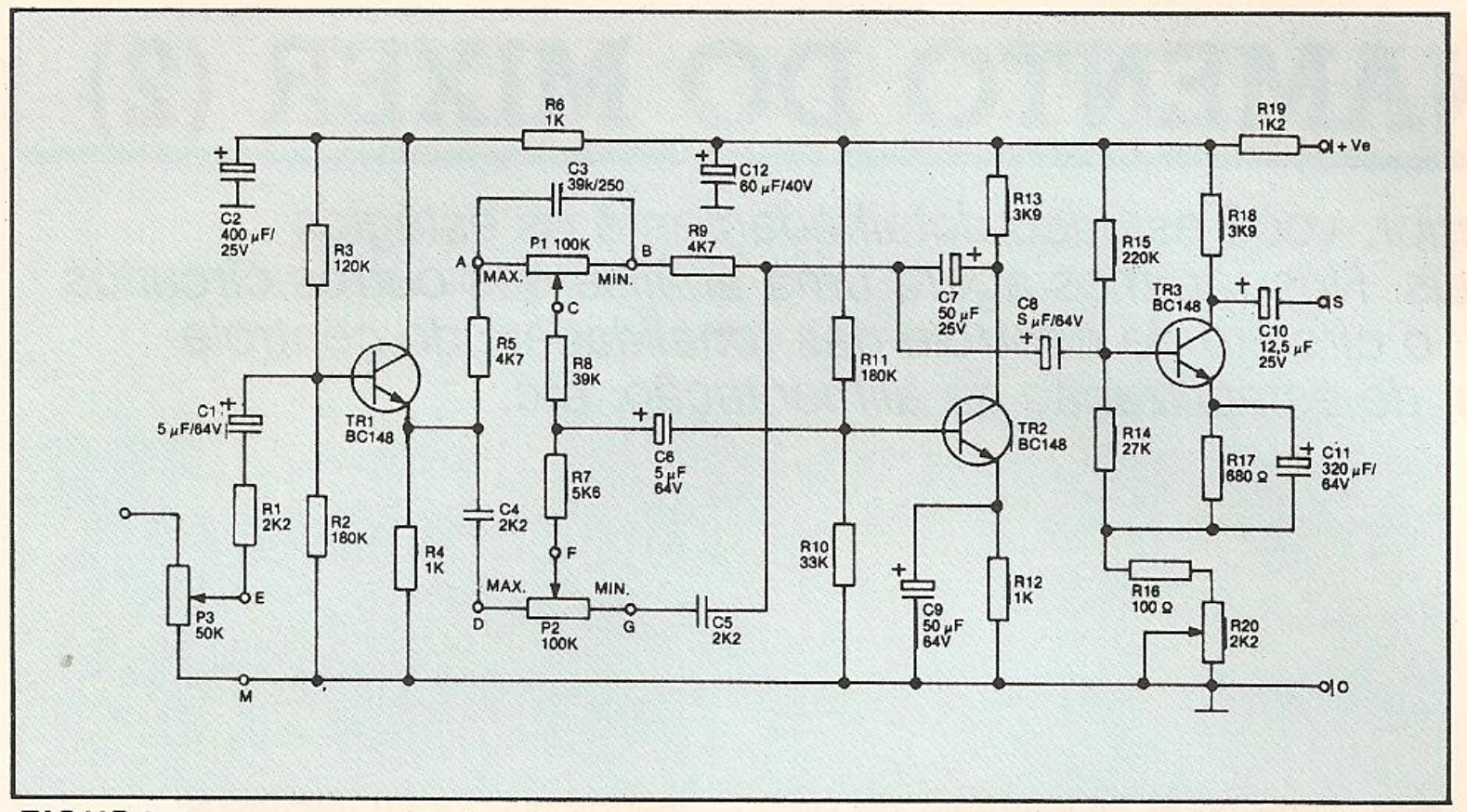


FIGURA 1: esquema elétrico do circuito de controle de volume e de tonalidade.

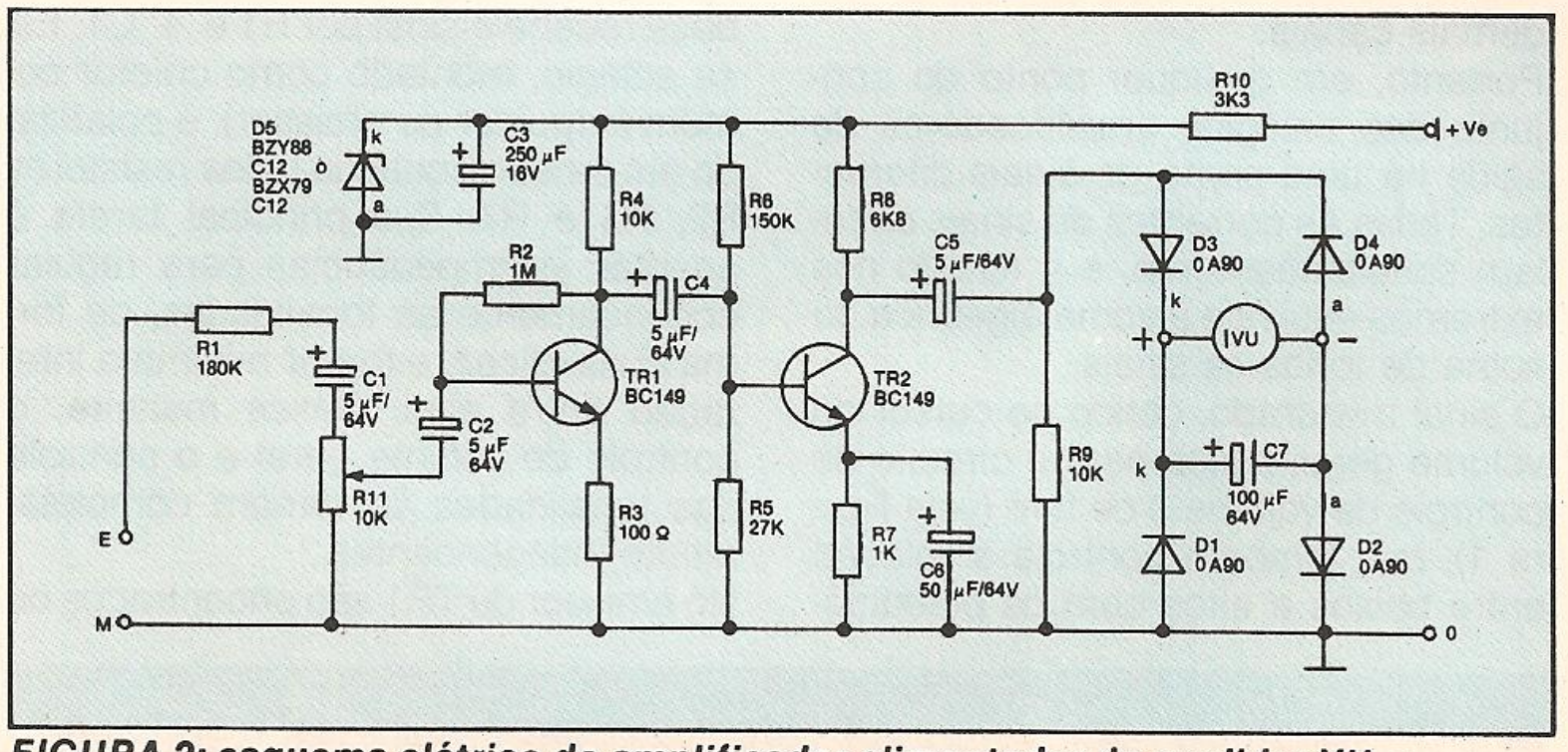
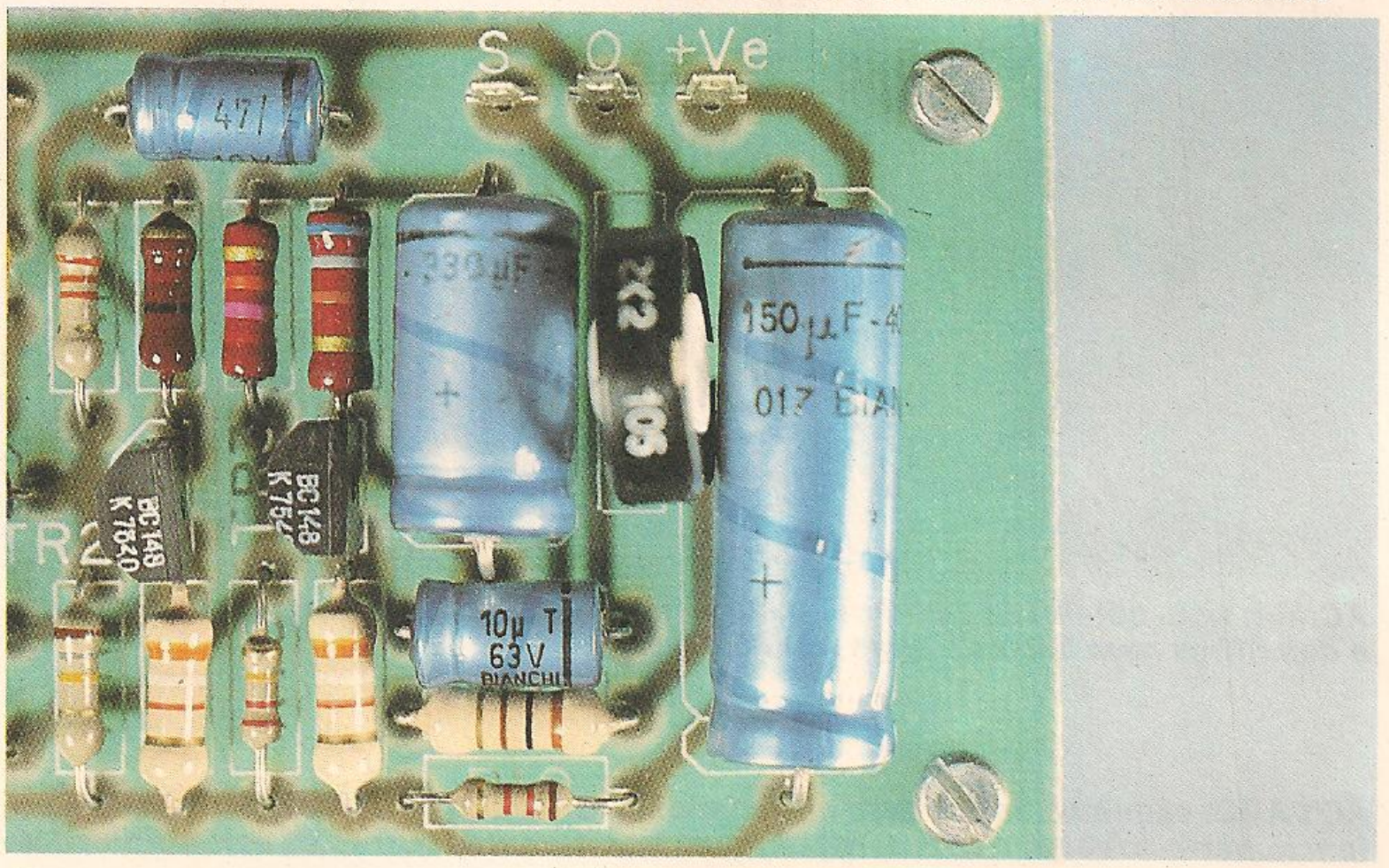


FIGURA 2: esquema elétrico do amplificador-alimentador do medidor VU.

ABAIXO: estágio amplificador de saída do módulo de controle das tonalidades.



controles de tom, que trabalham com o princípio da realimentação, para atenuar ou aumentar de forma especificada todo o espectro das freqüências.

O percurso formado por R5, R8, R9, P1 e C3 corresponde a uma rede para captação dos sinais graves. Esses sinais são aplicados ao coletor de TR2. A rede formada por R7, P2, C4 e C5 é para a captação dos sinais agudos. Esses sinais também são aplicados ao coletor de TR2. Aproximadamente na metade do curso dos potenciômetros, há uma realimentação independente da freqüência e não ocorre nenhuma alteração do sinal de entrada.

O segundo estágio do circuito é formado pelo TR2 montado como emissor comum, que efetua uma primeira amplificação do sinal. Esse sinal, através de C7 e C8, vai para o último estágio formado pelo transistor TR3.

Este transistor também é montado como emissor comum, mas com ganho máximo regulável no circuito de emissor. O máximo sinal de saída é obtido com valor nulo de R20 e o mínimo quando o resistor é máximo.

Dessa maneira, na saída desse último estágio (ponto S), há um ganho variável de 1 a 20. A alimentação do circuito é filtrada por R19 e C12 para atenuar os componentes parasitas presentes. A saída deste circuito é aplicada diretamente ao circuito amplificador, que alimenta o medidor VU (veja figura 2).

Esse circuito fornece uma tensão contínua para excitar o VU com uma tensão que seja proporcional ao sinal presente naquele instante na saída do equipamento.

Para fazer isso, toma-se diretamente o sinal da saída do circuito de controle de volume e de tom aplicando-o, em seguida, a uma rede formada por R1, C1 e R11. Este último é um resistor variável destinado a regular a sensibilidade do circuito completo e balancear o máximo deslocamento da agulha do instrumento.

O cursor de R11 dá o sinal à base de TR1, que serve de amplificador e cuja polarização em tensão contínua é dada pelos resistores R2, R3 e R4. A saída do sinal feita pelo coletor de TR1 é aplicada, através de C4, ao estágio composto por TR2, que efetua a segunda amplificação do sinal, que vem do circuito da figura 1. Sua polarização é dada por R5, R6, R8 e R7. Esse transistor é montado como emissor comum, igual ao do primeiro estágio.

O sinal é tomado pelo coletor de TR2, através de C5, e é aplicado à ponte de diodos, D1, D2, D3 e D4. Essa ponte retifica a baixa freqüência recebida, fornecendo uma corrente contínua filtrada por C7. Sua tarefa é amortecer o movimento da agulha do instrumento, ligada à saída da ponte, para evitar movimentos rápidos demais e difíceis de absorver.

A alimentação do circuito da figura 2 é tomada através de R10 e estabilizada em 12 V pelo zener D5. A alimentação do aparelho (figura 3) é formada por um transformador que reduz a tensão no secundário de 110 V ou 220 V para 35 V. Nas extremidades do secundário do transformador está presente uma ponte retificadora, formada pelos diodos D1, D2, D3 e D4, para a alimentação em tensão contínua. As ondulações da tensão da rede que ainda persistem na saída do retificador são filtradas pelos capacitores C1 e C2. Em seguida, a tensão contínua é aplicada a um estabilizador integrado.

O estabilizador é formado pelo zener D5, de 30 V, que é polarizado pelos resistores R1 e R2. Os 30 V obtidos pelo diodo são aplicados na base de TR1, acoplado em montagem Darlington com TR2, para cujo emissor aparece um nível de 28,5 V, aproximadamente. Esse nível corresponde à diferença existente entre os 30 V iniciais e a soma das perdas de tensão base-emissor dos dois transistores.

À saída do emissor de TR2 está localizada a rede formada por R3, R4, C4 e C5, com a última filtragem da tensão de saída entre os pontos +Ve e 0. A alimentação permite um consumo máximo de 150 mA. O último dos circuitos do mixer é o amplificador para fones de ouvido (veja figura 4).

Esse circuito é muito útil, pois antes da mixagem é oportuno controlar a qualidade de cada sinal a ser misturado e ver se ela corresponde ao previsto. É também uma função muito prática quando é preciso ouvir e misturar um trecho de um disco ou de uma fita.

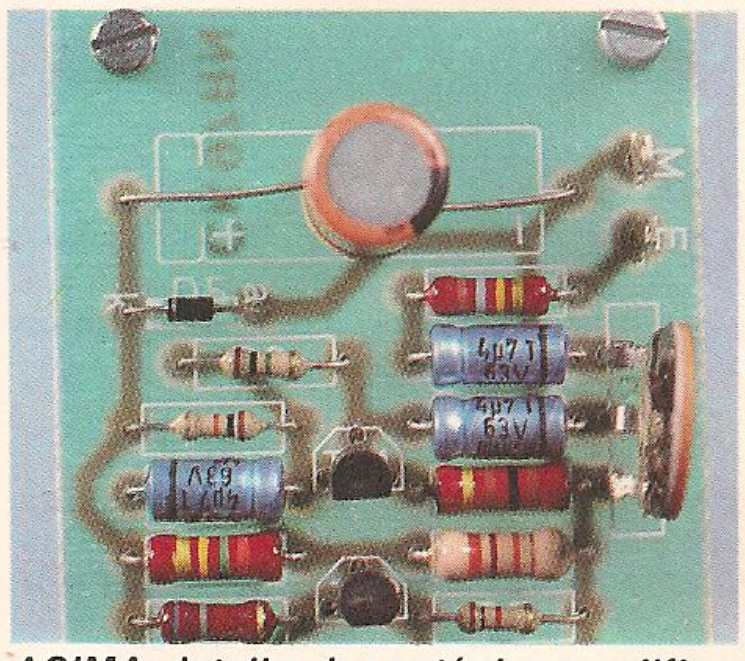
Como é feito o circuito de mixagem dos sinais dos canais do aparelho?
Instala-se um resistor de carga comum a todas as saídas dos pré-amplificadores. Assim, por ali circularão todas as correntes dos sinais. Essas correntes, aplicadas ao resistor de carga, produzem uma tensão da soma algébrica de todas as outras.

Como os circuitos de correção dos tons trabalham?
Com um procedimento de realimentação seletiva com a freqüência. Acentuando ou atenuando este efeito, o ganho nas faixas de freqüência sujeitas a controle pode ser variado. Ocorre, então, um aumento ou uma diminuição dos tons agudos e graves.

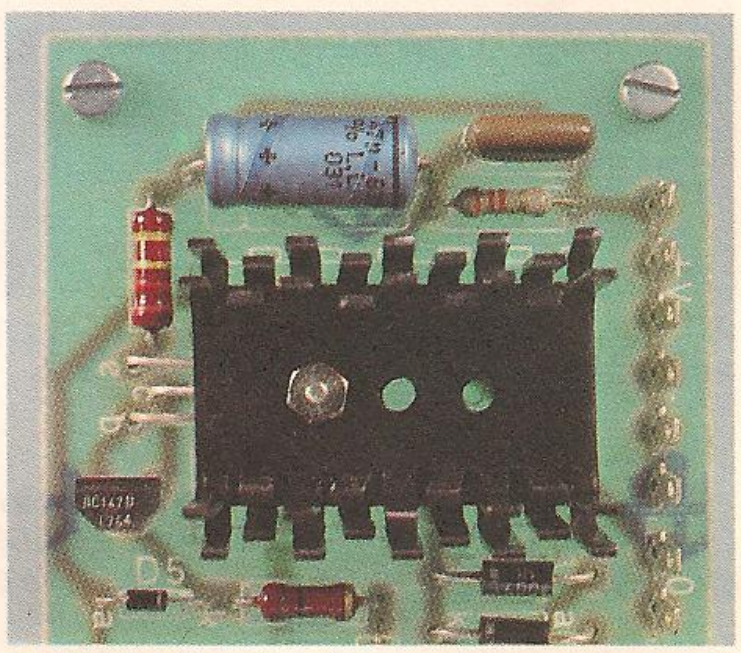
Existe um ponto de correção do ganho total do amplificador de saída?
Sim, com um resistor variável no circuito emissor do estágio de saída. O efeito é semelhante a uma realimentação negativa, com superposição de sinal. O resultado é a redução da tensão na junção base-emissor.

Como o amplificador obtém do medidor VU a tensão contínua necessária para excitar a agulha do instrumento?
Com uma ponte de diodos, com função semelhante à dos circuitos retificadores de tensão alternada.

O capacitor de filtro é necessário para a corrente obtida pela ponte de diodos?
Sim, principalmente para amortecer o movimento da agulha do medidor, a fim de evitar movimentos rápidos demais.

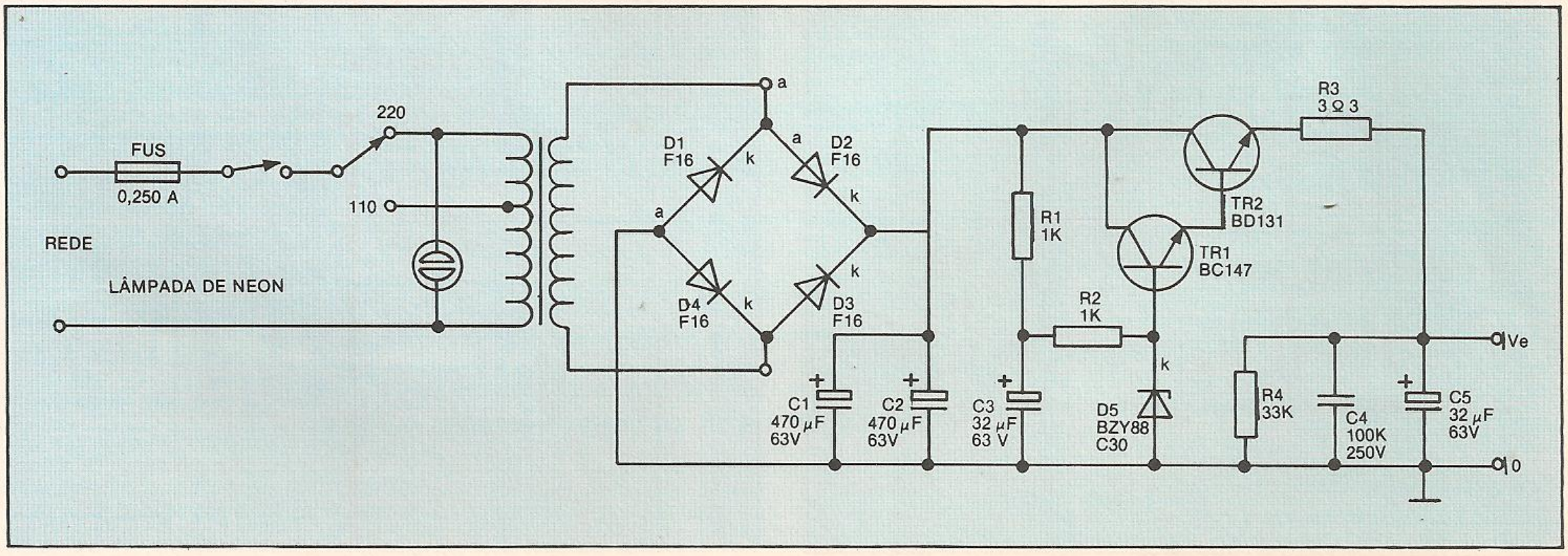


ACIMA: detalhe dos estágios amplificadores do circuito do medidor VU.



ACIMA: circuito de estabilização da alimentação, constituído por dois transistores.

FIGURA 3: esquema elétrico do alimentador.



O sinal que esse módulo deve amplificar é tomado do potenciômetro do volume de cada pré-amplificador, passando através de um comutador para a seleção do canal desejado.

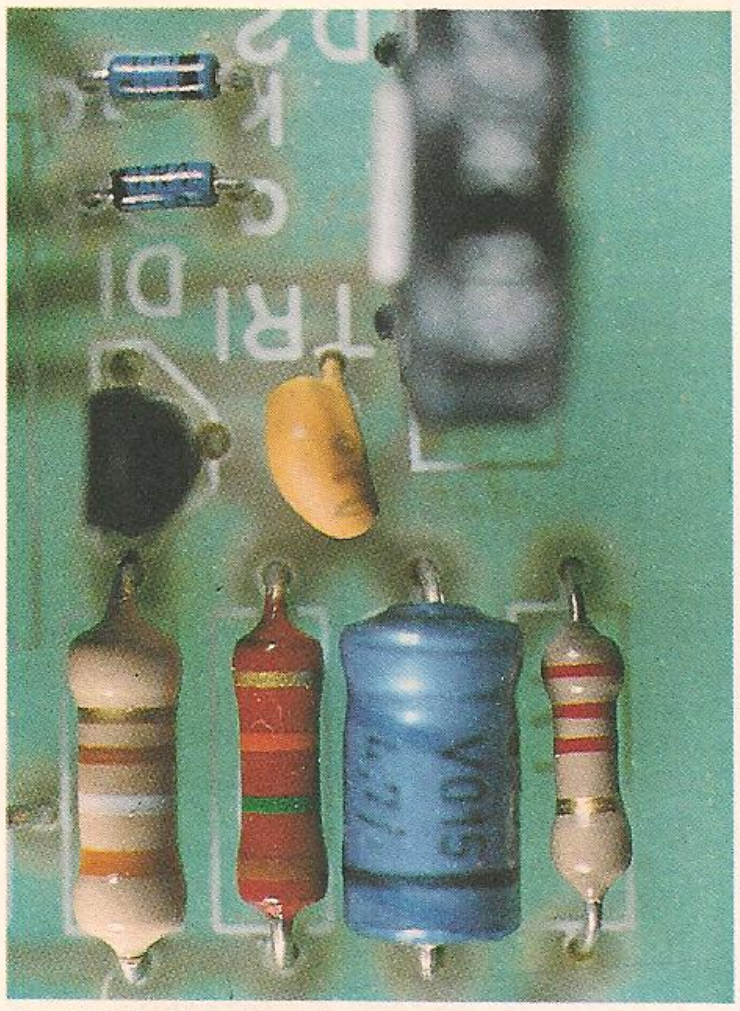
O circuito amplificador é constituído por um primeiro estágio amplificador, que tem TR1 como emissor comum, cuja base recebe os sinais por meio de C1 e R1.

O estágio de saída é constituído pelos transistores TR2 e TR3 em montagem de emissor comum e de configuração classe B.

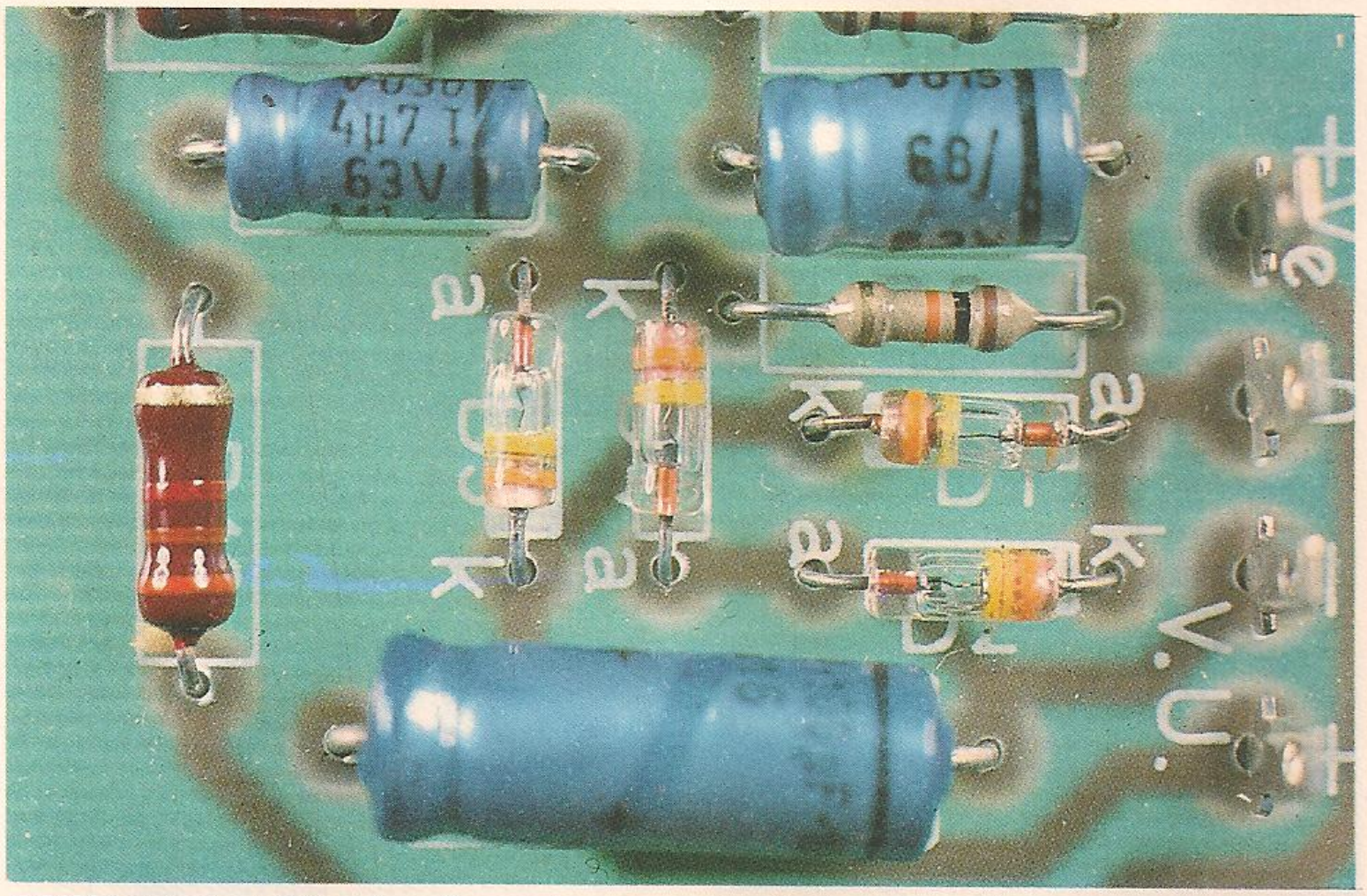
A polarização de TR1 é dada por R2, R3 e R4 e a corrente de repouso dos transistores de saída é fixada pelo resistor variável R5, pelo resistor fixo R6 e pelos diodos D1 e D2. O sinal do estágio de saída chega aos fones de ouvido através do capacitor C4, que o isola da tensão contínua de 15 V existente no ponto do meio.

A tensão de alimentação é aplicada diretamente do ponto + Ve aos estágios amplificadores, sem necessidade de filtragem intermediária, já que o nível do sinal tratado é elevado.

A potência máxima que pode ser produzida por esse circuito é de 350 mW sobre carga de 8 ohm. Esta potência é superior ao nível necessário ao ouvido humano, para o qual menos de 50 mW são suficientes.



ACIMA: detalhe dos transistores do amplificador para fones de ouvido, destinados a dar sinal ao estágio de saída.



ACIMA: ponte retificadora formada por quatro diodos, para obter a tensão continua necessária para excitar o medidor VU.

FIGURA 4: esquema elétrico do amplificador para fone de ouvido.

ABAIXO: circuito amplificador classe B que constitui a saída do módulo amplificador para fones de ouvido. Vêem-se os dois transistores complementares com dissipadores de calor de pequeno porte.

