

L. S. Barros

O MICROPROCESSADOR (3)

Agora que você já conhece o funcionamento completo da UCP, vai ficar sabendo como são utilizados os circuitos digitais nos microprocessadores e como se avalia a capacidade destes componentes.

As operações de troca de dados e instruções entre a UCP e os demais subsistemas, através dos dutos de comunicação, tornam-se mais simples se forem utilizados circuitos com **saída triestado (tri-state, em inglês)**.

Na saída triestado, além dos valores digitais 0 e 1, existe um terceiro estado que consiste em colocar a saída em nível de alta impedância. Quando a saída de circuito conetada a uma linha esti-

ver em alta impedância, esse circuito virtualmente perde o controle da linha, como se estivesse desconetado dela. Assim, um outro circuito, cuja saída também esteja conetada a essa linha, pode assumir o comando dos sinais. Não é possível conetar à mesma linha as saídas de dois circuitos comuns, pois como essas saídas têm baixa impedância, ocorreria que um circuito estaria no valor digital 0 e o outro no valor

digital 1, provocando um curto-circuito entre eles.

Considerando-se várias saídas triestado conetadas numa linha num dado instante, podemos ter somente uma saída nos estados ativos 0 ou 1. Todas as demais linhas devem estar no estado de alta impedância.

A saída que está nos estados ativos comanda o valor digital 1 ou 0 colocado na linha. Os circuitos com saída triesta-

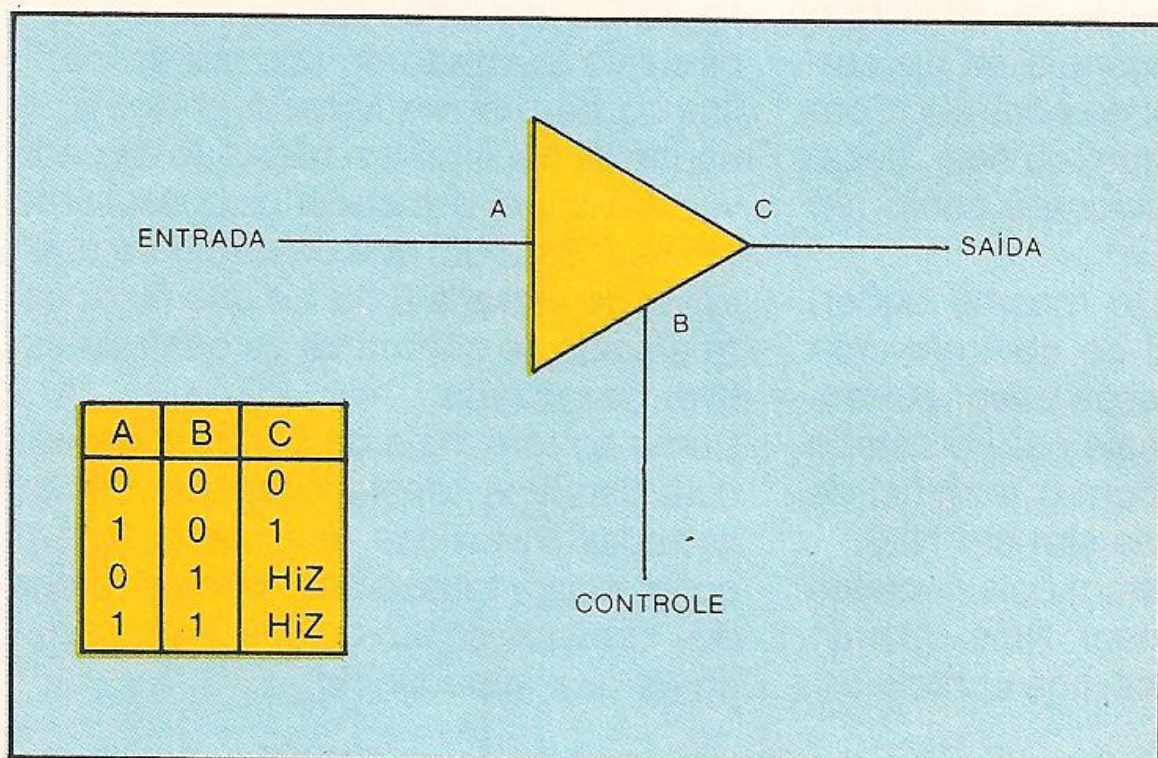


FIGURA 1. Circuito triestado do tipo buffer com a entrada de controle não-invertida.

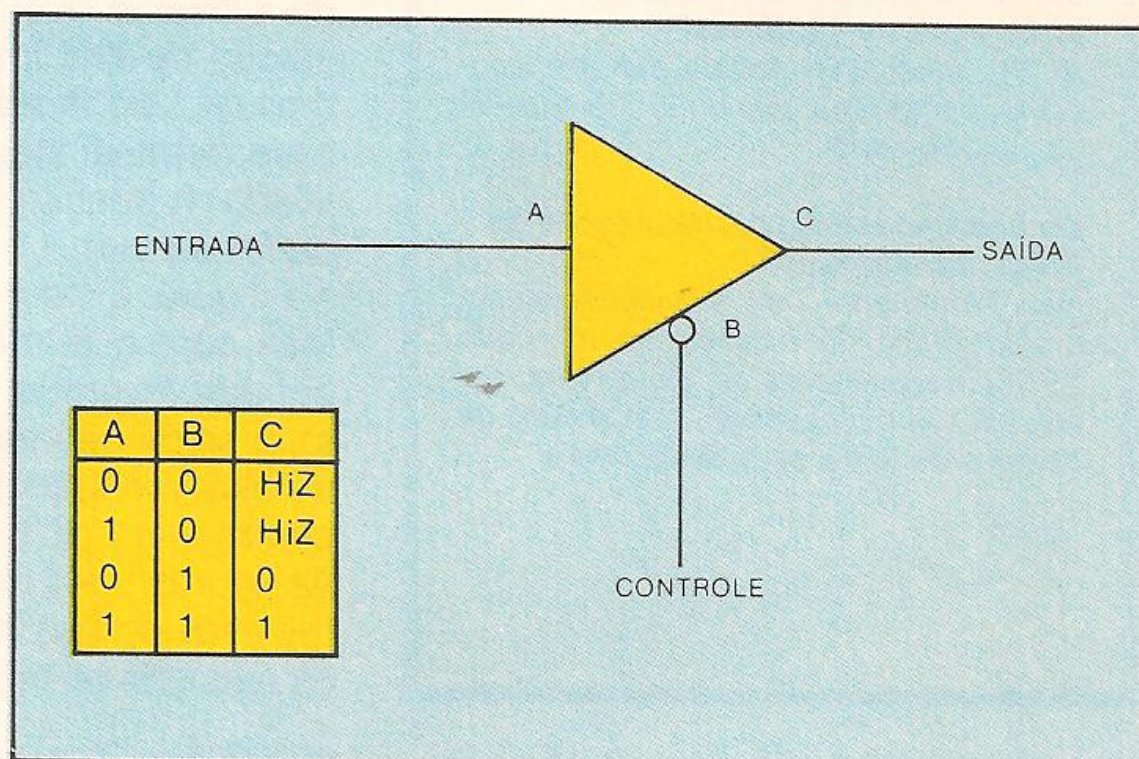


FIGURA 2. Circuito triestado do tipo buffer com a entrada de controle invertida.

FIGURA 3. Circuito triestado do tipo inversor com a entrada de controle não-invertida.

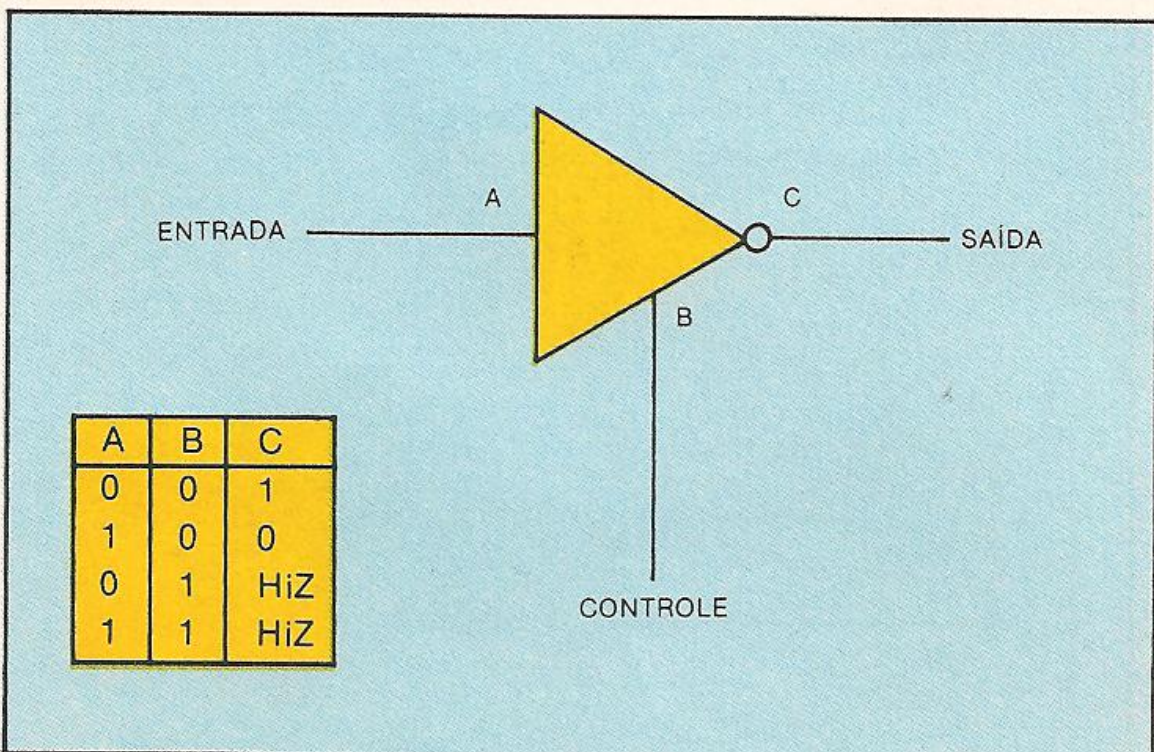
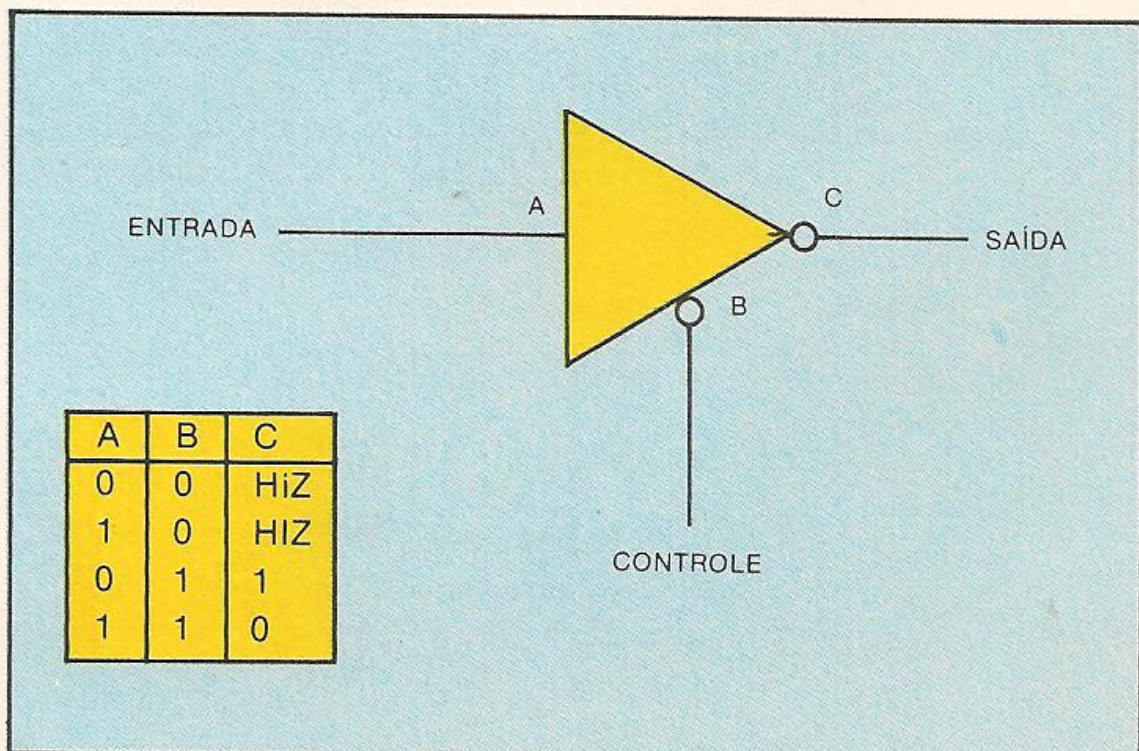


FIGURA 4. Circuito triestado do tipo inversor com a entrada de controle invertida.



O que significa circuitos com saída triestado?

Na saída desses circuitos, além dos valores digitais 0 e 1, existe um terceiro estado que consiste em colocar a saída em nível de alta impedância.

O que ocorre quando um circuito conectado a uma linha entra no estado de alta impedância?

Esse circuito perde o controle da linha, como se estivesse desconectado dela.

Qual é o cuidado que se deve tomar quando mais de uma saída triestado for conectada numa mesma linha?

Deve-se tomar o cuidado de se ter somente uma saída nos estados ativos 0 ou 1. Todas as outras saídas devem estar no estado de alta impedância.

Como é indicada a capacidade de um microprocessador?

Essa capacidade sempre é indicada pelo número de bits ou de linhas de seu duto de dados.

Quantas locações de memória são selecionadas por um duto de endereços de 16 linhas?

As 16 linhas selecionam até 2^{16} locações de memória, isto é, 65536 endereços de memória.

Só existem microprocessadores de 8 bits no mercado?

Não. Atualmente, com a evolução da microeletrônica, já existem no mercado microprocessadores de até 32 bits. Esses microprocessadores têm o duto de dados e de endereços de 32 bits.

do necessitam de um sinal suplementar que indique se a saída está em alta impedância ou não. Esses circuitos, conectados a um duto, estão inter-relacionados de forma a permitir que uma variável de comando indique qual o circuito que deve assumir o comando do duto e quais os circuitos que devem permanecer inativos.

No caso da UCP, a unidade de controle é encarregada de gerar essas variáveis de controle, que são enviadas aos subsistemas periféricos através do duto de controle.

Nos circuitos comuns, deve-se cuidar que num dado instante apenas um circuito assuma o comando do duto.

Esses circuitos com saída triestado são, na realidade, similares aos circuitos inversores ou **buffers**, com a diferença de apresentarem um terceiro terminal usado para o controle do estado de saída.

Na figura 1, tem-se um circuito triestado tipo buffer com a sua tabela verdade. Observe que a saída só vai para o estado de alta impedância se aplicarmos NL1 ao terminal de controle. Com esse terminal atenuado, ou seja, desativado, o circuito funcionará como um buffer comum.

Na figura 2, tem-se o mesmo buffer, mas com o terminal de controle com entrada invertida. Nesse caso, portanto, a saída não vai mais para o estado de alta impedância com o terminal de controle em NL1, mas sim em NL0.

As figuras 3 e 4 mostram dois circuitos triestado do tipo inversor. Nele, quando os respectivos terminais de controle es-

tiverem desativados, os circuitos funcionarão como um simples inversor. Caso os terminais de controle sejam ativados, as saídas irão para o estado de alta impedância.

Esses circuitos que acabamos de analisar podem ser comparados a um relê com um contato normalmente aberto (veja figura 5). Aqui, os terminais do contato normalmente aberto são usados como entrada e saída de dados e o terminal da bobina é usado como terminal de controle.

A ausência de sinal no terminal B (terminal da bobina) fará com que não seja acionado o contato do relê, produzindo, portanto, alta impedância na saída de dados. Ao ser aplicado o sinal no terminal de controle, o relê é acionado e fecha o contato normalmente aberto, permitindo que o sinal da entrada A flua pelo contato e vá para a saída C. Para ilustrar o que foi dito sobre as várias saídas triestado conectadas numa linha de dados, observe o exemplo da figura 6. Nela estão representados dois circuitos triestado do tipo buffer, compartilhando da mesma linha. A chave S1 é capaz de habilitar um triestado de cada vez. Cada um dos circuitos possui uma chave (S2 ou S3) que determinará a variável de entrada 0 ou 1 e que fluirá para a saída se o terminal de controle estiver desativado.

Como os terminais de controle desses dois circuitos triestado estão com as entradas invertidas, elas deverão ser conectadas à massa para que as saídas dos circuitos sejam colocadas no estado de alta impedância.

FIGURA 5. Comparação entre o relê e o circuito triestado.

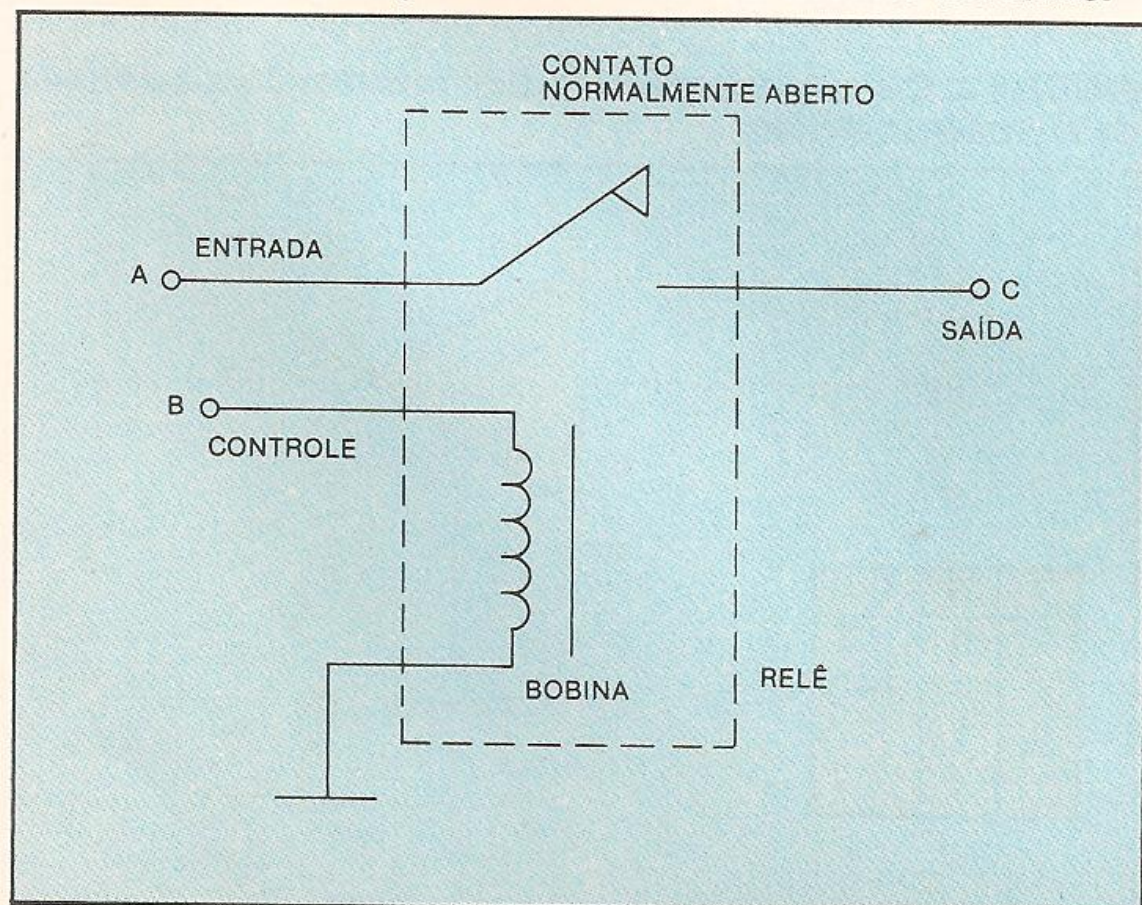
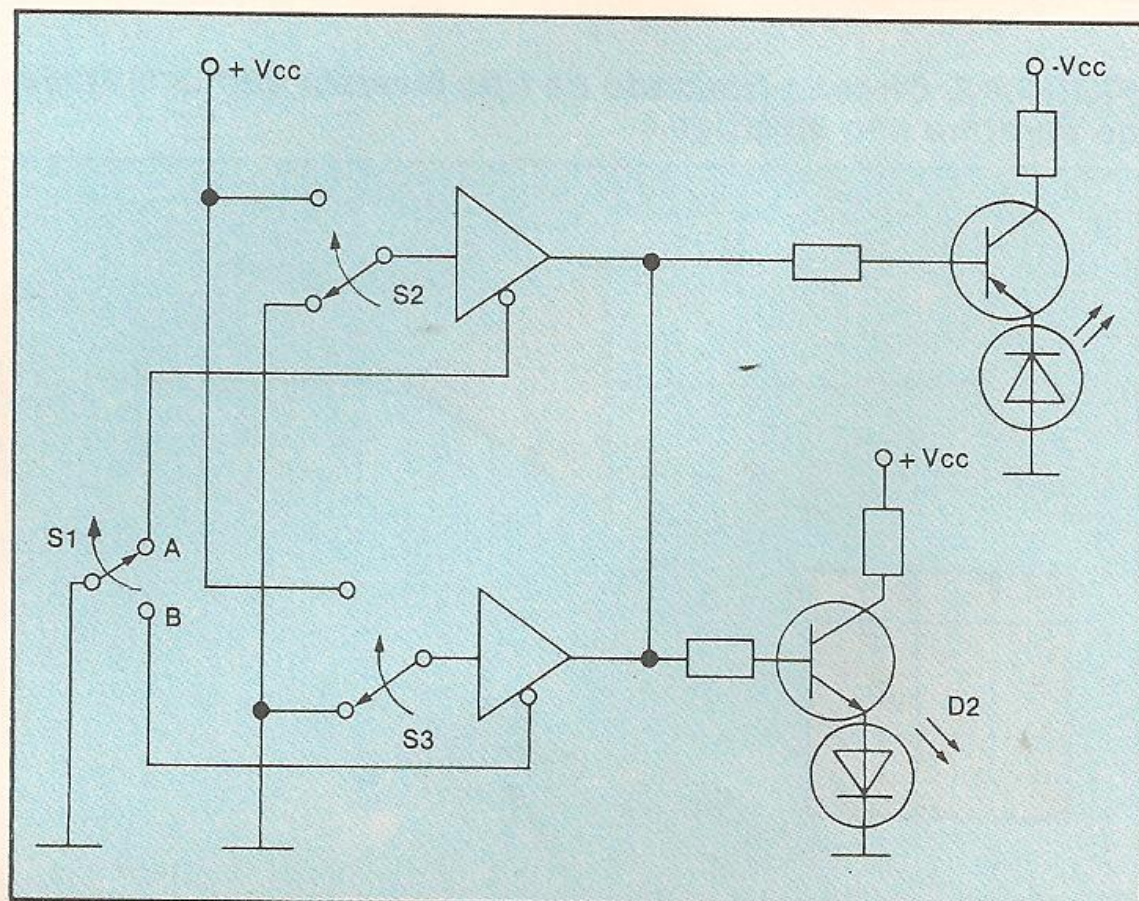


FIGURA 6. Dois circuitos triestado do tipo buffer conectados numa mesma linha.



NOÇÕES TEÓRICAS

Unidade de informação BIT e BYTE

O sistema digital é manipulado e elaborado por uma série de dígitos representados em termos de dígitos binários 0 e 1. Isso ocorre em qualquer aparelhagem com funções total ou parcialmente destinadas à transferência de dados, seja um gerador de dados para envio sucessivo a um outro equipamento ou a outra parte do sistema, seja um receptor ou ainda um processador.

Um dado qualquer é constituído por um número mais ou menos grande de dígitos, de modo que o seu conjunto forneça a informação necessária para tornar compreensível esse dado. Pressupomos, portanto, que a informação se apresenta dividida em unidades ou partes elementares correspondentes a cada um dos dígitos que formam o dado original. A partir dessa premissa é definida a unidade elementar de informação denominada **BIT** (do inglês **Binary digIT**), que corresponde aos dígitos individuais acima referidos. Portanto, se um determinado dado, que é enviado de um equipamento a outro, é formado por 8 dígitos binários, diz-se que contém 8 bits. Os bits são agrupados em conjuntos constituídos de um número constante de dígitos. Este conjunto é denominado **palavra de máquina** ou simplesmente **palavra**. Um conjunto formado por 6, por 7 ou por 8 bits é denominado **BYTE**. Modernamente, são empregados quase que apenas bytes de 8 bits.

Quando a informação é enviada com palavras de 4 bits, ela equivale a meio byte e recebe a denominação **NIBBLE**.

Em um sistema microprocessador, os dutos (**bus**) de endereços e de dados são definidos pelo número de bits que são transmitidos simultaneamente. No caso de microprocessadores de 8 bits, o duto de dados transmite um byte simultaneamente e o duto de endereços, 16 bits ou 2 bytes.

Com a finalidade de manejar com certa comodidade as palavras ou byte de dados representados por dígitos binários, outros sistemas de numeração podem ser utilizados, como o hexadecimal, em que a base de numeração é o número 16, ou o próprio sistema de numeração decimal. Tanto a representação de dígitos hexadecimais como a representação de dígitos decimais requerem 4 dígitos binários.

Para representar os dígitos hexadecimais necessitamos de 16 caracteres. Já que os dígitos decimais necessitam somente 10 caracteres (de 0 a 9), acrescentando-se as primeiras 6 letras do alfabeto obteremos o número de dígitos necessários para representar números na base hexadecimal.

Portanto, com esta base de numeração é possível reagrupar cada grupo de 4 bits e representá-lo com o caractere hexadecimal equivalente.

A operação com dígitos hexadecimais implica numa economia de tempo e num tratamento mais simples de cada byte, pois nessas condições operamos 4 bits (dígitos binários) de cada vez.

Na tabela que se segue, está exposta a relação entre os dígitos dos sistemas hexadecimal e decimal e a representação binária desses dígitos, utilizando-se 4 bits para essa finalidade.

Concluindo, observamos que se tivermos um número decimal codificado em binário, este número não é um número binário, mas sim, um número decimal. Por exemplo, o número 23. Em binário, este número é representado por 1.01011. Em CBD, este número decimal é representado por:

0010 0011
2 3

Hexadecimal	Binário	Decimal	Codificação dos números decimais, CBD (BCD, em inglês)
0	0000	0	0000
1	0001	1	0001
2	0010	2	0010
3	0011	3	0011
4	0100	4	0100
5	0101	5	0101
6	0110	6	0110
7	0111	7	0111
8	1000	8	1000
9	1001	9	1001
A	1010	10	1010
B	1011	11	1011
C	1100	12	1100
D	1101	13	1101
E	1110	14	1110
F	1111	15	1111

Os dois leds D1 e D2 indicam o nível lógico presente nas saídas dos circuitos. Se a saída de um deles estiver em NLØ, o led D1 acende, e se a saída estiver em NL1, o led D2 acende.

Se, ao mesmo tempo, conetarmos à massa os dois terminais de controle (A e B), nenhum dos leds irá acender. Isso indica que as duas saídas estão em estado de alta impedância.

Nesse exemplo, a chave S1 está simulando a unidade de controle do microprocessador, que é encarregada de gerar as variáveis de controle.

Existem diversos componentes lógicos que possuem saídas conetadas a circuitos triestado. É o caso dos contadores, flip-flops, memórias, etc. Dessa forma, os projetos ficam enormemente simplificados, através da utilização dos circuitos combinados.

A capacidade de um microprocessador é indicada pelo número de bits ou de linhas de seu duto de dados.

Os microprocessadores de 8 bits possuem 8 linhas no duto de dados e 16 linhas no duto de endereços. As 16 linhas do duto de endereços permitem selecionar até 2¹⁶ locações de memória, ou seja, 65 536 endereços de memória.

Hoje, estão se tornando comuns os microprocessadores de 16 bits, isto é, com 16 linhas no duto de dados.

O duto de endereços desses microprocessadores pode conter até 24 linhas. Isso permite endereçar 2²⁴ locações de memória, ou seja, cerca de 16 milhões de endereços de memória.

Com estes microprocessadores estão sendo construídos microcomputadores de uso pessoal que podem atingir uma capacidade de processamento equivalente à de um computador de porte razoável de uma década atrás.

A evolução da microeletrônica tem sido tão rápida, que hoje já existem no mercado microprocessadores de 32 bits. Esses microprocessadores têm o duto de dados com 32 bits. O duto de endereços, em geral, é comutado com o duto de dados para o aproveitamento das mesmas linhas, possuindo também 32 linhas. Isto permite que estes microprocessadores tenham capacidade de endereçar até 2³² locações de memória, ou seja, cerca de 4 bilhões de endereços.

Nos próximos capítulos continuaremos a estudar detalhes dos microprocessadores, analisando sua associação com outros CIs.

O MOTOR ELÉTRICO (2)

Num segundo capítulo dedicado aos motores elétricos, você vai conhecer o motor assíncrono. Esse tipo de motor, cujo funcionamento baseia-se na experiência de Ferraris, trabalha com corrente alternada.

Falaremos agora do **motor assíncrono**, excitado por uma corrente alternada, também conhecido como **motor a indução**. O princípio de funcionamento destes motores é baseado nas experiências de Ferraris, que foram realizadas em 1885.

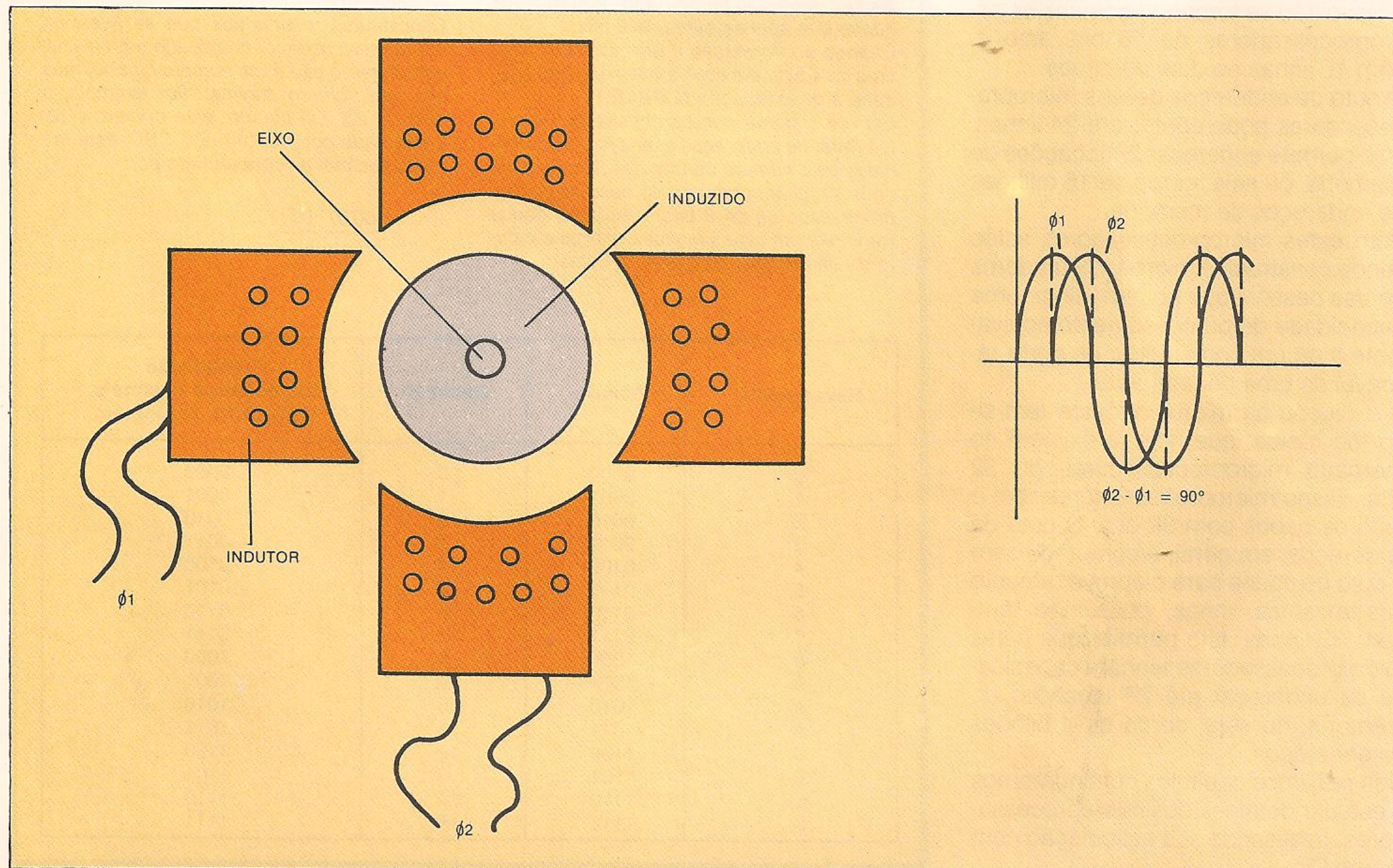
A experiência consistia no seguinte: Ferraris colocou um ímã com formato de ferradura e capaz de girar em torno de um eixo vertical nas proximidades de um disco metálico não-magnético. Este, por sua vez, podia girar em torno do mesmo eixo. Ferraris observou que,

quando o ímã girava, o disco metálico também girava no mesmo sentido. Esse fenômeno é explicado pelo fato de que, quando o ímã gira, cria-se um campo magnético variável que induz correntes girantes sobre o disco. Essas correntes são chamadas correntes de Foucault. As correntes, segundo a Lei de Lenz, tendem a gerar um outro campo magnético em oposição ao inicial, e o efeito resultante é a rotação do disco. Portanto, no momento em que o disco atinge uma velocidade exatamente igual à do ímã, as correntes induzidas

sobre sua superfície desaparecem, provocando também o desaparecimento das forças de tração do disco. Isto faz com que sua velocidade diminua, com conseqüente ressurgimento das correntes induzidas.

Como resultado desse efeito, o disco gira sempre com um certo escorregamento em relação ao ímã, ou seja, numa velocidade ligeiramente menor. Por esta razão, o sistema é chamado de assíncrono, que significa que não existe igualdade de velocidade ou sincronismo entre o campo girante e o rotor.

ABAIXO: produção de um campo giratório com o emprego de duas bobinas em ângulo reto, alimentadas por correntes defasadas de 90°.



A experiência que descrevemos não caracteriza o funcionamento de um motor, já que não há transformação de energia elétrica em energia mecânica, ocorrendo simplesmente um acoplamento eletromagnético. Dessa forma, é necessário mover o ímã para que o disco gire.

O método usado para obter um campo girante sem a necessidade de colocar em movimento um ímã consiste em empregar dois eletroímãs dispostos em ângulo reto, aos quais aplicam-se duas correntes alternadas de mesma

frequência, mas com uma diferença de fase de 90° .

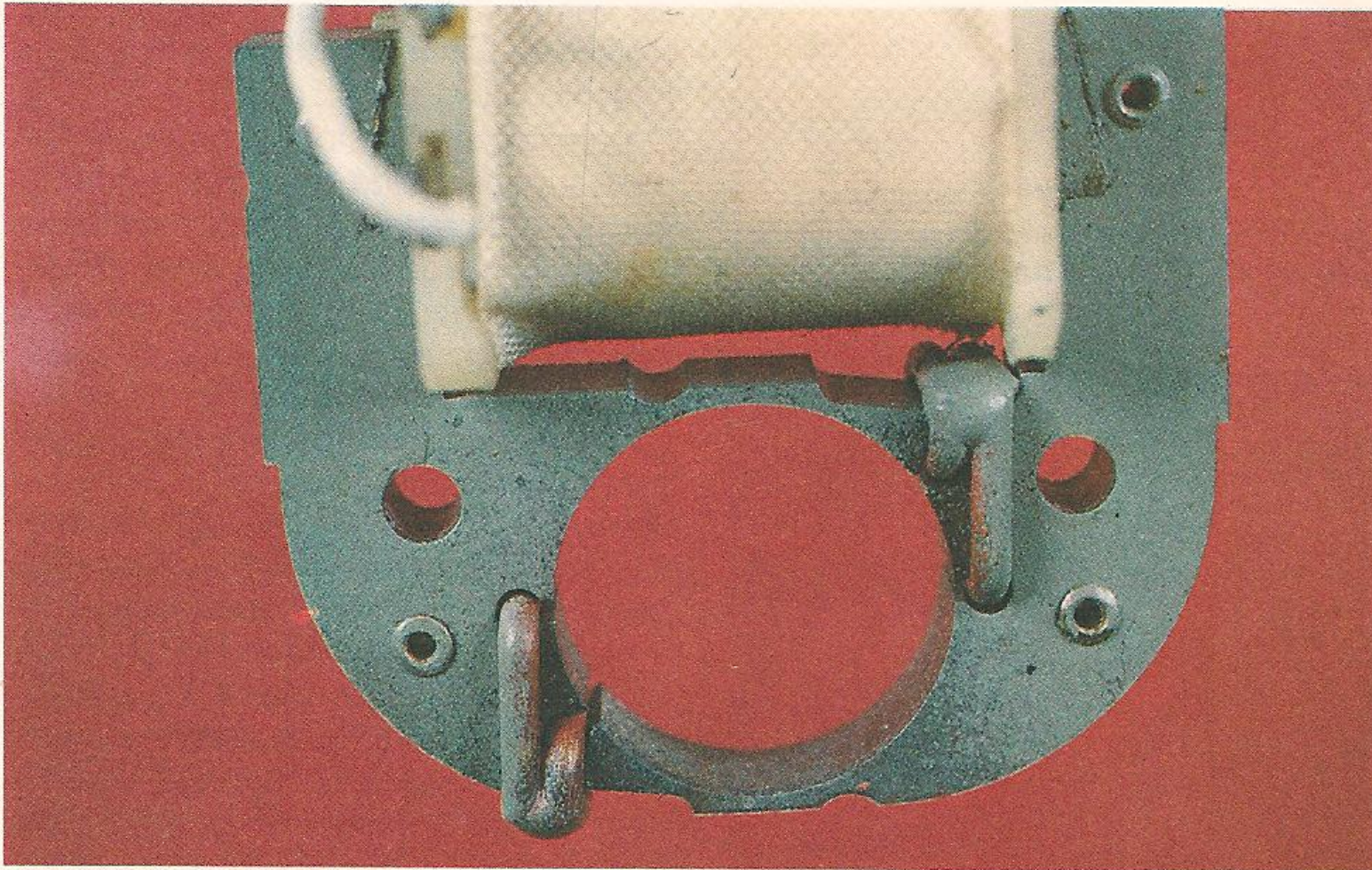
Empregando uma corrente alternada senoidal, obtém-se um campo que varia do mesmo modo. Quando esse se combina com outro campo que possui amplitude e orientação diferentes, dada a sua colocação, produz-se o campo girante.

Esse conjunto de dois enrolamentos compõe o indutor ou estator. O disco, por sua vez, é substituído por um elemento girante, o rotor, que gira com uma velocidade de rotação aproxima-

da de $N = 2f/p$, onde f representa a frequência da tensão alternada aplicada e p indica o número de pólos magnéticos do motor. Observe-se que p é, no mínimo, igual a dois.

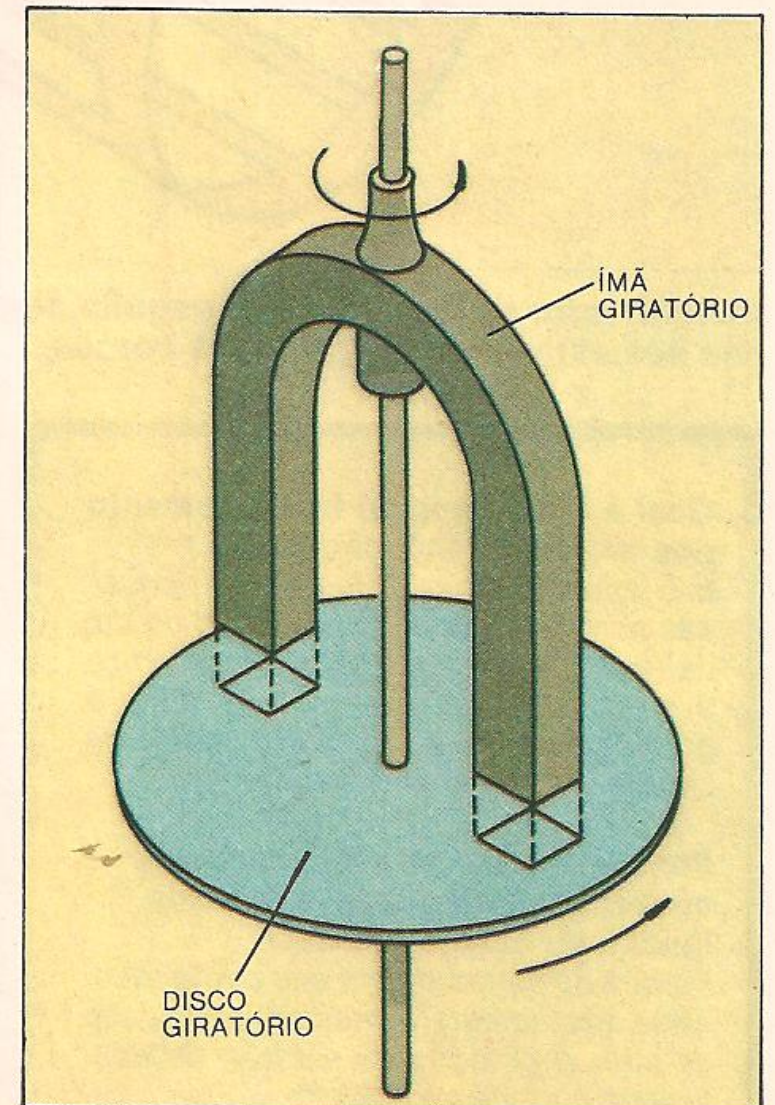
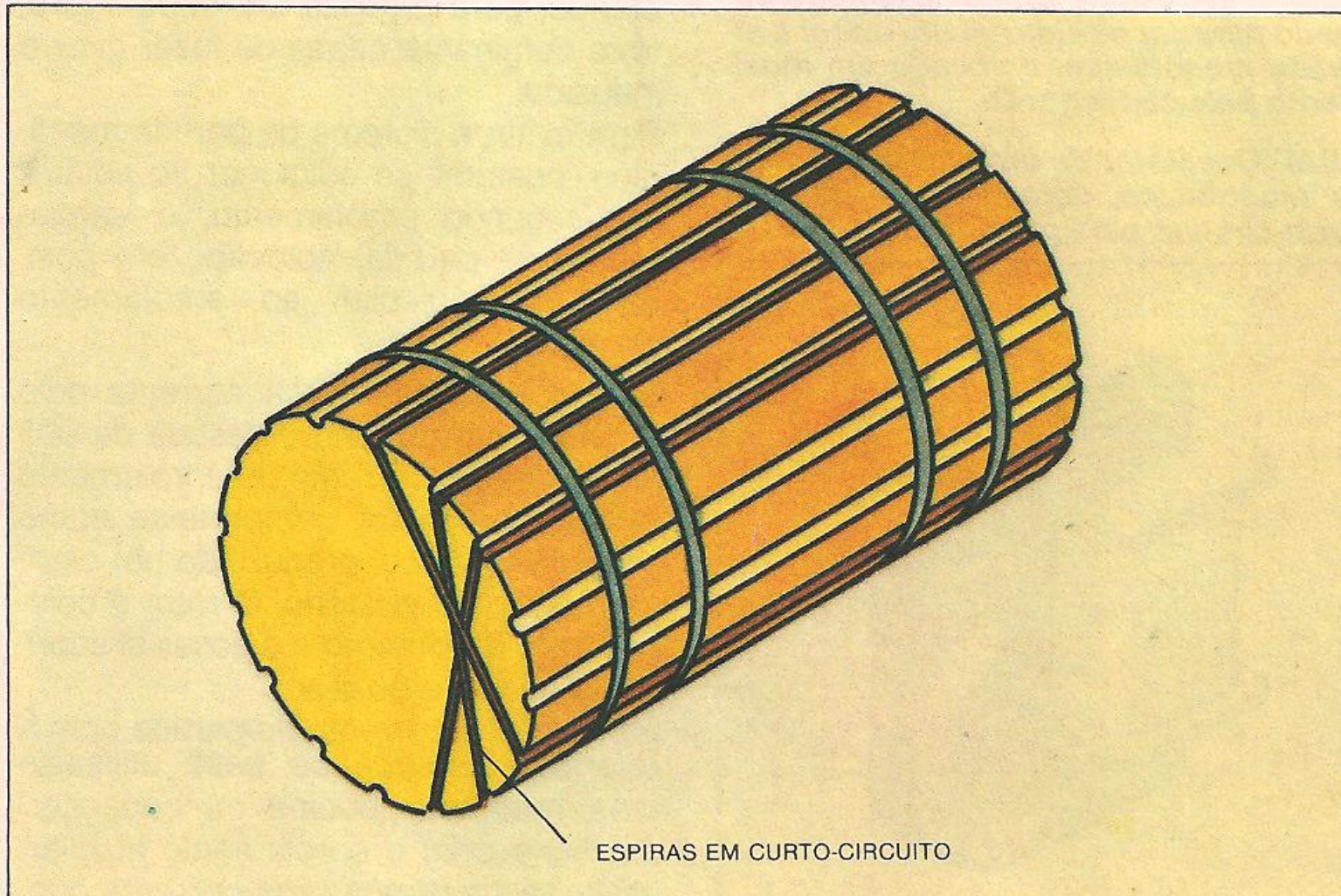
Existem duas formas de construção de um rotor de motor de indução, ambas tendo idêntico princípio de funcionamento. Esse princípio consiste em dispor de um conjunto de espiras em curto-circuito, enroladas sobre um núcleo de material ferromagnético.

A função das espiras é permitir a circulação das correntes induzidas e, assim,



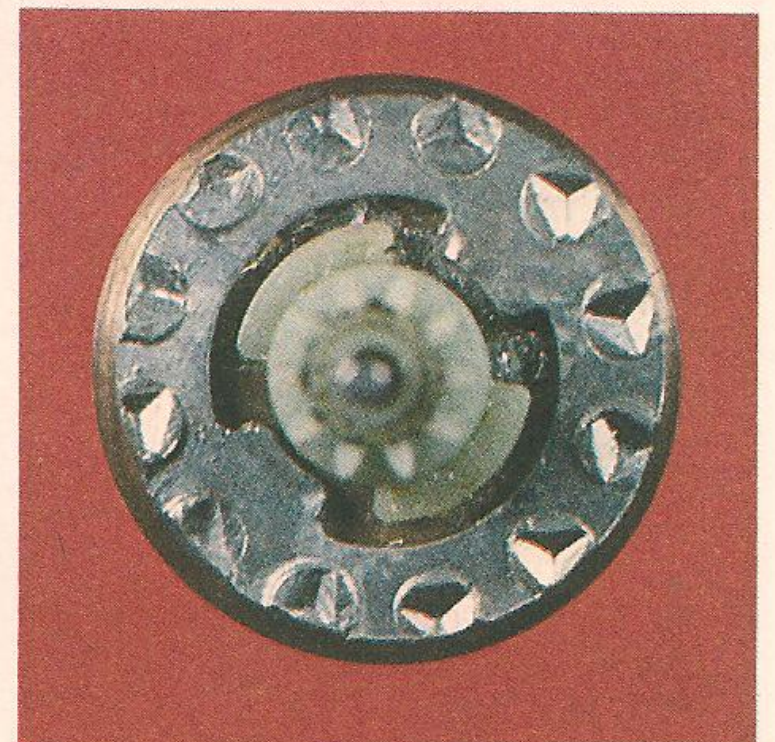
ACIMA: detalhe da cavidade do estator em que é alojado o rotor, em um motor a indução monofásico.

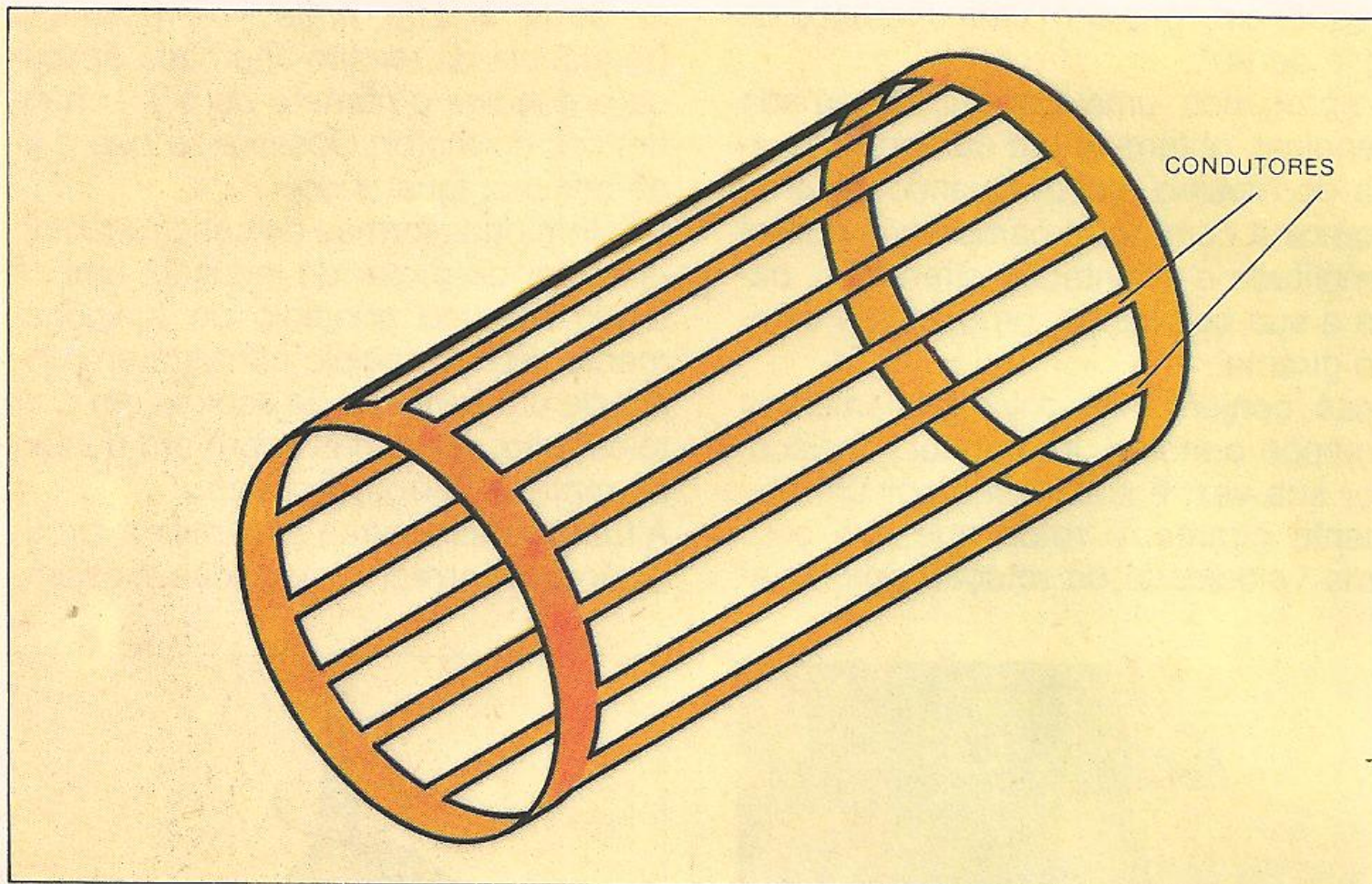
ABAIXO: rotor de um motor a indução, formado por discos contíguos que se acham em curto-circuito nas bordas.



ACIMA: experimento de Ferraris, que constitui a base de projeto dos motores a indução.

ABAIXO: rotor construído com vários discos contíguos e espiras situadas nas fendas externas.





ACIMA: rotor do tipo gaiola de esquilo, formado por barras condutoras, curto-circuitadas nas extremidades por duas coroas.

Qual é o princípio de funcionamento dos motores a indução?

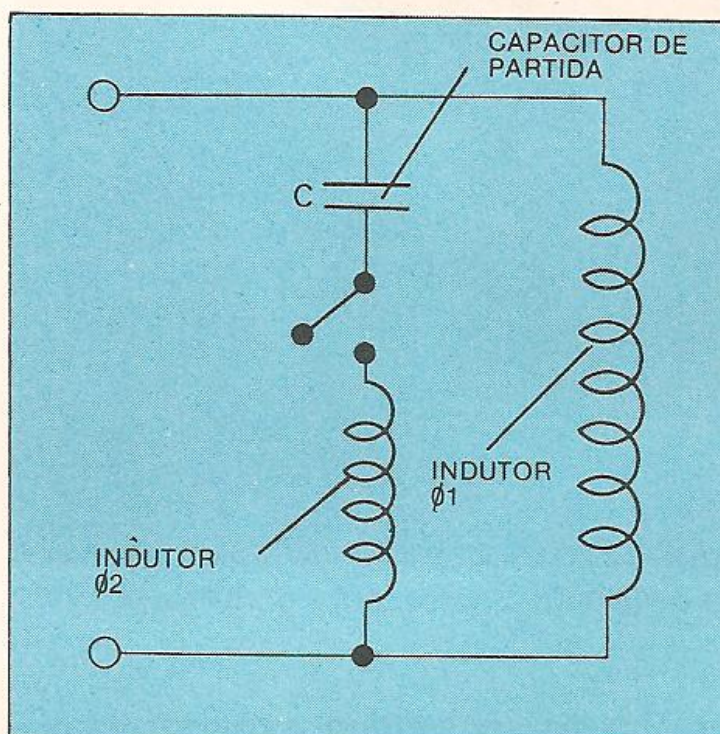
É o aparecimento de correntes induzidas num rotor, criadas pela ação de um campo magnético giratório. Esse campo é produzido pelo estator, cujo efeito é gerar, por sua vez, um outro campo de sentido contrário ao anterior.

Por que um motor assíncrono não consegue atingir uma velocidade igual à do campo indutor?

Porque no momento em que o rotor atinge exatamente a mesma velocidade do campo giratório do estator, desapareceria o efeito de indução, já que a velocidade relativa do rotor seria nula e produziria o mesmo efeito que seria obtido se o rotor e o campo giratório do estator estivessem parados.

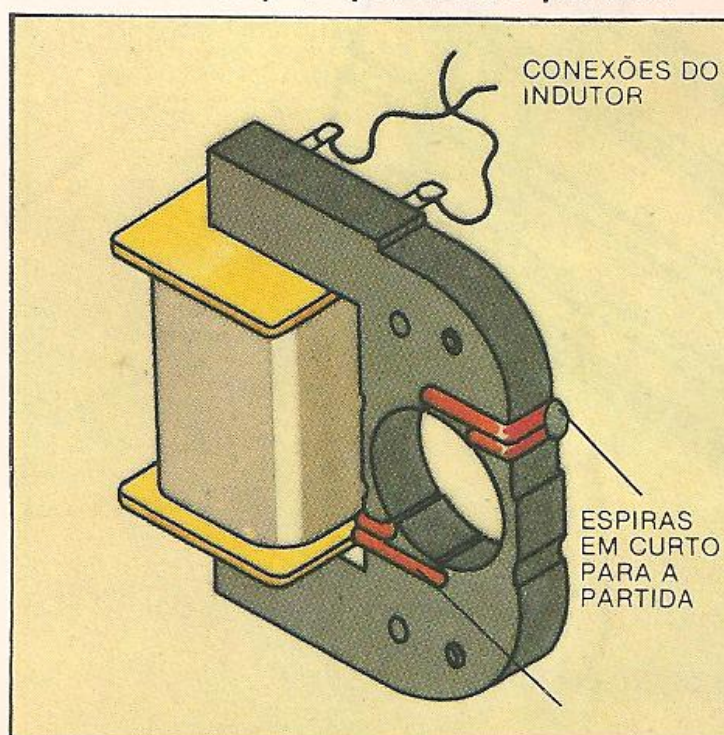
Que método é empregado para produzir um campo magnético giratório no estator sem a necessidade de fazer girar um ímã?

Um campo giratório pode ser criado pela ação combinada de dois eletroímãs dispostos em ângulo reto, nos quais se aplicam duas correntes alternadas de mesma frequência, mas defasadas de 90°.



ACIMA: esquema elétrico do circuito utilizado para dar partida em um motor a indução monofásico, colocado em movimento pelo capacitor C.

ABAIXO: estator de um motor assíncrono monofásico, dotado de espiras em curto-circuito para produzir a partida.



criar um campo de sentido contrário àquele produzido pelo estator.

O primeiro tipo de construção de rotor consiste em um cilindro formado por discos paralelos contíguos de ferro doce isolados e que apresentam ranhuras na sua circunferência. Nas ranhuras são aplicadas as espiras ou enrolamentos que se curto-circuitam.

O segundo tipo de rotor é constituído por duas coroas condutoras ligadas por barras condutoras (motor tipo "gaiola"). O conjunto forma um cilindro vazio, muito semelhante a uma gaiola, para o qual é dado o nome de "gaiola de esquilo". É um dos modelos mais utilizados, principalmente em aplicações de baixa potência.

O princípio de funcionamento descrito para a geração de um campo girante por meio do estator pode ser aplicado somente nos casos em que se dispõe de duas correntes defasadas de 90°. Isto não ocorre nas aplicações habituais em que os motores devem ser ligados à rede. Sendo monofásica, não existe um campo giratório.

O motor não poderia partir se não fosse um dispositivo mecânico externo que obriga o rotor a iniciar a rotação e a aumentar a velocidade até atingir a velocidade correspondente ao seu regime normal de funcionamento.

Isso se deve ao fato de que o campo monofásico aplicado é composto de dois campos giratórios da mesma intensidade, mas de sentido contrário, que se autoanulam. Basta, porém, produzir uma defasagem entre eles, de modo que um se acentue e outro se atenua, para produzir um campo giratório dominante capaz de fazer girar o induzido.

Para evitar o sistema de partida mecânico, costuma-se adicionar ao estator um segundo enrolamento, o enrolamento de partida, colocado em posição perpendicular ao enrolamento principal.

Quando se passa uma corrente pelo enrolamento auxiliar, defasada de 90° em relação à corrente do enrolamento principal, o motor comporta-se como se fosse bifásico, produzindo um campo magnético giratório. O rotor é colocado em movimento e é possível suprimir a corrente auxiliar.

Para obter a corrente de partida com a referida diferença de fase utiliza-se uma reatância (bobina ou capacitor) em série com o enrolamento auxiliar: assim, é produzida uma corrente que,

mesmo não estando defasada de 90° , é suficiente.

Um outro sistema de partida dos motores assíncronos consiste em colocar dois grupos de espiras em curto-circuito, enroladas em torno do estator, numa região vizinha ao rotor. Deste modo, é obtido um desvio de fase do campo magnético que age sobre o induzido, suficiente para colocar em movimento o motor.

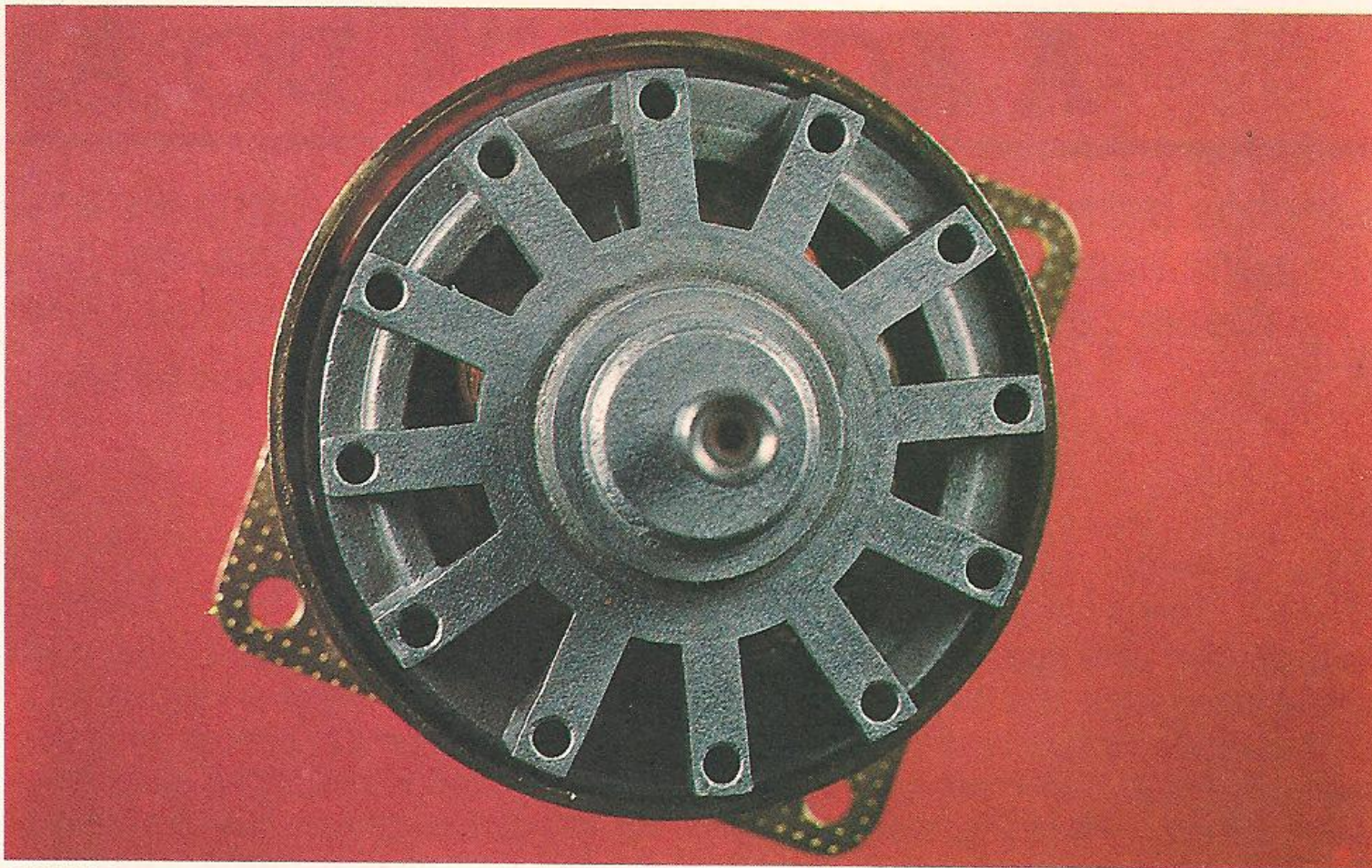
As características de velocidade e de torque de um motor assíncrono são correlacionadas e, em geral, são representadas por uma curva, ao longo da qual pode-se escolher o ponto de funcionamento mais adequado.

Quando o motor é colocado em funcionamento na ausência de carga, a velocidade do rotor tende a igualar-se à velocidade do campo giratório do estator; assim, basta uma leve diferença entre ambas para que sejam criadas no induzido as correntes necessárias para mantê-lo em rotação. Desenvolve-se, portanto, um torque muito reduzido, já que é necessário vencer apenas a resistência de atrito do eixo. Porém, no momento em que se acopla uma determinada carga mecânica ao rotor, o torque deve obrigatoriamente aumentar até o nível necessário para mover a carga. Em consequência, a velocidade diminui porque aumentam as correntes induzidas no rotor. Essas correntes são proporcionais à diferença de velocidade entre os campos do indutor e do induzido. Este desvio de velocidade é chamado de **deslizamento** ou **escorregamento**.

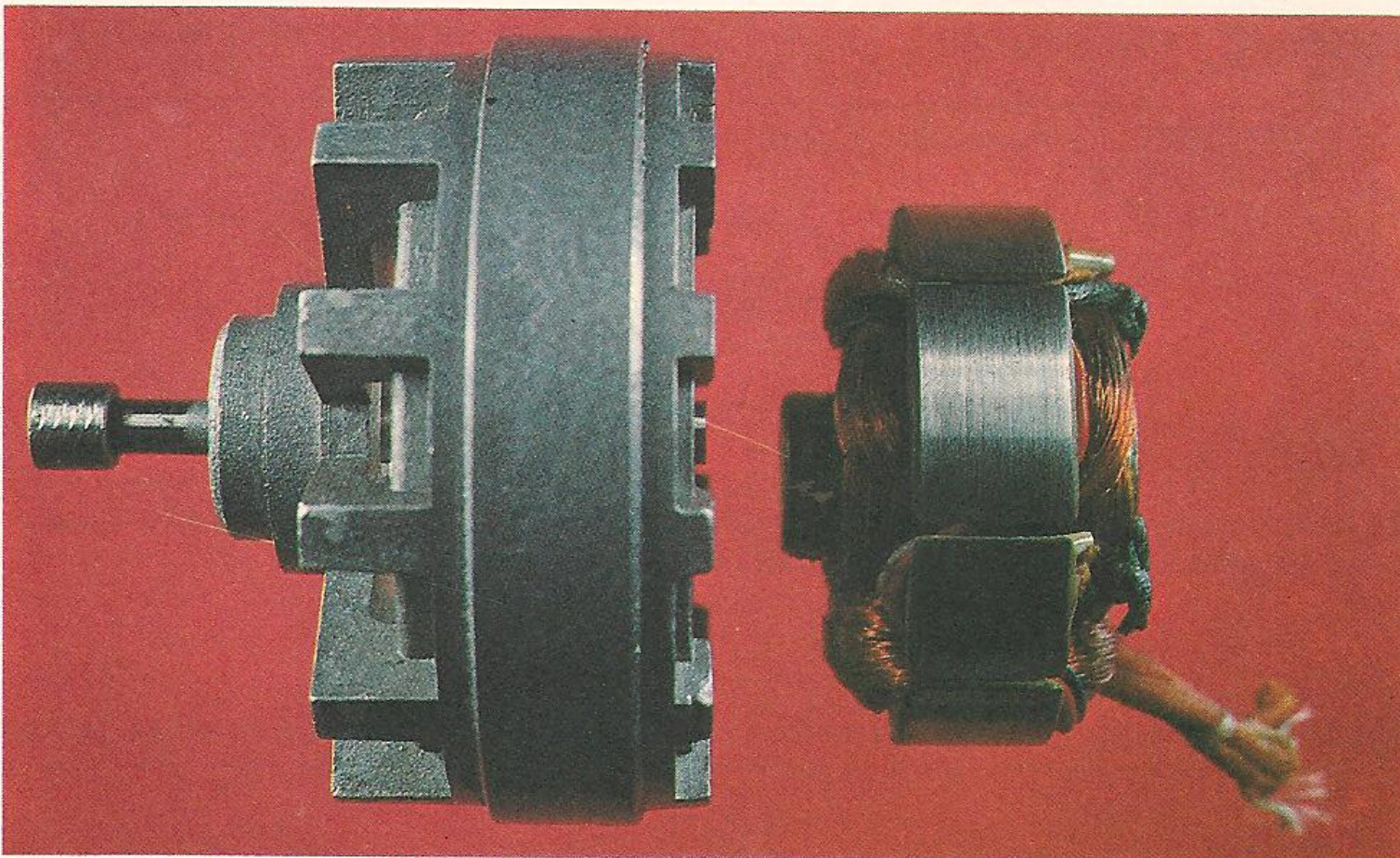
No momento da partida, uma das características do motor é o torque pouco elevado. Nessas circunstâncias, o torque é sempre bastante inferior ao torque máximo que o motor pode desenvolver. Por esta razão, nos dispositivos empregados para a partida, deve-se levar em conta este aspecto para que o motor sempre supere a resistência de atrito do eixo.

Uma outra característica a ser considerada, principalmente no caso dos motores de potência média ou elevada, é o **fator de potência**. Esse fator exprime o valor da potência reativa empregada pelo motor durante o seu próprio funcionamento.

O fator de potência é expresso como a relação entre a potência real em watt absorvida pelo motor e a potência aparente, definida como o produto da tensão aplicada pela corrente absorvida.

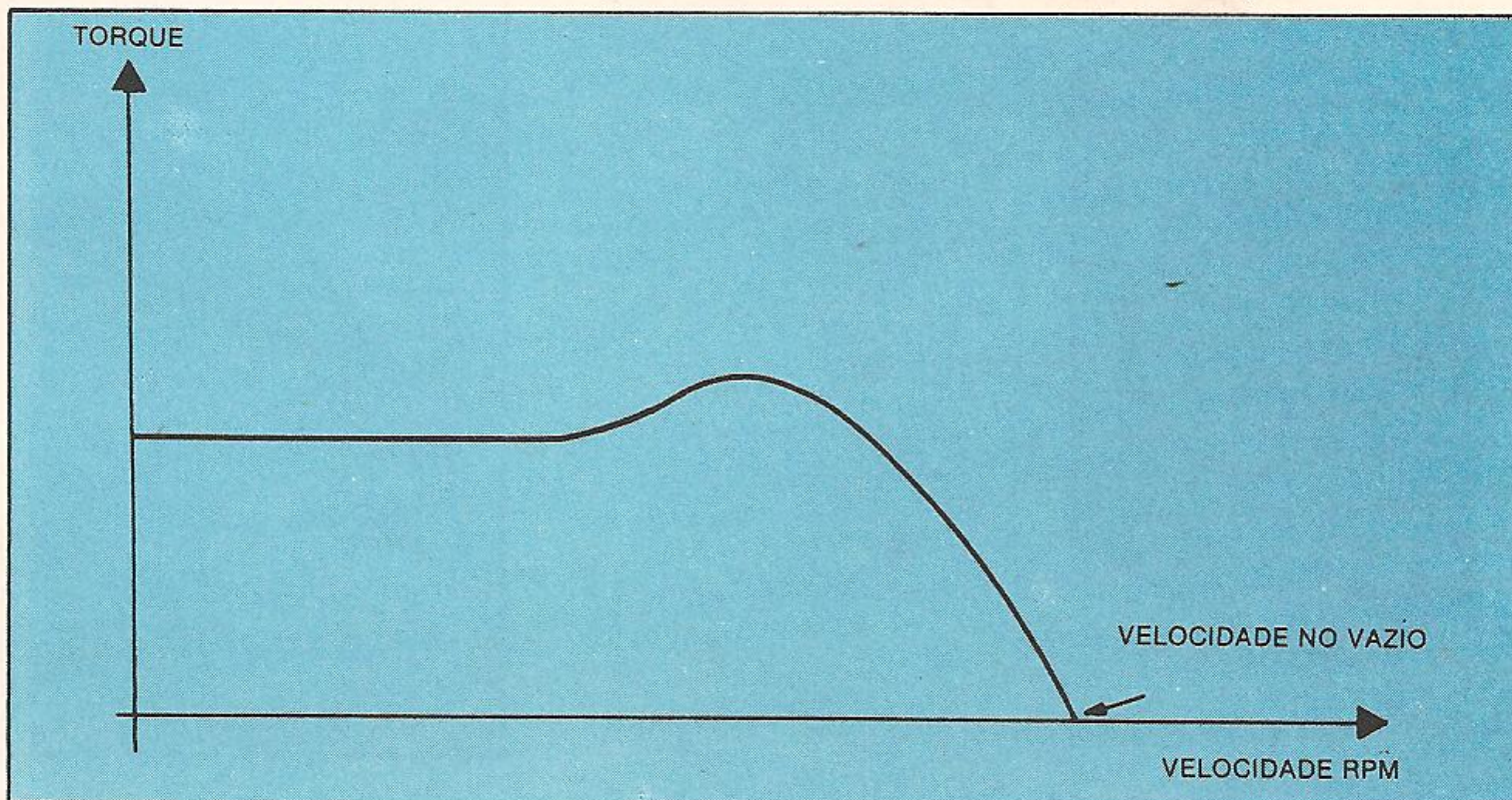


ACIMA: motor a indução com o rotor na região externa do estator.



ACIMA: detalhe do estator e do rotor gaiola de esquilo em um motor a indução.

ABAIXO: curva característica torque-velocidade em um motor a indução.



A ACÚSTICA DO AMBIENTE

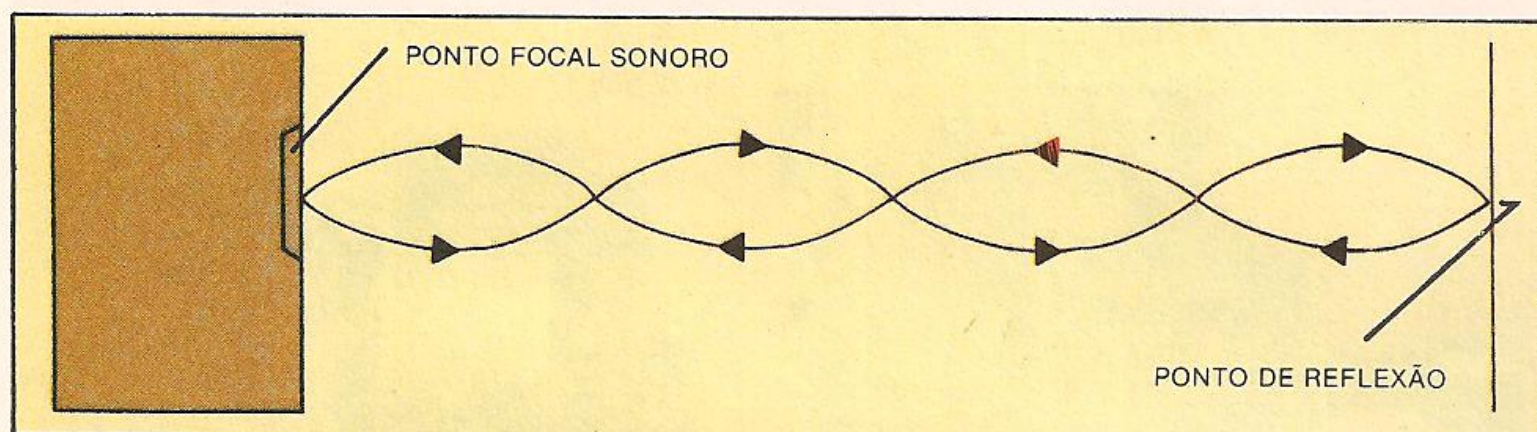
Muitos acreditam que para obter a melhor reprodução de uma gravação sonora seja suficiente um sistema estereofônico de alto nível. No entanto, não é bem assim. Neste capítulo você encontra alguns conselhos para que a sonorização de um ambiente seja perfeita.

Para se obter uma boa reprodução dos sons emitidos por um amplificador de alta-fidelidade não basta dispor de uma aparelhagem de desempenho elevado, já que o efeito de áudio também depende das condições acústicas da sala — ou qualquer parte da casa — em que o equipamento está instalado.

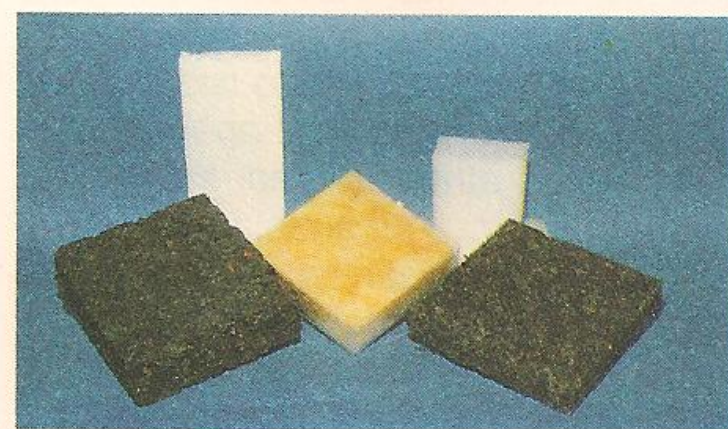
Os ambientes preparados para audições, como salas para conferências e concertos, cinemas, teatros etc., são adequadamente adaptados para a recepção do tipo de som que ali será produzido. Em muitos casos, principalmente nos teatros importantes, o som propaga-se do palco até qualquer pon-

to da sala, com níveis e fidelidade bastante altos, sem necessidade de amplificadores que captem o som, através de microfones, e o reproduzam em elevadas potências.

Portanto, a qualidade das reproduções também está relacionada com o ambiente. Um aparelho com um amplifica-

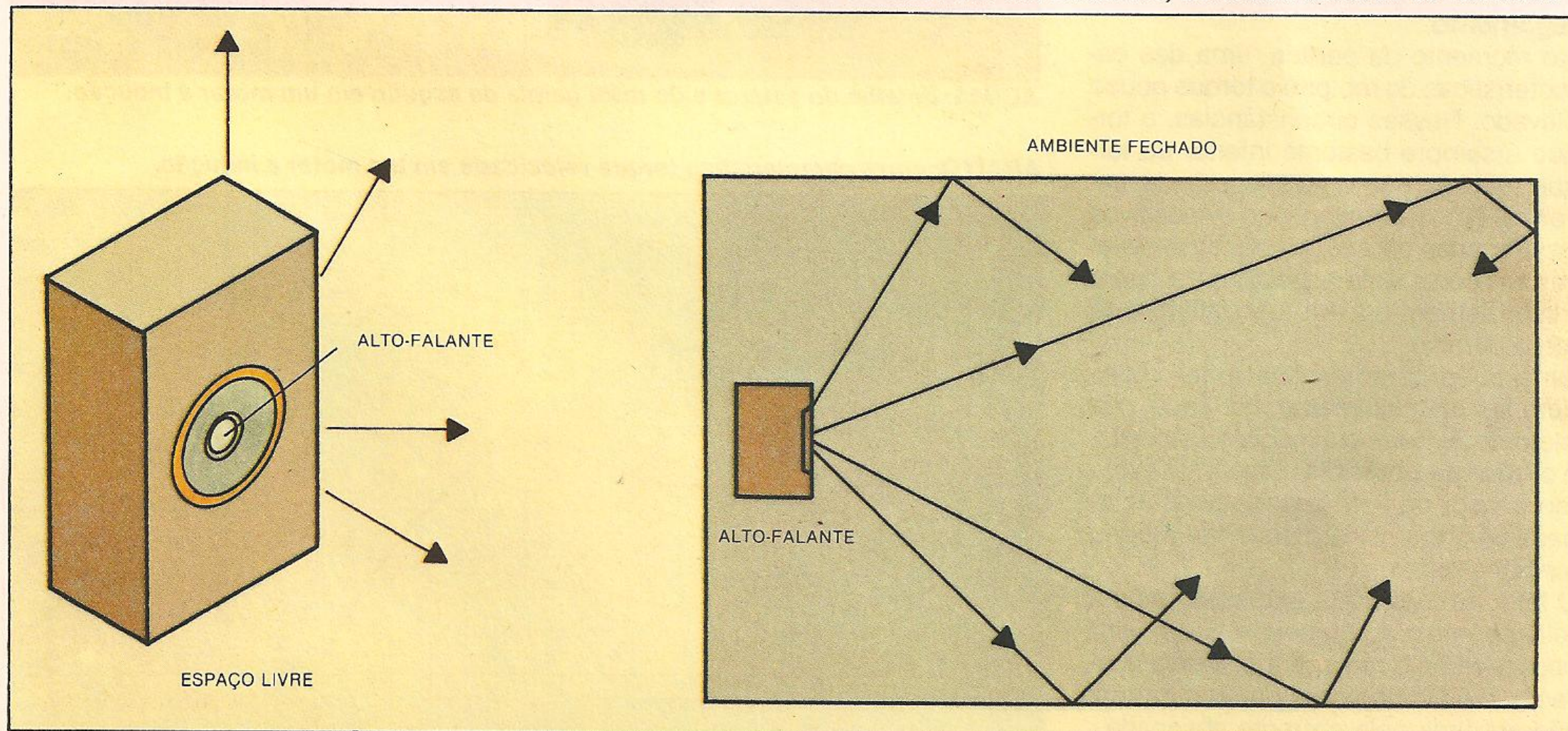


ACIMA: algumas frequências formam ondas estacionárias, como esta que corresponde a uma das frequências próprias do ambiente.



ACIMA: para o condicionamento acústico de uma sala devem ser empregados materiais que tenham grande capacidade de absorção.

ABAIXO: uma fonte acústica ao ar livre não encontra obstáculos. Fechadas em um ambiente, as ondas sonoras se refletem.



dor de menor potência, mas colocado em um lugar condicionado apropriadamente, obtém reproduções sonoras muito melhores.

Em geral, o campo criado por uma fonte sonora num ambiente ao ar livre é muito diferente do campo de um ambiente fechado. No primeiro caso, não há paredes que se interponham à completa difusão do som. Assim, a pressão sonora, em qualquer ponto, dependerá unicamente da potência e da distância da fonte. A grandes distâncias, a pressão sonora chega mesmo a se extinguir.

Ao contrário, em um ambiente fechado, são produzidas reflexões contra as paredes, capazes de absorver parte da energia da onda sonora incidente. Dessa maneira, o som que se ouve de um ponto qualquer não provém apenas da fonte, mas também das paredes que limitam o ambiente. Nessas condições, a pressão sonora não diminui com a distância, mas, em muitos casos, até supera a que existiria ao ar livre nas mesmas condições.

O comportamento das ondas sonoras no interior de um ambiente fechado depende quase que exclusivamente de suas dimensões, que condicionam as frequências de ressonância. Conseqüentemente, às vezes formam-se ondas estacionárias que predominam em relação às outras e que deformam a mensagem sonora original.

É muito importante definir com precisão quais são as condições de ressonância mais interessantes, já que, dependendo das características do som que se vai ouvir, será possível decidir pela atenuação ou pelo reforço dessas condições.

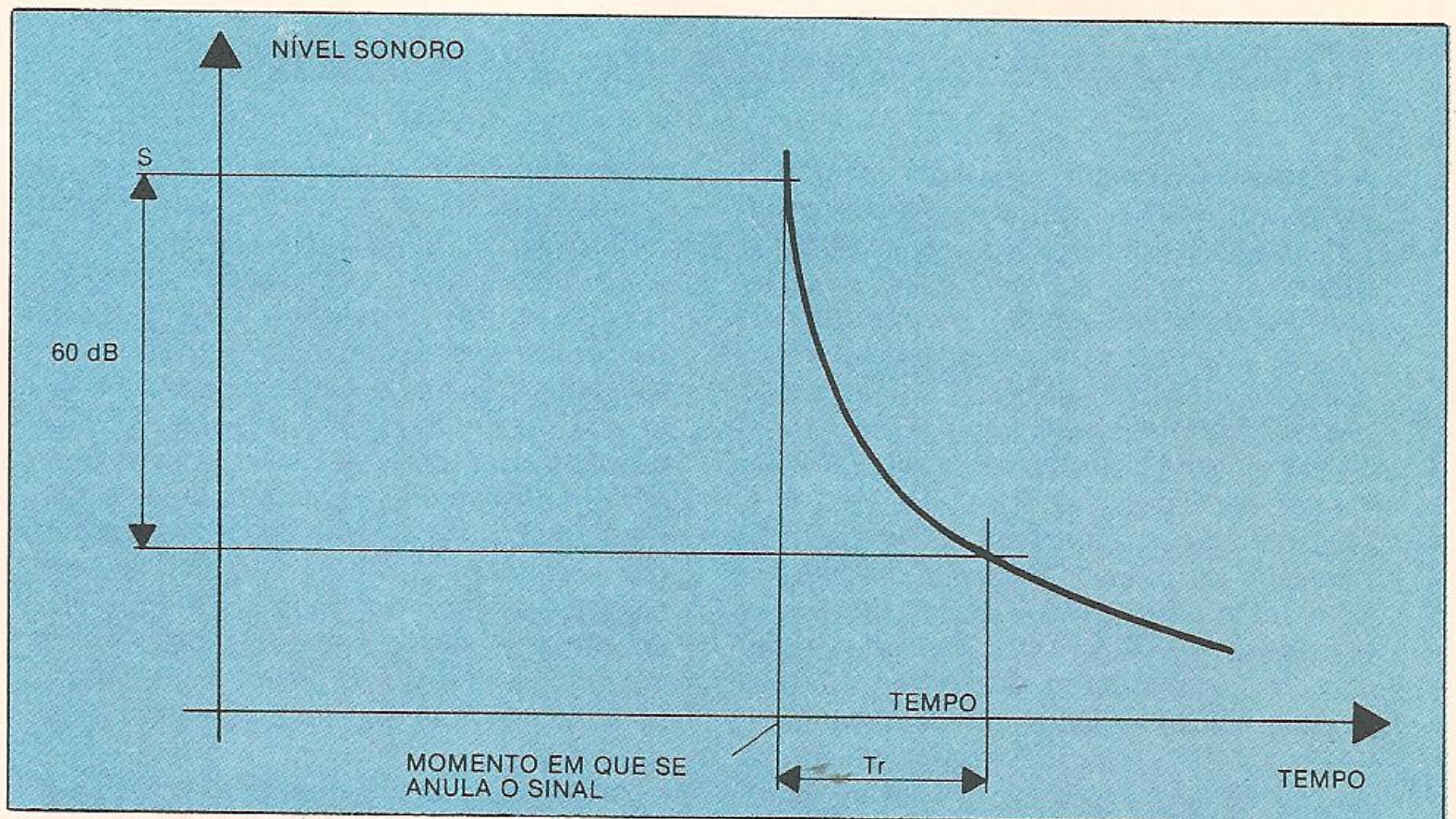
O método de medida da ressonância de uma sala consiste no emprego de um fator denominado tempo de reverberação. Este fator é o tempo que um som leva para ser percebido a partir do momento em que foi produzido. Ou seja, trata-se do período de tempo que as ondas sonoras levam para se refletir nas paredes, enfraquecendo-se cada vez mais, até desaparecerem. Em geral, o valor sonoro que alcança 60 dB abaixo do valor inicial (que corresponde a 1:1000000 da potência inicial) é definido como valor mínimo ou de extinção do som.

Dependendo do tipo de som, um ambiente fechado necessita de tempos de reverberação diferentes. Assim, um ambiente para audição de música clássica

requer tempos de 1,5 segundo ou mais; um salão de baile necessita de 1 s; para uma sala de conferências, um cinema ou uma habitação, o tempo deverá ser de 0,5 s e, se o aparelho for quadrifônico, o tempo deverá ser reduzido ao máximo possível.

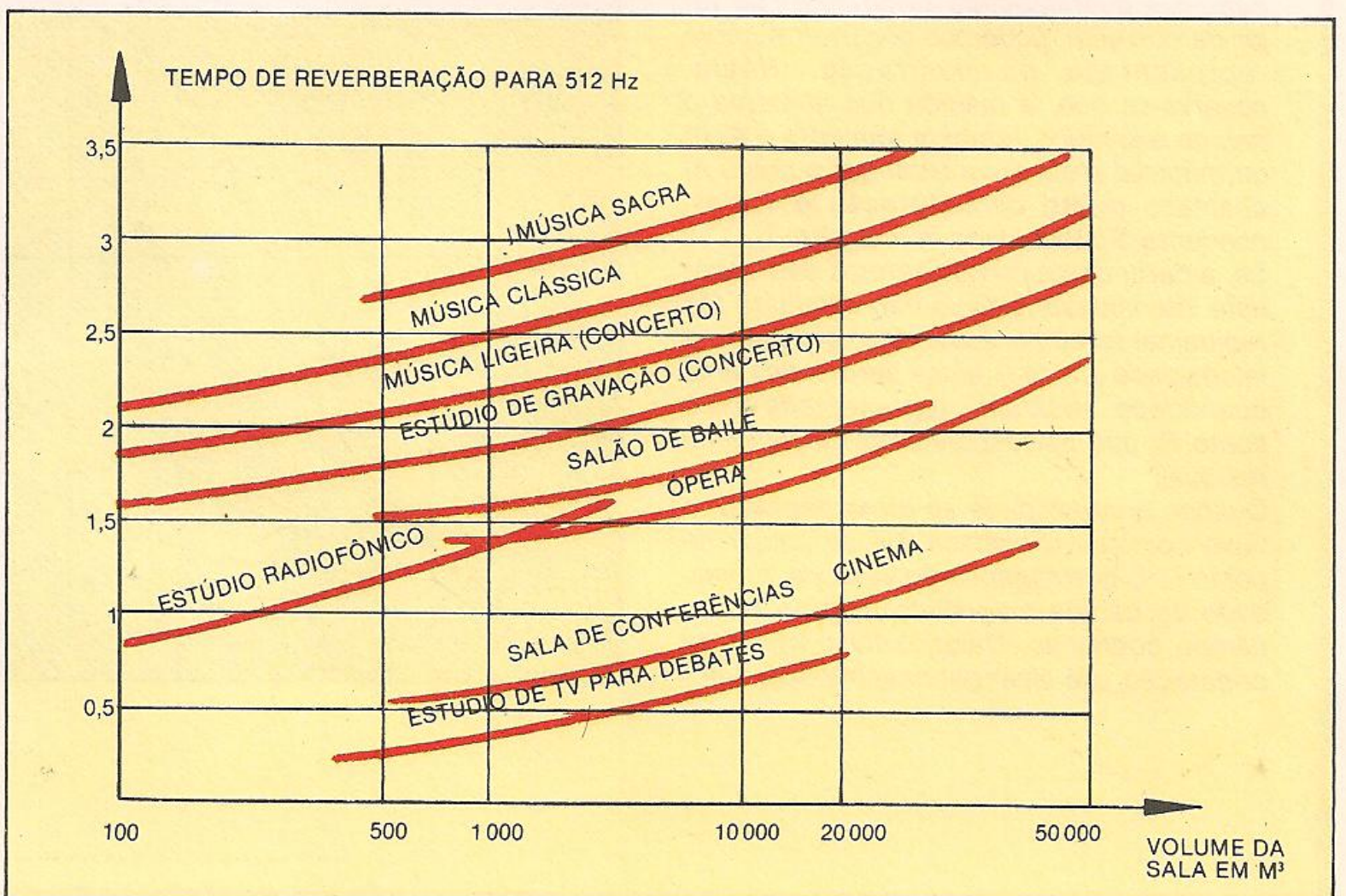
Numa determinada sala, o tempo de reverberação adequado é obtido através de um equilíbrio entre os fatores puramente musicais, que requerem tempos longos (de forma que os sons de uma orquestra alcancem suficiente clareza), e a disposição correta dos diferentes instrumentos que constituem

a aparelhagem estereofônica, que exige tempos muito curtos. O equilíbrio obtém-se com valores de 0,3 a 0,5 s. Tomemos como exemplo uma sala de 4,5 m x 3,7 m (16,6 m²) e com altura de 2,5 m, que corresponde à dimensão média de muitos ambientes das casas atuais. Caso não haja isolamento das paredes, do pavimento e do teto, ocorrerá um tempo de reverberação muito longo, de 1,1 s, sendo necessário revestir o ambiente com materiais absorventes. Devemos levar em consideração que o ponto ideal de escuta está a uma distância correspondente a 1,5



ACIMA: gráfico da variação do nível sonoro em relação ao tempo, depois que se extinguiu a fonte emitente.

ABAIXO: gráfico dos tempos de reverberação em função do volume e da utilização da sala. Foi usada uma frequência de 512 Hz.



vez a distância que separa os dois alto-falantes. Assim, os alto-falantes devem ser colocados ao longo da parede mais curta, de forma que não estejam muito próximos das paredes e dos cantos, o que reforçaria as baixas frequências. Depois de escolhida a parede mais adequada, é necessário revesti-la, assim como a que estiver de frente para ela, com material absorvente. O material pode ser várias camadas de lã de vidro em forma laminar, por exemplo.

O revestimento deve ser estendido também às paredes laterais por cerca de um terço de seu comprimento. Para evitar dificuldades apresentadas por portas e janelas e para aumentar a absorção, convém revestir as paredes laterais com cortinas de tecido leve; a absorção do som interno pode ser modificada enrugando as cortinas em maior ou menor proporção, o que apresenta um excelente sistema de regulação das condições acústicas.

Se houver uma porta, é conveniente revesti-la com o mesmo material, acrescentando-lhe algumas tiras para encobrir qualquer abertura.

O pavimento da sala deve ser revestido com um carpete de lã, de 10 a 15 mm de espessura. Isso evita também o barulho produzido por passos e movimentação no ambiente.

No teto, podemos parafusar um fundo falso, feito com lâminas absorventes perfuradas, de papel prensado ou de

NOÇÕES TEÓRICAS

Histerese e correntes de Foucault

A **histerese** é uma propriedade apresentada pelos materiais ferromagnéticos resultante da aplicação de um campo magnético externo, criado por corrente elétrica ou por um fenômeno semelhante. Se interrompermos o campo magnético depois da sua aplicação, o material submetido ao seu efeito desmagnetiza-se parcialmente, permanecendo um **magnetismo residual**. Este, para ser eliminado por completo, requer a aplicação de um campo externo de sentido contrário ao anterior. A amplitude do campo externo para anular o campo residual, a ser aplicado sobre o material ferromagnético, chama-se **campo coercitivo** ou **desmagnetizador**. O fenômeno da histerese é representado sobre um papel num sistema de coordenadas, obtendo-se uma curva fechada que descreve o comportamento da indução ou fluxo magnético do material ferromagnético.

Consideremos uma bobina ou solenóide com um núcleo de ferro ao qual é aplicada uma corrente alternada senoidal. Se medimos os incrementos da intensidade de campo, a qual depende diretamente do valor da corrente, podemos construir a curva representada na ilustração. Nesta, observa-se que, à medida que aumenta o campo excitador, também aumenta o fluxo do material até o fluxo alcançar o ponto A, chamado **ponto de saturação** e correspondente à intensidade de corrente I_M .

Se, a partir deste ponto, fizermos decrescer esta intensidade, o fluxo não diminuirá tão rapidamente como aumentou, e quando a intensidade atinge 0, ainda permanece uma quantidade residual, representada pelo ponto B, que corresponde ao magnetismo residual.

Quando a intensidade se torna negativa, o fluxo continua a diminuir até se anular no ponto C. O correspondente valor da intensidade de campo magnético externo H é o campo coercitivo. Daqui o fluxo muda de orientação, até alcançar novamente a satu-

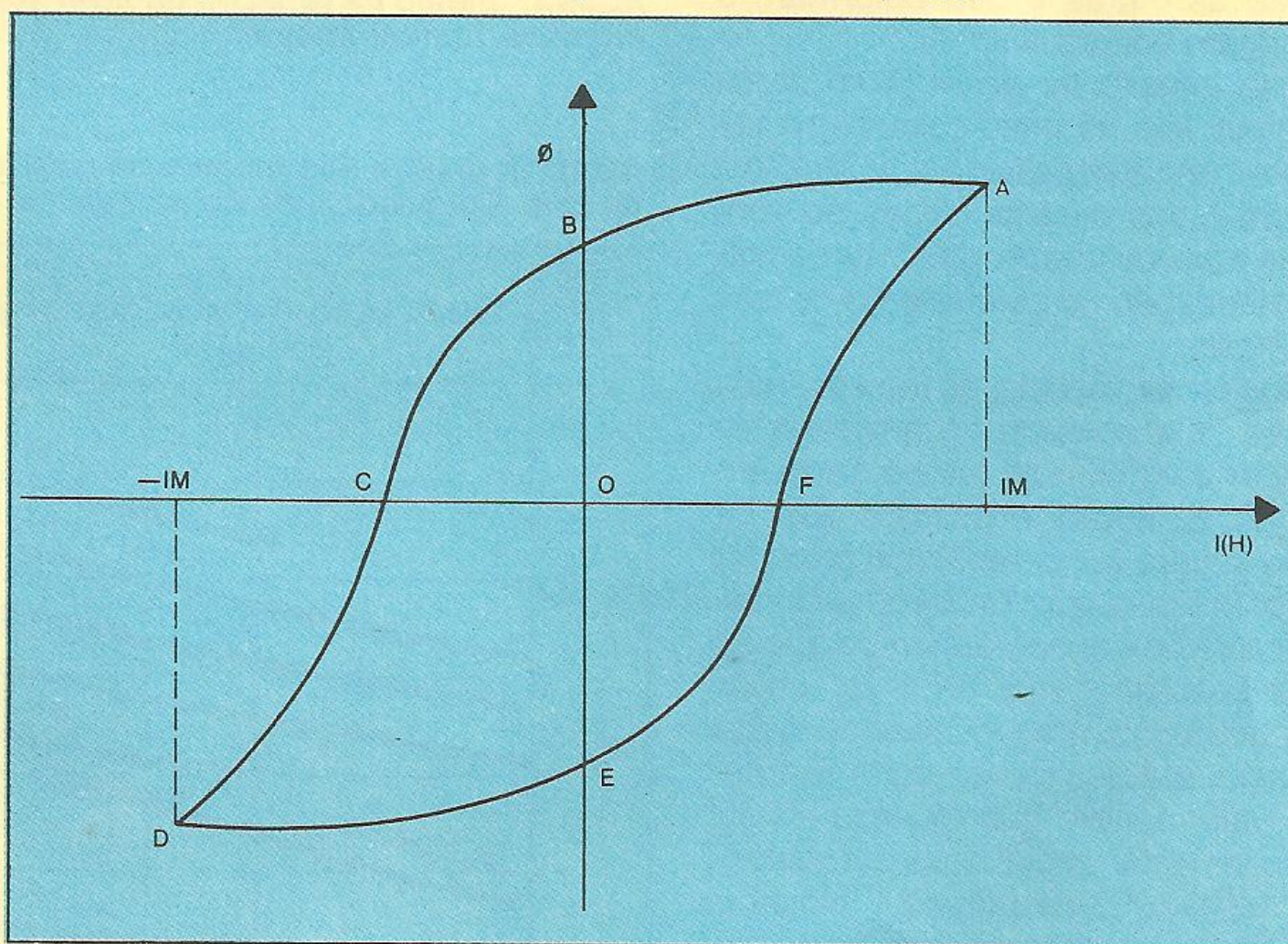
ração no ponto D. A partir deste momento a corrente voltará de novo a 0 e os efeitos anteriores se produzirão no ponto F.

A histerese produz uma perda de energia no núcleo. Essa energia é utilizada pelas partículas magnéticas elementares do material que constitui o núcleo, quando as partículas variam a própria orientação, e se manifesta em forma de calor. Leva-se sempre em consideração este efeito ao se projetar núcleos para transformadores e motores: ele obriga a utilizar o menor volume possível de ferro em cada caso. Este tipo de perda de energia é denominado perda histerética, e é proporcional à frequência do sinal e à área englobada pela curva da histerese.

Consideremos agora uma bobina com núcleo ferromagnético condutor. A variação

do fluxo magnético gera correntes em círculos no núcleo condutor, formando enlaços ou espiras em curto. Em outras palavras, sobre o núcleo são produzidas correntes parasitas que circulam em sua massa metálica, provocando uma outra perda de energia sob a forma de dispersão de calor. Essas correntes parasitas chamam-se **correntes de Foucault**.

As perdas são proporcionais ao quadrado da frequência do sinal aplicado à bobina. Para atenuar o mais possível estas correntes, os núcleos não são construídos em uma única peça, mas são formados por camadas ou lâminas reciprocamente isoladas. Em outros casos, estas correntes são minimizadas pelo uso de materiais ferromagnéticos isolantes denominados genericamente de ferrites.



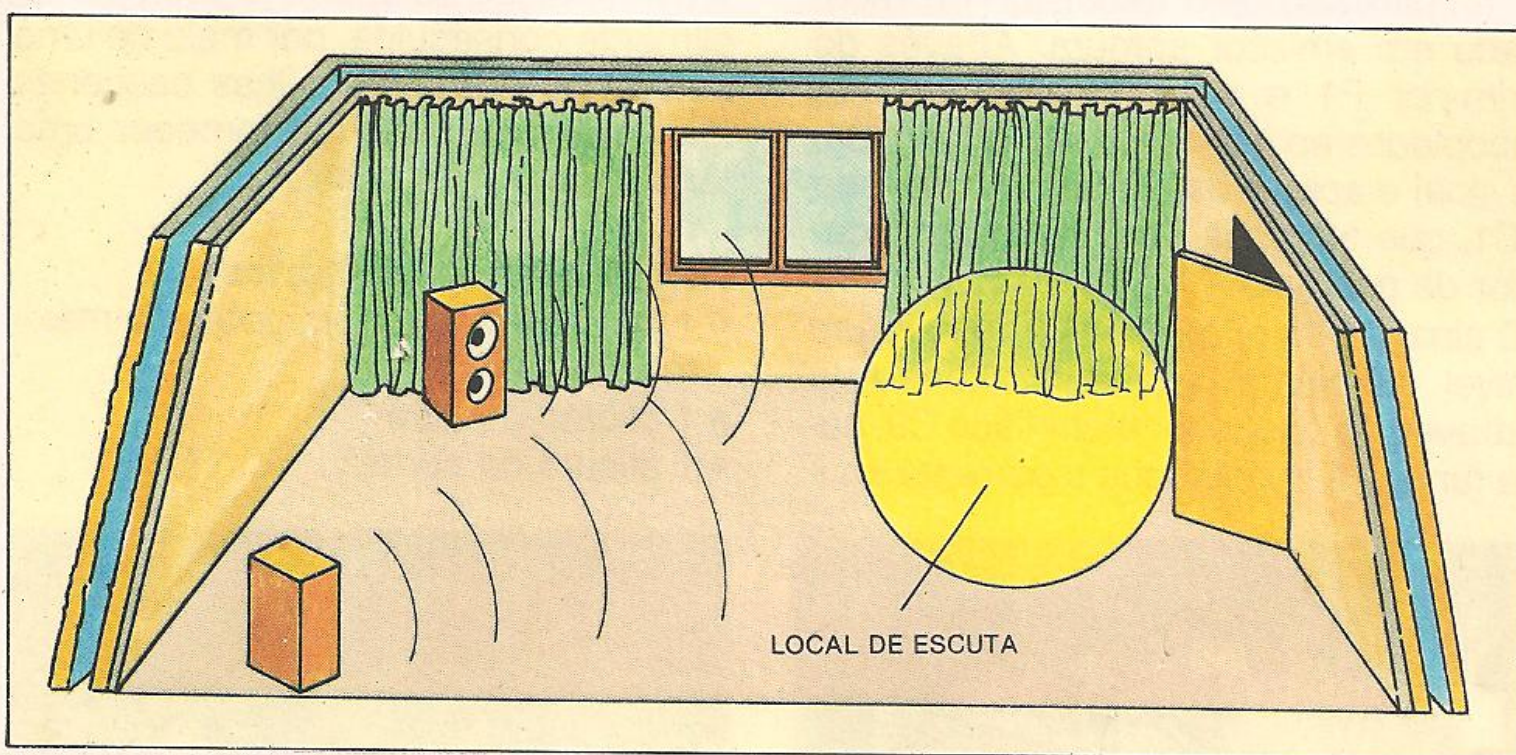
isopor ou ainda de cortiça, dispostas a 10 cm do teto real. É importante colocar os painéis cuidadosamente, para evitar fissuras e vibrações.

Este é um exemplo geral de tratamento simples de uma sala de audição, com resultados satisfatórios e econômicos. Depois de preparado o ambiente, é necessário observar as seguintes recomendações quanto à correta colocação dos difusores e dos móveis no interior da sala:

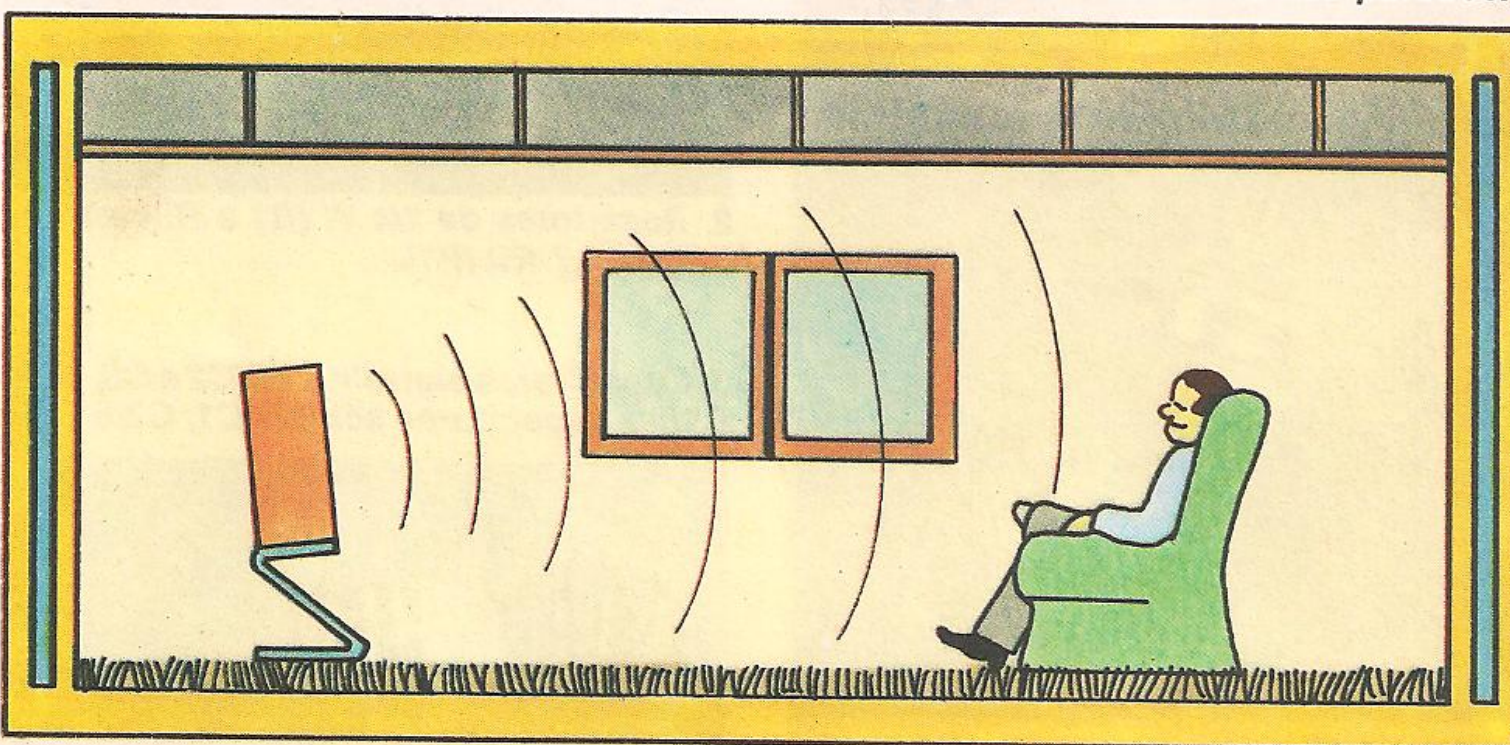
- As caixas acústicas com os alto-falantes devem ser dispostas a uma certa altura do chão, de forma que seu eixo esteja na altura do ouvido do ouvinte. Portanto, elas podem ser colocadas sobre um pedestal, isoladas e não encaixadas nos móveis.
- Os móveis da sala devem ser distribuídos de maneira a não produzir regiões de "sombrias" na área de escuta. O espaço entre as caixas e o ouvinte deve estar desimpedido, pois

os obstáculos intermediários impedem a passagem dos sinais, principalmente dos agudos, e dispersam os graves.

- O ponto ideal de escuta, como já foi dito, deve ser distanciado 1,5 vez o intervalo entre uma caixa e outra. Essa área é determinada pelo ângulo de difusão horizontal das próprias caixas, situado mais ou menos em torno do eixo da linha de junção entre as caixas.

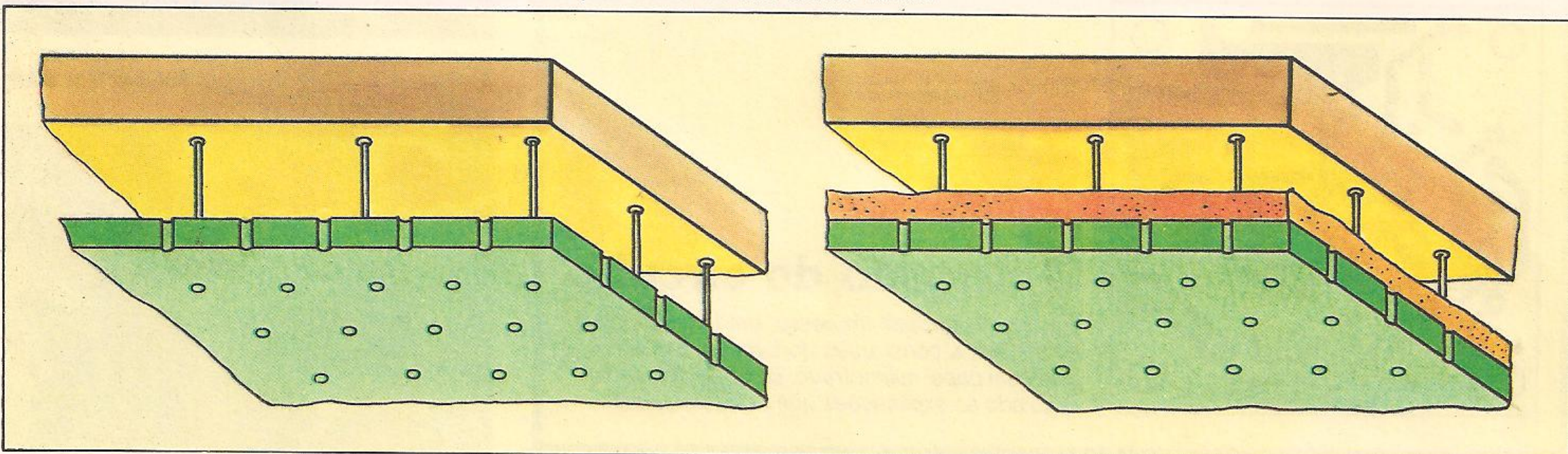


ACIMA: condicionamento acústico de uma sala. Veja o revestimento nas paredes.



ACIMA: revestimento do teto e do piso com painéis e tapete, respectivamente.

ABAIXO: detalhe do condicionamento do teto por meio de um fundo falso.



Para se obter uma boa reprodução dos sons é necessário apenas uma aparelhagem de desempenho elevado?

Não; uma boa reprodução dos sons também depende das condições acústicas do ambiente.

O ambiente interfere no campo criado por uma fonte sonora?

Sim; o campo criado num ambiente ao ar livre é muito diferente do campo de um ambiente fechado. No primeiro caso, não há paredes que se interponham à difusão do som. Num ambiente fechado, são produzidas reflexões contra as paredes.

Qual é o método utilizado para a medida da ressonância de uma sala?

O método consiste no emprego de um fator denominado tempo de reverberação. Esse fator é o tempo que um som leva para ser percebido a partir do momento em que foi produzido.

Do que depende o tempo de reverberação?

Depende do tipo de som utilizado num ambiente fechado. Assim, um ambiente para audição de música clássica requer tempos de 1,5 s ou mais, um salão de baile necessita de 1 s, uma sala de conferências, um cinema ou uma casa necessitam de 0,5 s.

O AMPLIFICADOR TELEFÔNICO

Graças a um captador telefônico e um pequeno alto-falante, este dispositivo permite estender a escuta de uma conversa telefônica a todas as pessoas que estejam por perto. Sua montagem é bastante simples, como você vai ver aqui.

O amplificador telefônico é um aparelho capaz de captar as variações do campo magnético, que são produzidas no interior do telefone durante a conversação, graças a uma bobina existente em seu captador. Essa bobina converte as variações do campo magnético em um sinal elétrico que, convenientemente amplificado, é capaz de excitar um alto-falante. O captador telefônico é aplicado ao telefone por pressão, com uma simples ventosa, sem nenhuma interferência na linha te-

lefônica ou no aparelho. O sinal elétrico fornecido pela bobina do captador é amplificado pelo transistor T1, montado em emissor comum. Através do trim-pot P1 e do potenciômetro P2, acoplados ao capacitor eletrolítico, C4, o sinal é aplicado ao circuito integrado IC1, que funciona como um amplificador de potência.

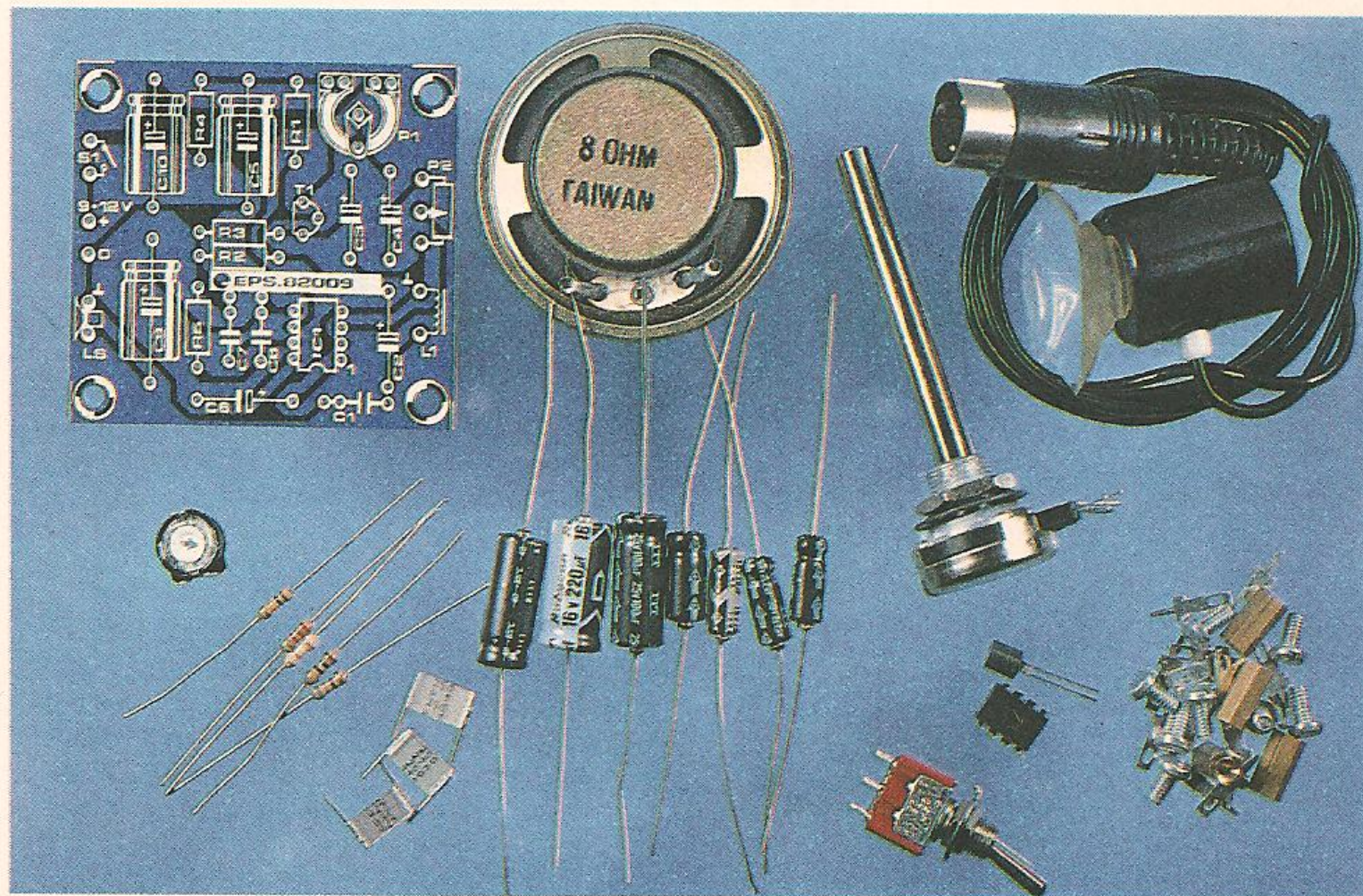
O sinal elétrico, que então adquire um nível suficiente, excita o alto-falante através do capacitor eletrolítico C9, cuja função é impedir que a corrente con-

tínua da saída do circuito integrado circule através do alto-falante LS.

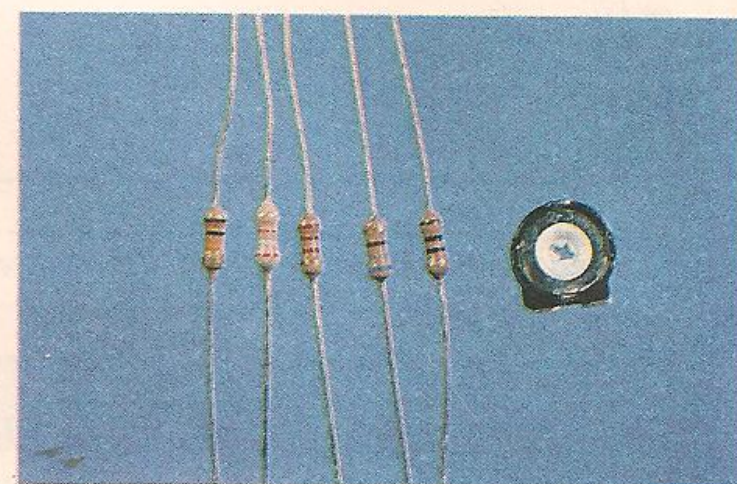
A alimentação do aparelho pode ser facilmente conseguida, por meio de uma bateria de 9 V ou de pilhas pequenas que sejam capazes de fornecer uma tensão de 9 a 12 volts.

Ferramentas necessárias

- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte

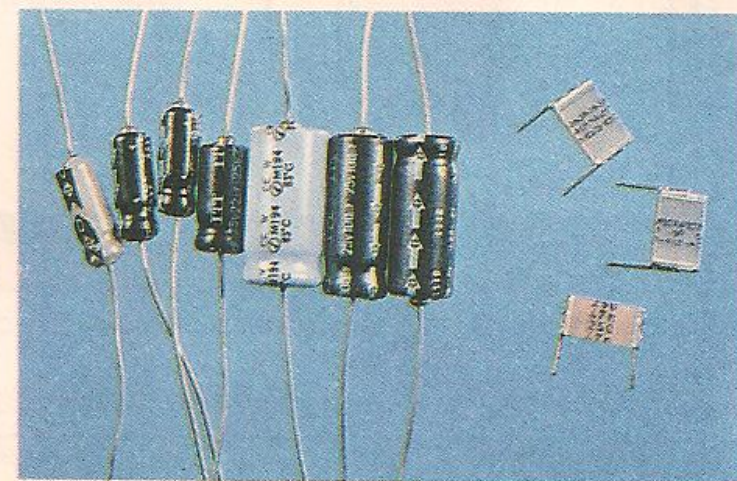


1. Principais peças que compõem o amplificador telefônico.

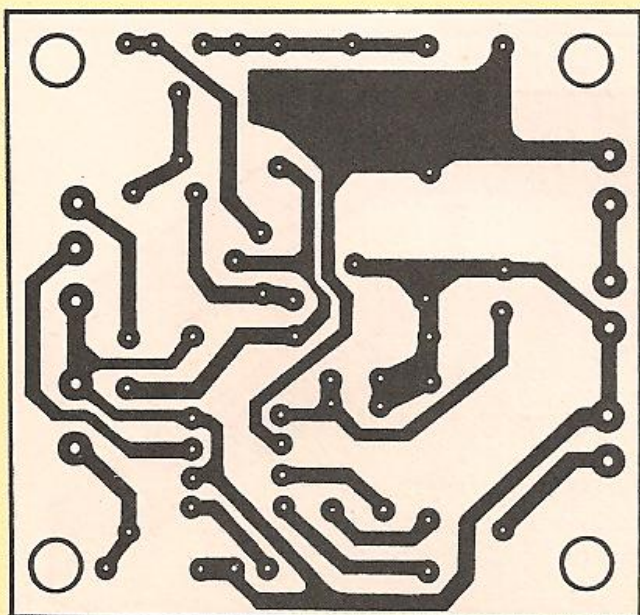
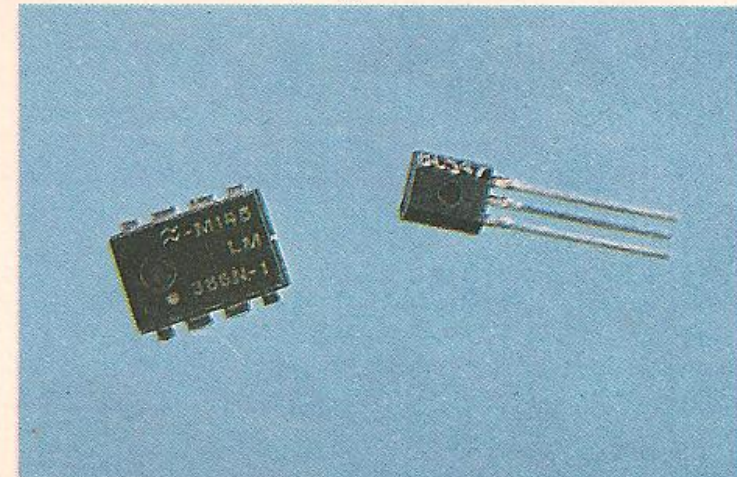


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R5) e trim-pot de 4,7 K Ω (P1).

3. Capacitores eletrolíticos (C2 a C6, C9 e C10) e capacitores schiko (C1, C7 e C8).



4. Circuito integrado LM386 (IC1) e transistor BC547B (T1).



O traçado do circuito

Traçado do circuito impresso, em tamanho natural. Para a construção do circuito, basta copiá-lo em papel milimetrado. Depois é só usá-lo, seguindo as explicações que já foram dadas.

- 1 chave de fenda pequena
- 1 furadeira
- 1 conjunto de brocas
- 1 morsa
- 1 martelo
- 1 serra para metal
- 1 lima redonda para acabamento
- 1 lima plana para acabamento

Todas as peças necessárias para a montagem do aparelho podem ser adquiridas em estabelecimentos especializados na venda de materiais e componentes eletrônicos.

A lista completa dos componentes eletrônicos e das peças mecânicas é dada a seguir.

Componentes

- 1 placa de circuito impresso de 51 mm x 49 mm
- 5 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R5 da placa de circuito impresso, com os seguintes valores e cores para identificação:
R1 - 100 K Ω (marrom-preto-amarelo)
R2 - 39 K Ω (laranja-branco-laranja)
R3 - 2,2 K Ω (vermelho-vermelho-vermelho)
R4 - 680 Ω (azul-cinza-marrom)
R5 - 10 Ω (marrom-preto-preto)
- 1 trim-pot de 4,7 K Ω na posição P1 da placa
- 7 capacitores eletrolíticos, nas posições C2 a C6, C9 e C10 da placa, com os seguintes valores:
C2 - 2,2 μ F x 63 V - axial
C3 - 22 μ F x 16 V - axial
C4 - 2,2 μ F x 63 V - axial
C5 - 100 μ F x 25 V - axial
C6 - 10 μ F x 16 V - axial
C9 - 220 μ F x 16 V - axial
C10 - 100 μ F x 25 V - axial
- 3 capacitores schiko, nas posições C1, C7 e C8 da placa, com os seguintes valores:
C1 - 27 nF x 250 V
C7 - 100 nF x 250 V
C8 - 47 nF x 250 V
- 1 transistor BC547B ou equivalente, na posição T1 da placa de circuito impresso
- 1 circuito integrado LM386, na posição indicada por IC1 da placa de circuito impresso
- 1 potenciômetro de 10 K Ω - linear (P2)
- 1 knob para o potenciômetro
- 11 terminais para circuito impresso tipo "espadinha"
- 1 interruptor em miniatura com alavanca (S1)
- 1 alto-falante do tipo miniatura de 8 Ω /0,5 W (LS)

- 1 captador telefônico ("maricota") com o cabo blindado (L1)
- 1 conector DIN macho com 5 pinos
- 1 conector DIN fêmea para 5 pinos
- 1 suporte para 6 pilhas pequenas, com os fios
- 6 pilhas pequenas
- 10 cm de fio amarelo n.º 24
- 2 pedaços de 10 cm de fio azul n.º 24
- 2 pedaços de 10 cm cada um de fio branco n.º 24
- 15 cm de fio azul n.º 24
- 15 cm de fio branco n.º 24
- 10 cm de cabo blindado
- 1 chassi com tampa (altura = 55 mm; largura = 120 mm; profundidade = 85 mm)
- 4 espaçadores de metal de 10 mm com rosca de 1/8" ou 4 espaçadores de fenolite de 10 mm
- 4 pés de borracha
- 8 parafusos de 1/8" x 5 mm
- 2 parafusos de 3 mm x 8 mm
- 2 porcas de 3 mm
- 2 parafusos auto-atarraxantes para fixação da tampa no chassi
- 1 tubo de cola
- 1 pedaço de solda 60/40

Montagem

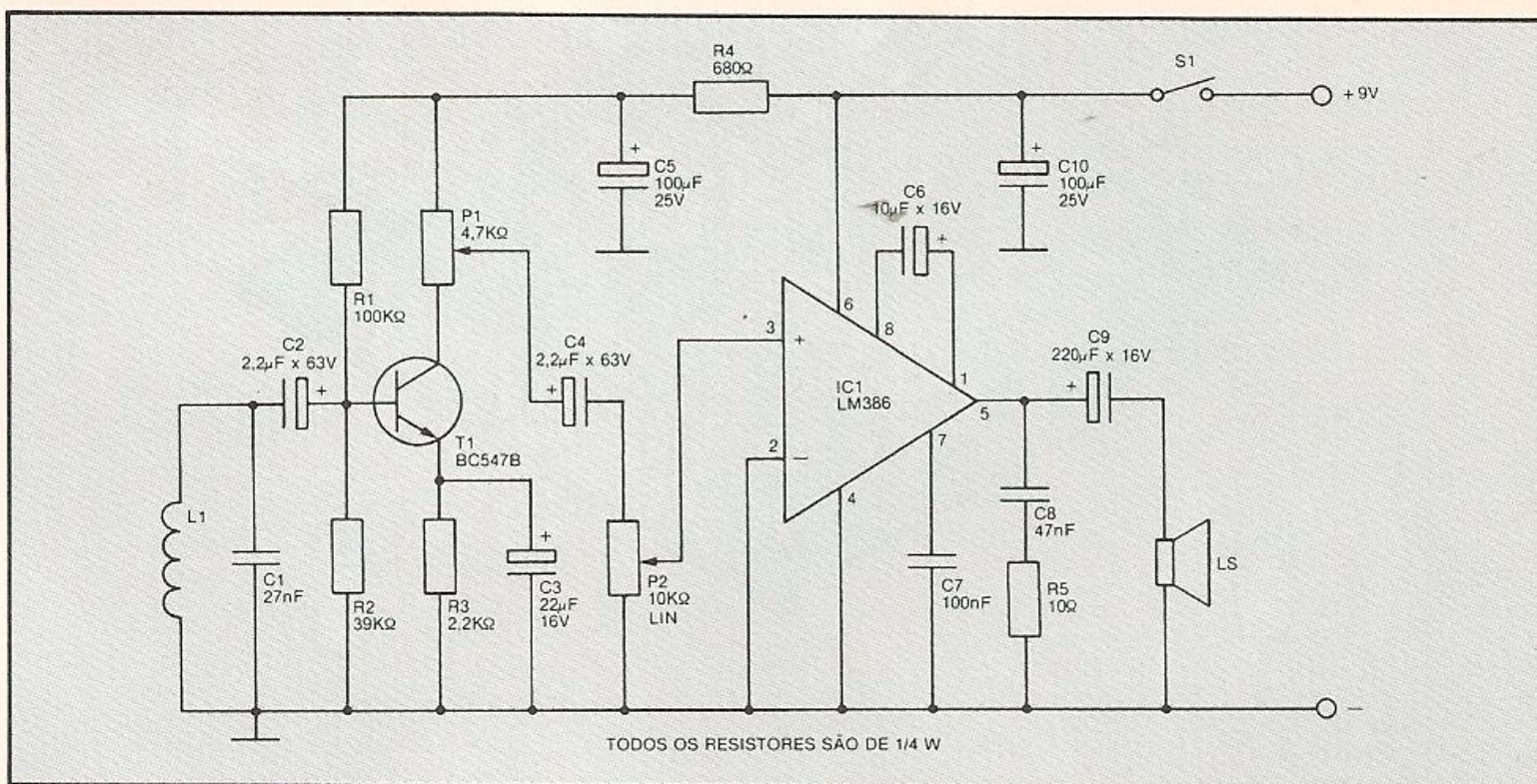
Ao construir a placa de circuito impresso, preocupe-se somente com o lado cobreado. A disposição dos componentes no lado oposto não precisa estar desenhada na placa. Na seqüência de fotos apresentadas, as posições dos componentes estão desenhadas na placa, para facilitar a compreensão e a montagem.

Caso queira montar o seu aparelho de uma forma mais completa, isto é, inclusive com o chassi e a tampa, estes poderão ser construídos ou comprados já prontos, seguindo-se as dimensões fornecidas na relação de componentes. No entanto, antes de realizar qualquer furação na caixa, é aconselhável adquirir todas as peças necessárias para a montagem do aparelho. Os passos são os seguintes:

1.º Solde os resistores nas posições R1 a R5 da placa de circuito impresso (veja foto 7).

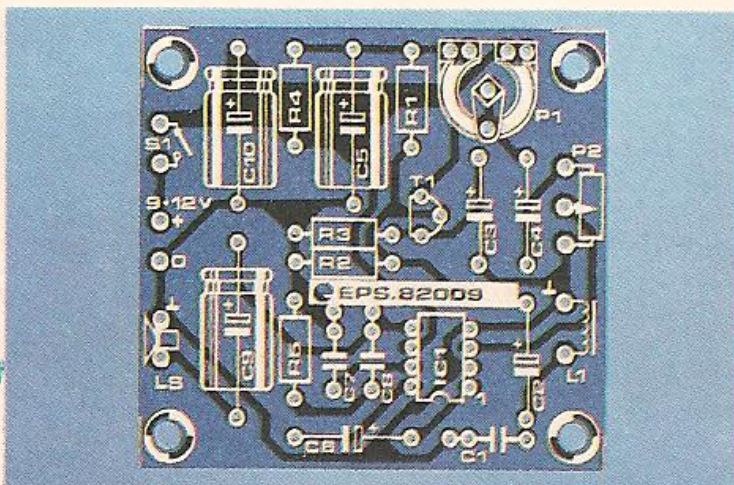
2.º Solde o trim-pot na posição P1 da placa de circuito impresso (veja foto 7).

3.º Solde os capacitores eletrolíticos nas posições C2 a C6, C9 e C10 da pla-

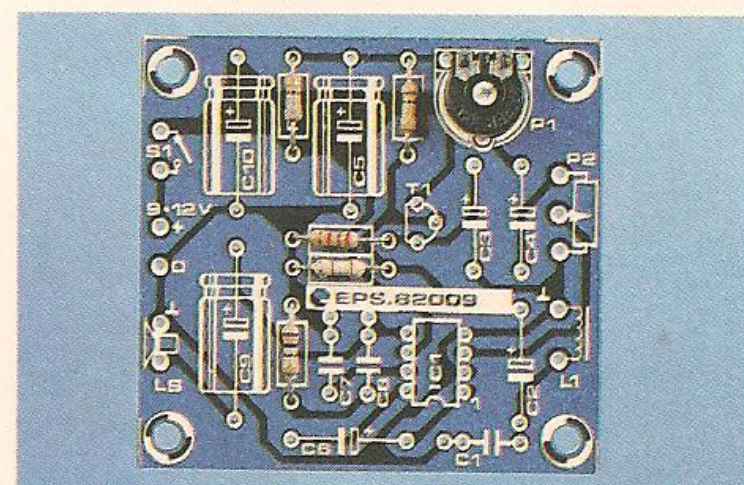


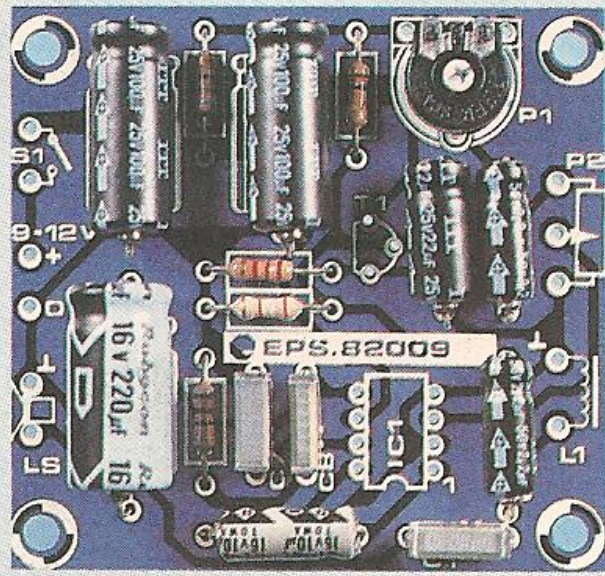
5. Esquema elétrico do amplificador telefônico.

6. Placa de circuito impresso, vista pelo lado dos componentes.



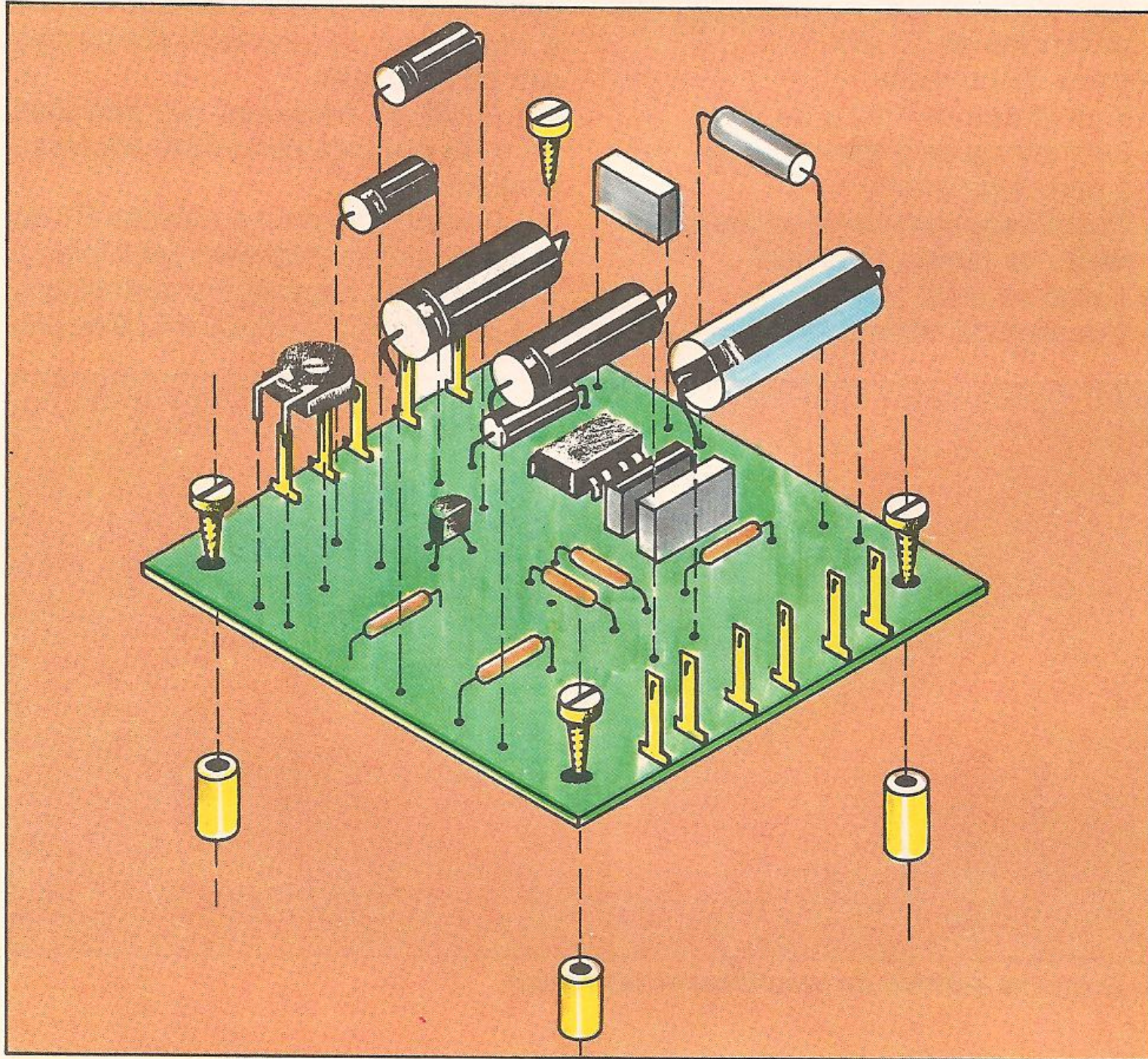
7. Colocação dos resistores (R1 a R5) e do trim-pot (P1) na placa.



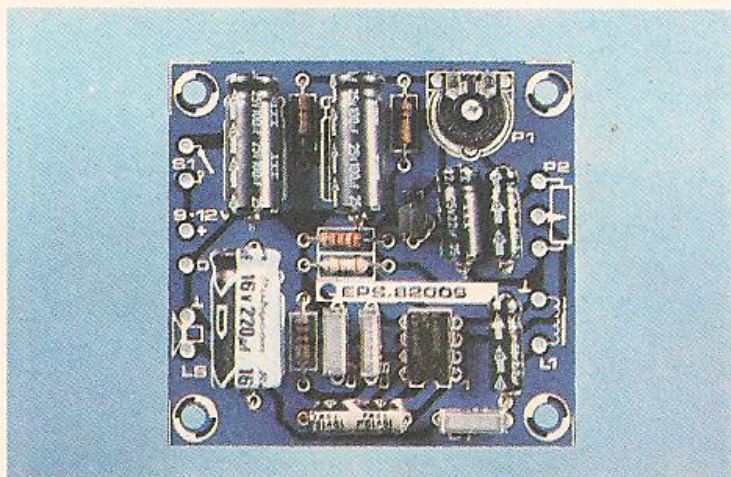


8. Colocação dos capacitores eletrolíticos (C2 a C6, C9 e C10) e dos capacitores schiko (C1, C7 e C8) na placa.

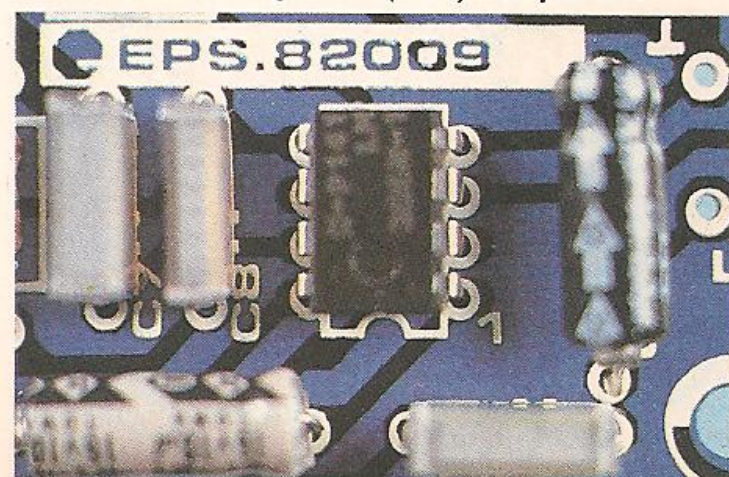
9. Vista explodida dos componentes da placa de circuito impresso.



10. Montagem do transistor (T1) e do circuito integrado (IC1) na placa de circuito impresso.



11. Detalhe de como deve ser montado o circuito integrado (IC1) na placa.



ca de circuito impresso. Tome cuidado para que não haja inversão de polaridade (veja foto 8).

4.º Solde os capacitores schiko nas posições C1, C7 e C8 da placa de circuito impresso (veja foto 8).

5.º Monte o transistor T1 na placa, de modo que o seu chanfro coincida com o lado reto do símbolo desenhado na placa (veja foto 10).

6.º Monte o circuito integrado IC1 na placa de circuito impresso, de tal modo que a marca existente no corpo do integrado coincida com a marca do símbolo desenhado na placa (veja fotos 10 e 11).

7.º Solde os terminais espadinha nos furos restantes da placa de circuito impresso (veja foto 12).

8.º Fixe os 4 espaçadores de metal nos 4 cantos da placa de circuito impresso, usando 4 parafusos de 1/8" x 5 mm (veja foto 12). Se houver qualquer dúvida, veja também a ilustração 9.

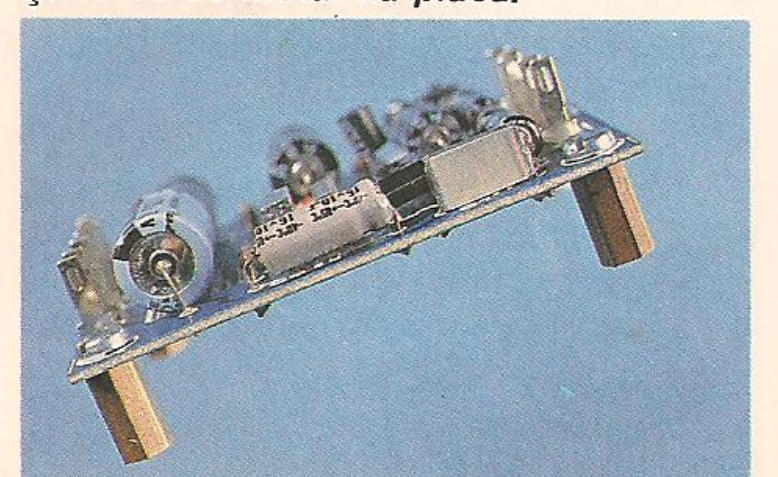
9.º Se sua intenção não é montar o aparelho numa caixa, agora só resta ligar o interruptor com alavanca aos terminais marcados com S1, o suporte para pilhas aos terminais marcados com os sinais (+) e 0 (zero), o alto-falante aos terminais marcados com LS, o potenciômetro aos terminais com o símbolo P2 e o captador maricota aos terminais marcados com o símbolo L1 (veja foto 14).

10.º Se sua intenção é montar o aparelho numa caixa, prepare a furação do chassi e da tampa, orientando-se pela ilustração 13 e baseando-se também nas peças adquiridas.

11.º Fixe o potenciômetro P2 e o interruptor com alavanca na parte dianteira do chassi e o conector DIN fêmea na parte traseira do chassi.

12.º Fixe a placa de circuito impresso montada e o suporte para pilhas no fundo do chassi e fixe o alto-falante na tampa do chassi.

12. Montagem dos terminais espadinha nos furos da placa e fixação dos espaçadores de metal na placa.



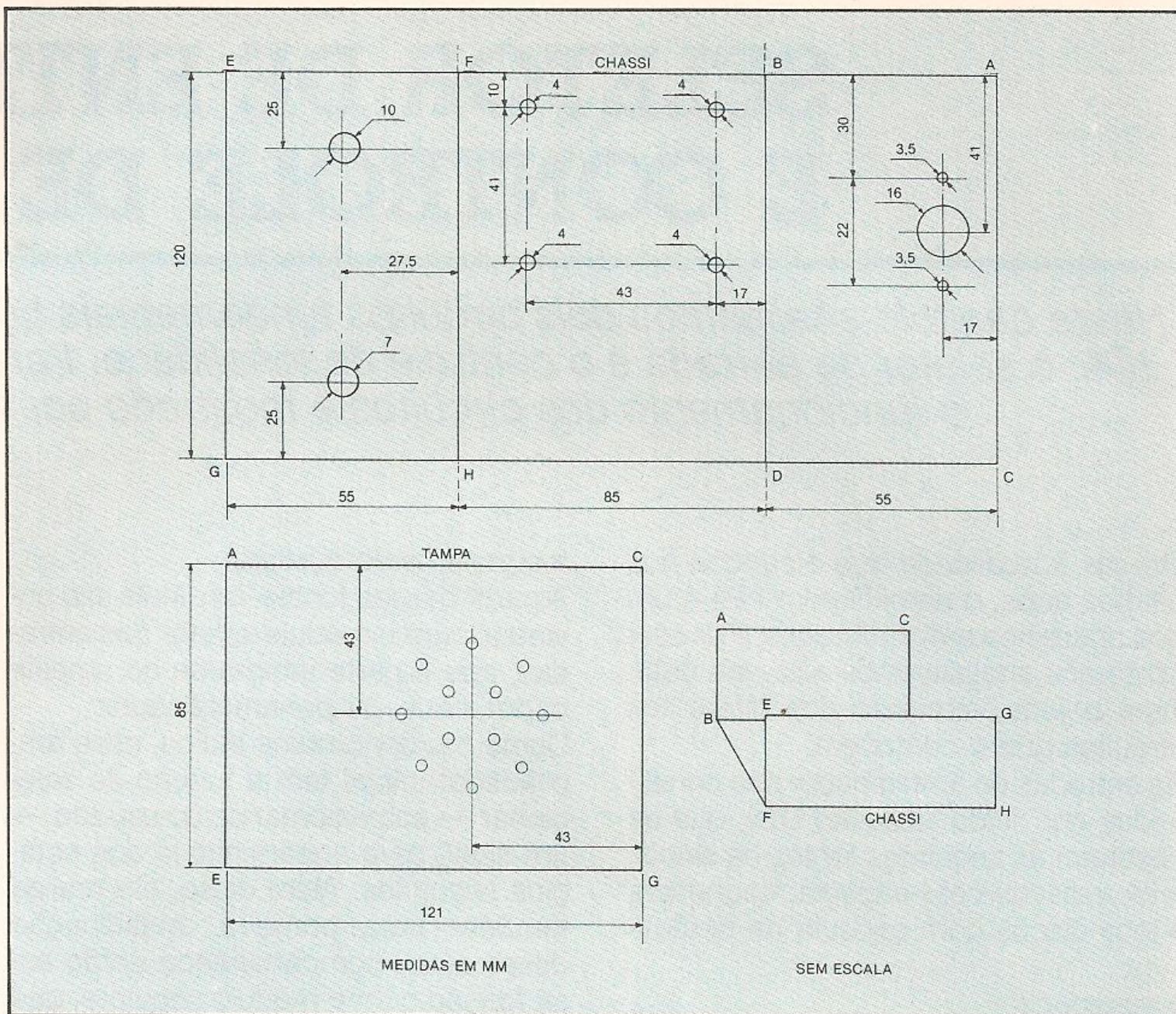
13.º) Ligue, então, todos os componentes fixados no chassi e na tampa aos terminais da placa de circuito impresso, como foi explicado no 9.º passo.

14.º) Prepare o captador telefônico com seu conector DIN macho, e ligue-o ao conector DIN fêmea.

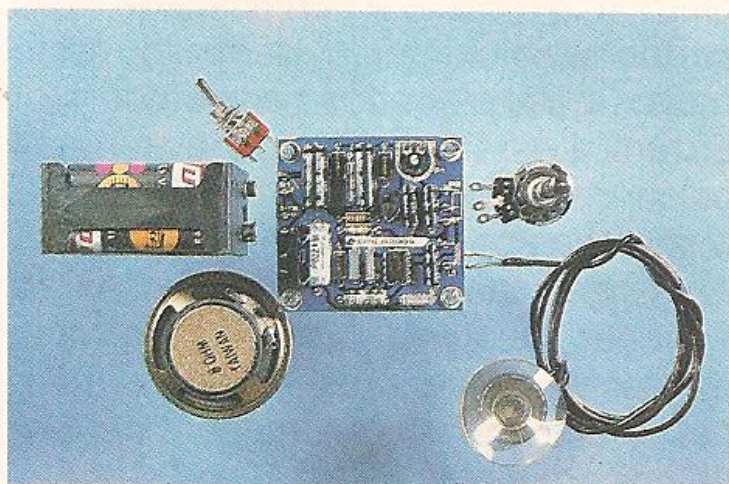
15.º) Coloque as pilhas no aparelho e fixe o captador no aparelho telefônico. O local em que se deve fixar o captador deve ser escolhido depois de uma série de testes, até obter-se o máximo nível de sinal (veja foto 15).

16.º) Durante a conversação telefônica, ligue o aparelho e coloque o potenciômetro P2 no máximo. Varie continuamente a resistência do trim-pot P1 até obter um nível de escuta satisfatório, evitando que surjam ruídos característicos do acoplamento acústico. Em seguida, pode-se agir sobre o potenciômetro P2 à vontade, regulando-se o nível de escuta.

17.º) Fixe a tampa e os pés de borracha no chassi e coloque o knob no eixo do potenciômetro. O amplificador telefônico está pronto para ser usado (veja ilustração 16).



13. Desenho da furação no chassi e na tampa.

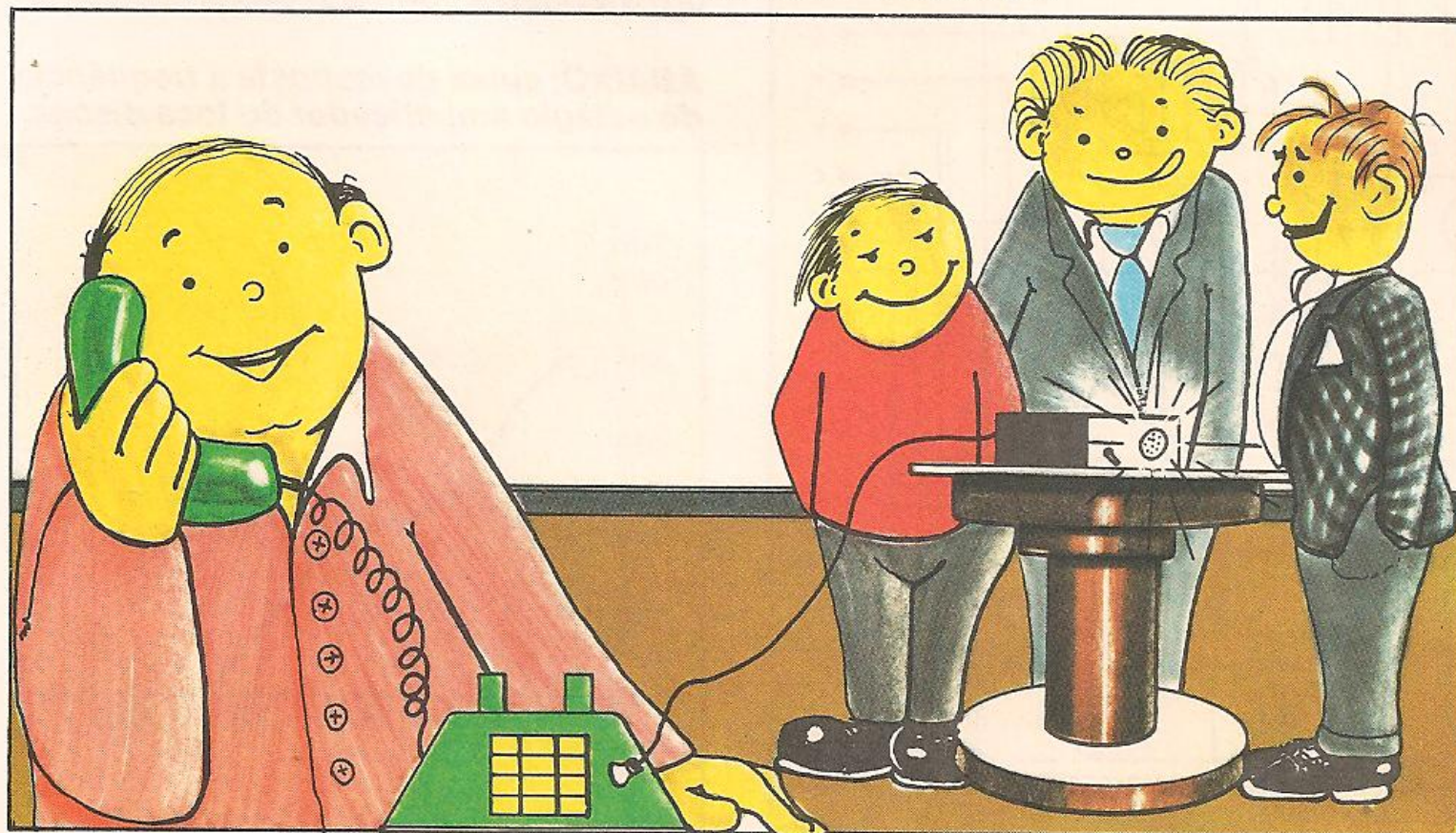


14. Placa montada e componentes que devem ser ligados a ela.



15. Captador telefônico maricota acoplado a um telefone.

16. Ilustração do funcionamento do amplificador telefônico.



O que acontece com o alto-falante no circuito, quando percorrido por uma corrente contínua?

Seu núcleo magnético interno pode saturar-se, causando distorções no sinal que está sendo reproduzido. Outra possibilidade é o derretimento do enrolamento da bobina móvel do alto-falante.

O que significam o sinal positivo (pino 3) e o negativo (pino 2), desenhados na entrada do circuito integrado IC1?

O sinal positivo no pino 3 do circuito integrado indica a entrada não-inversora e o sinal negativo existente no pino 2 indica a entrada inversora. Como o sinal está sendo aplicado ao pino 3, ele aparece amplificado na saída (pino 5), sem apresentar nenhuma defasagem.

Qual a função desempenhada pelo capacitor eletrolítico C2 no circuito?

A função desempenhada pelo capacitor C2 é acoplar a bobina L1 do captador telefônico ao primeiro estágio amplificador, constituído pelo transistor T1 e demais componentes a ele interligados. Sem o capacitor C2, a tensão contínua existente na base do transistor com relação ao terra seria praticamente curto-circuitada ao terra, através da resistência ôhmica da bobina L1. Isso causaria uma despolarização do transistor T1 e ele não mais amplificaria o sinal.

SELETOR DE ENTRADA E CONTROLE DE TOM

Neste capítulo analisamos dois circuitos fundamentais que compõem um amplificador hi-fi: o seletor de entrada e o controle de tonalidade. Para facilitar sua compreensão, o funcionamento dos circuitos é mostrado por meio de esquemas.

Graças à qualidade que alcançou nos últimos anos, o amplificador hi-fi é um dos aparelhos mais utilizados. Por esta razão nós analisaremos aqui, em detalhes, o funcionamento dos diferentes circuitos que o compõem.

As entradas do amplificador são constituídas por cinco tomadas DIN, que se destinam às seguintes fontes de sinais:

- toca-discos com cápsula magnética;
- toca-discos com cápsula de cerâmica;
- tape-deck;
- sintonizador;

• equipamento auxiliar.

A partir dessas fontes, os sinais são enviados para o módulo seletor das entradas, que é parte integrante do amplificador inicial ou pré-amplificador.

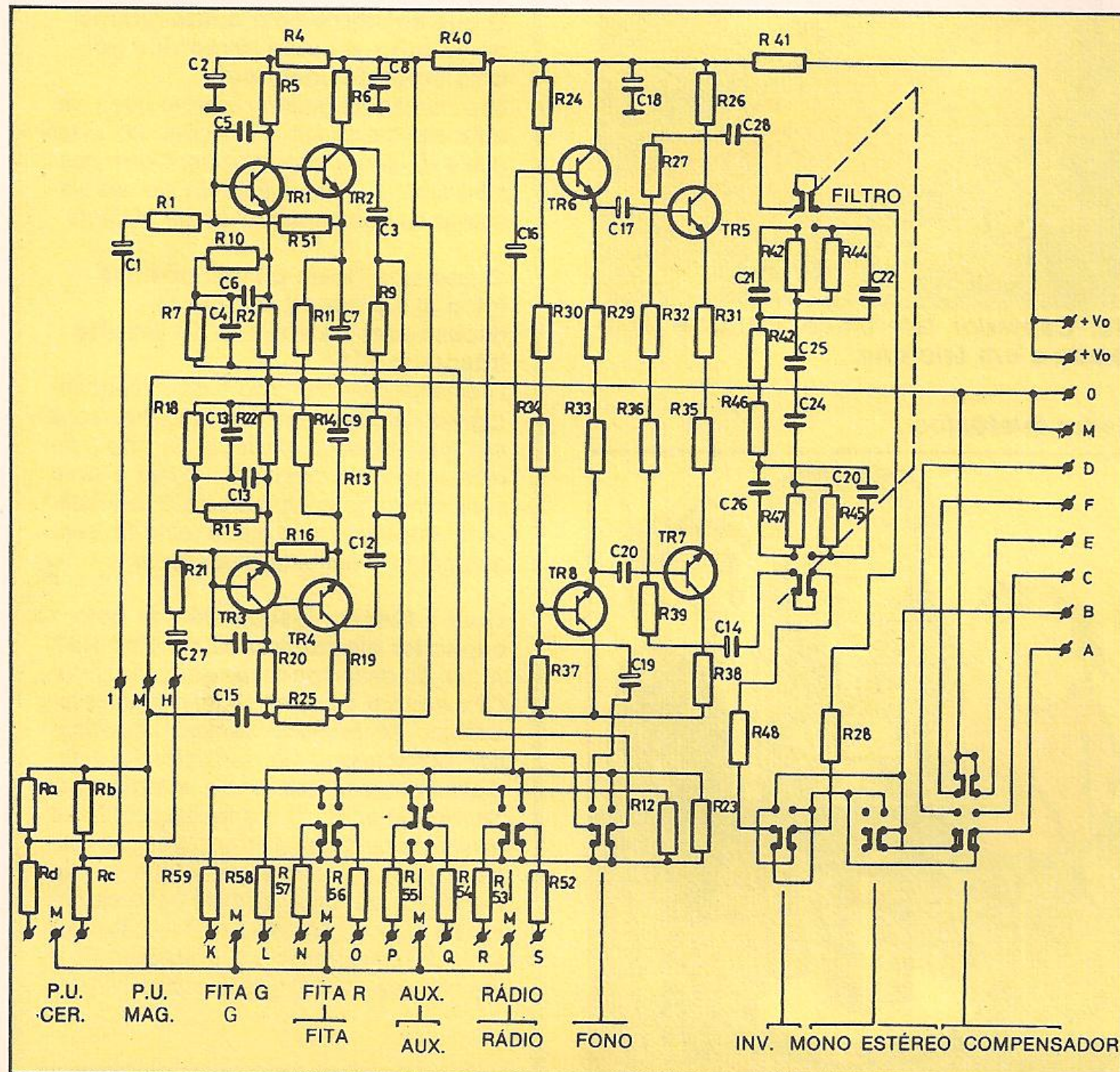
Como o próprio nome indica, esse amplificador inicial tem a função de selecionar — sob o comando do usuário — um sinal, para encaminhá-lo aos estágios seguintes. Além disso, ele realiza também uma primeira amplificação desse sinal, compartilhando então essa função com o módulo seguinte, que é o controle de tonalidade.

Uma outra função característica do circuito seletor diz respeito à escolha entre as duas formas de funcionamento do equipamento, que pode ser **mono** ou **estéreo**. Esse circuito incorpora também um comando inversor destinado a mudar a posição dos canais direito e esquerdo, um filtro dos agudos que funciona por botão e, finalmente, um comando para a inclusão do controle antropomórfico do volume, muito útil no caso de níveis baixos de potência na saída.

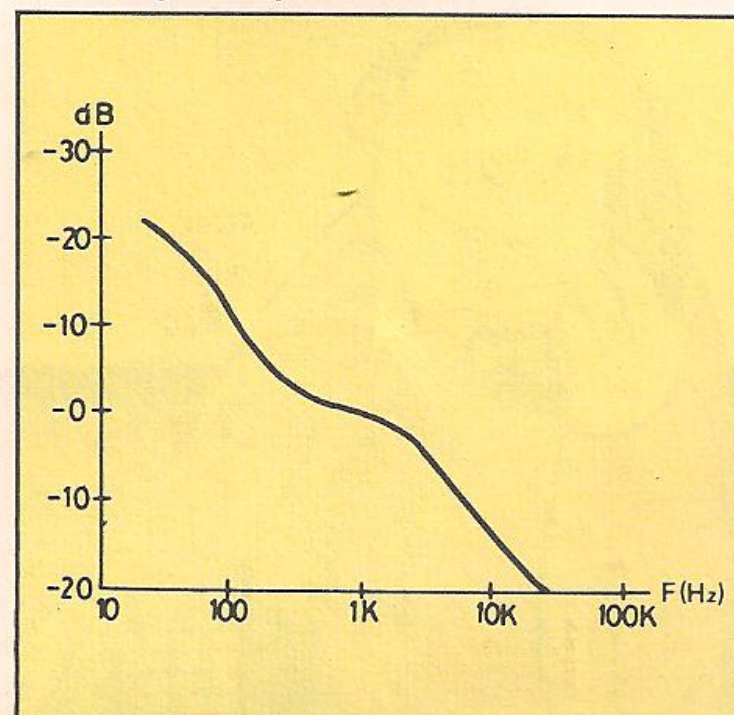
Como se pode perceber no esquema elétrico, o módulo é composto de duas partes absolutamente idênticas, destinadas a cada um dos canais que produzem a estereofonia, que é formada pelos transistores TR1, TR2, TR5, TR6 e seus componentes associados.

Antes de mais nada, observam-se as entradas relativas aos sinais provenientes do toca-discos — de tipo magnético ou cerâmico —, respectivamente indicadas com P.U.MAG e P.U.CER. Como o sinal gerado por uma cápsula de cerâmica é muito superior ao obtido por uma cápsula magnética, utiliza-se um atenuador formado pelos resistores

ABAIXO: esquema elétrico do circuito seletor das entradas.



ABAIXO: curva de resposta à frequência do estágio amplificador do toca-discos.



Ra, Rb, Rc e Rd, com os quais consegue-se igualar os níveis nos dois canais, de onde os sinais chegam às entradas L, M e H (M é a massa).

Essas entradas dispõem de um estágio amplificador, que se acrescenta aos outros, de forma que, no canal desejado, o sinal alcança o transistor TR1 através de R1 e C1.

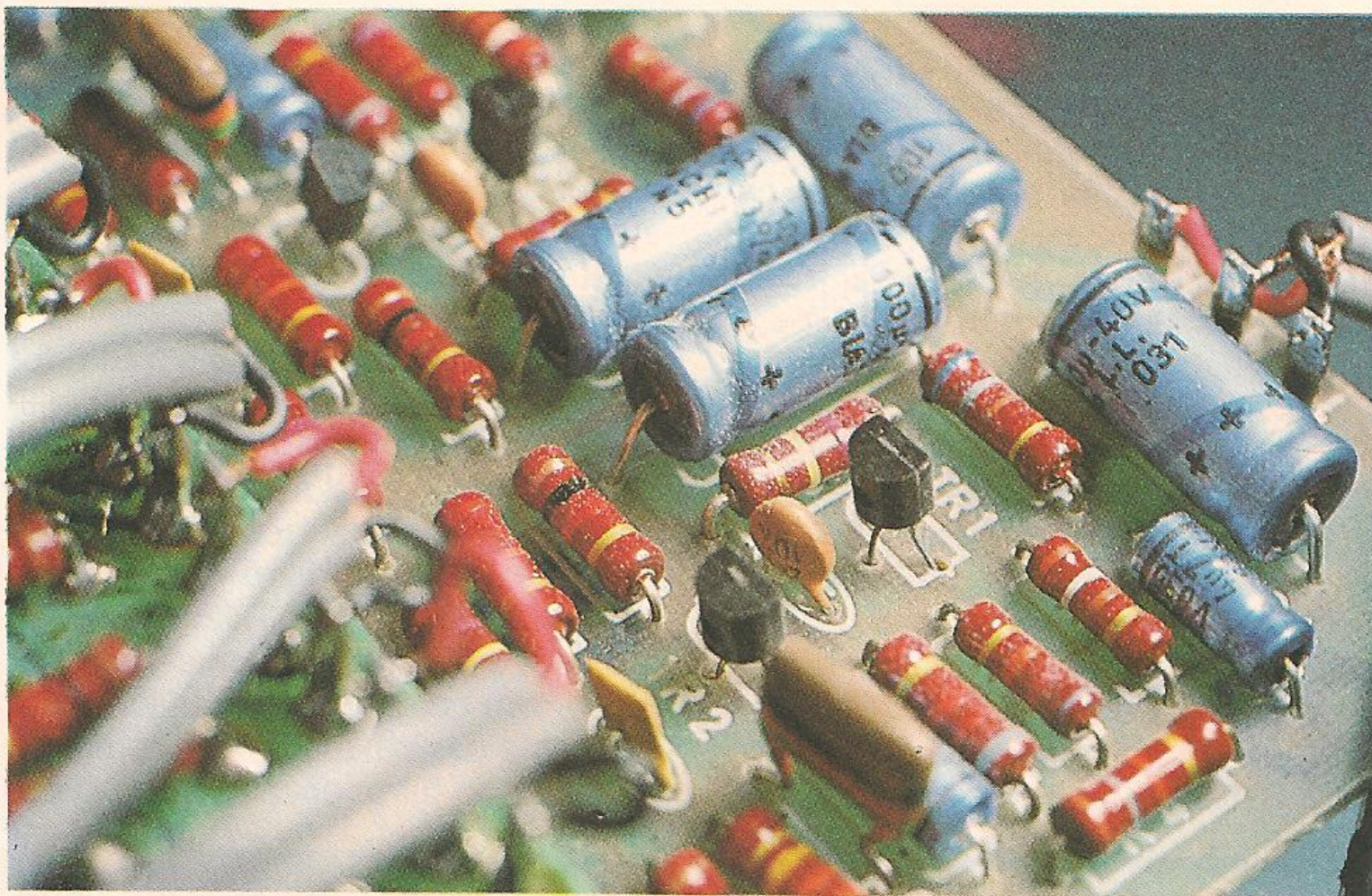
Os transistores TR1 e TR2 formam um estágio amplificador acoplado em corrente contínua e o conjunto se polariza através dos resistores R2, R5, R6, R11 e R51. O resistor R51 destina-se à compensação térmica e à estabilização elétrica do estágio, já que qualquer variação produzida provoca um aumento ou uma diminuição da tensão de emissor de TR2, que se aplica à base de TR1.

O transistor TR1 produz no próprio coletor o efeito contrário que, aplicado à base de TR2, tende a anular o desvio que foi produzido.

A curva de ganho em frequência desse estágio não é uniforme, mas é determinada pelo grau de equalização necessário para introduzir no sinal proveniente do toca-discos, e compensar as diferenças provocadas pelas diferentes cápsulas na reprodução do disco. Esse tipo de resposta é obtido por meio da rede formada por R5, R10, C4 e C6, que absorve uma fração do sinal de saída para reinseri-la na entrada sobre o emissor de TR1.

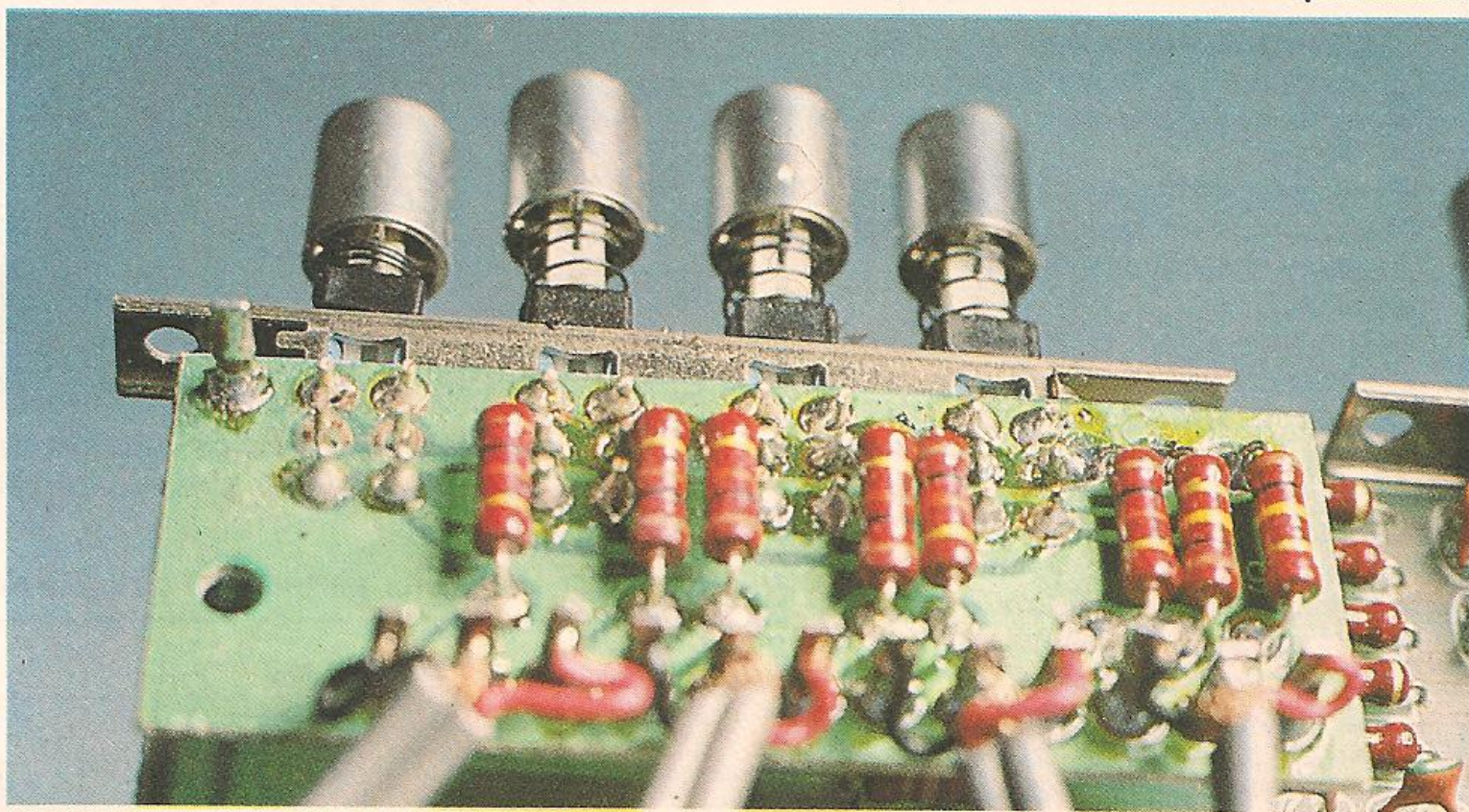
A saída desse estágio se dá através do coletor de TR2 por meio de C3, que se encarrega de separar a componente contínua, enviando-a para o seletor das entradas, onde se aplica a componente contínua ao ponto central do botão chamado FONO.

As outras três entradas (TAPE, AUX.,



ACIMA: detalhe de um dos estágios amplificadores-equalizadores destinados aos sinais provenientes do toca-discos.

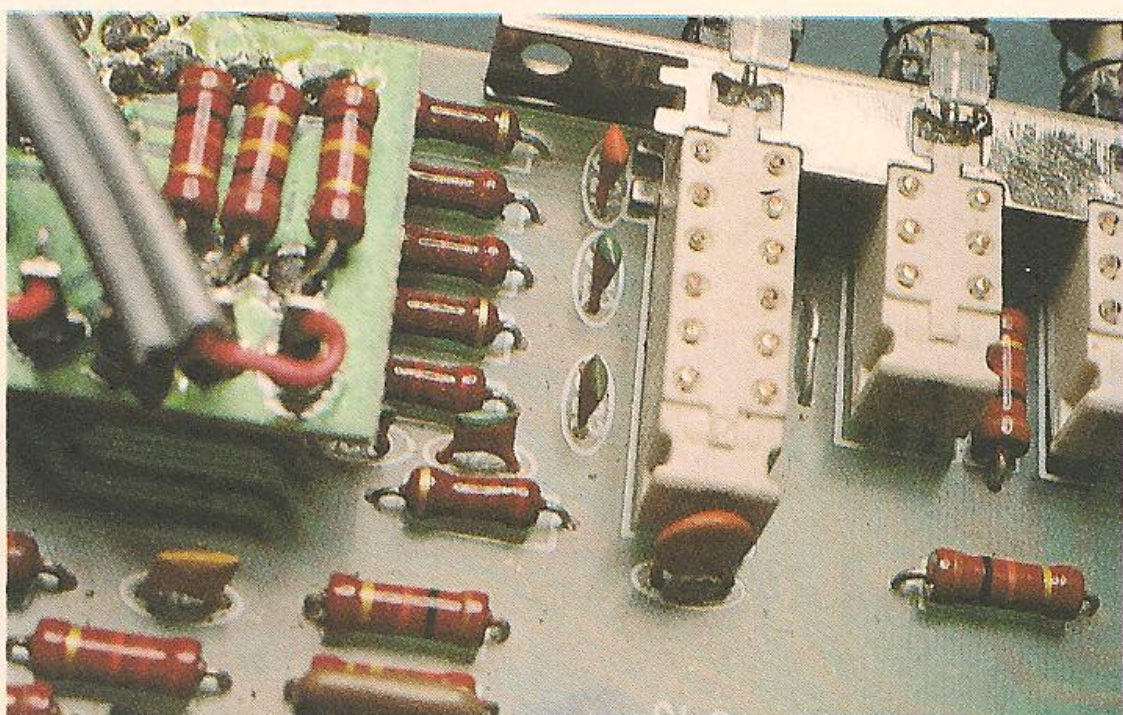
ABAIXO: teclado de seleção dos sinais em entrada, com os resistores adaptadores.



ABAIXO: segundo estágio amplificador de um dos canais do circuito seletor das entradas.



ABAIXO: detalhe do filtro das tonalidades agudas e anti-ruído (scratch) e de seu comando seletor.



RÁDIO) são ligadas aos pontos centrais dos comandos que compõem o teclado de seleção. Esse teclado possui um acoplamento mecânico e, dessa maneira, ao se pressionar um comando, libera-se outro eventualmente ativado. Assim, é possível enviar ao estágio seguinte um único sinal.

O comutador interno dos comandos não pressionados acolhe o sinal proveniente do ponto central e o envia à massa, para evitar interferências.

O sinal selecionado pelo teclado é enviado para dois pontos: um deles é a saída de gravação, de onde o sinal pode ser conduzido para o gravador. O outro ponto é o segundo amplificador, ao qual o sinal chega através do capacitor C16 e se aplica à base de TR6

montado segundo a configuração de "seguidor de emissor"; isso para adequar as impedâncias, oferecendo uma alta impedância de entrada para não alterar os níveis dos sinais que chegam até ele. A polarização em corrente contínua efetua-se através dos resistores R24, R29 e R30.

A partir daí, o sinal alcança o transistor R5, que forma o último estágio amplificador. O seu ponto de funcionamento é definido pelos resistores R26, R27, R1 e R23. À sua saída, acoplado através de C28, está um filtro dos agudos (**scratch**) formado por R42, R43, R44, C22 e C25. Esse filtro pode ser acionado por um comando comutador especialmente desenhado para este fim.

Na saída do filtro, encontram-se o co-

mutador invertidor e o comando comutador MONO-ESTÉREO que seleciona uma destas duas posições.

O módulo contém, finalmente, um comutador destinado à compensação antropomórfica da resposta de pré-amplificador em baixos níveis de saída. Por meio dos terminais de saída, o botão do comutador está ligado ao segundo módulo do pré-amplificador.

A alimentação chega através dos terminais +Ve e M, e cada estágio intermediário dispõe de um circuito-filtro próprio. Este filtro é formado por um resistor série e um capacitor ligado à massa para evitar que qualquer eventual barulho parasita também possa ser amplificado. Além disso, os diferentes estágios são isolados para que não

Qual é a função de um seletor de entrada?

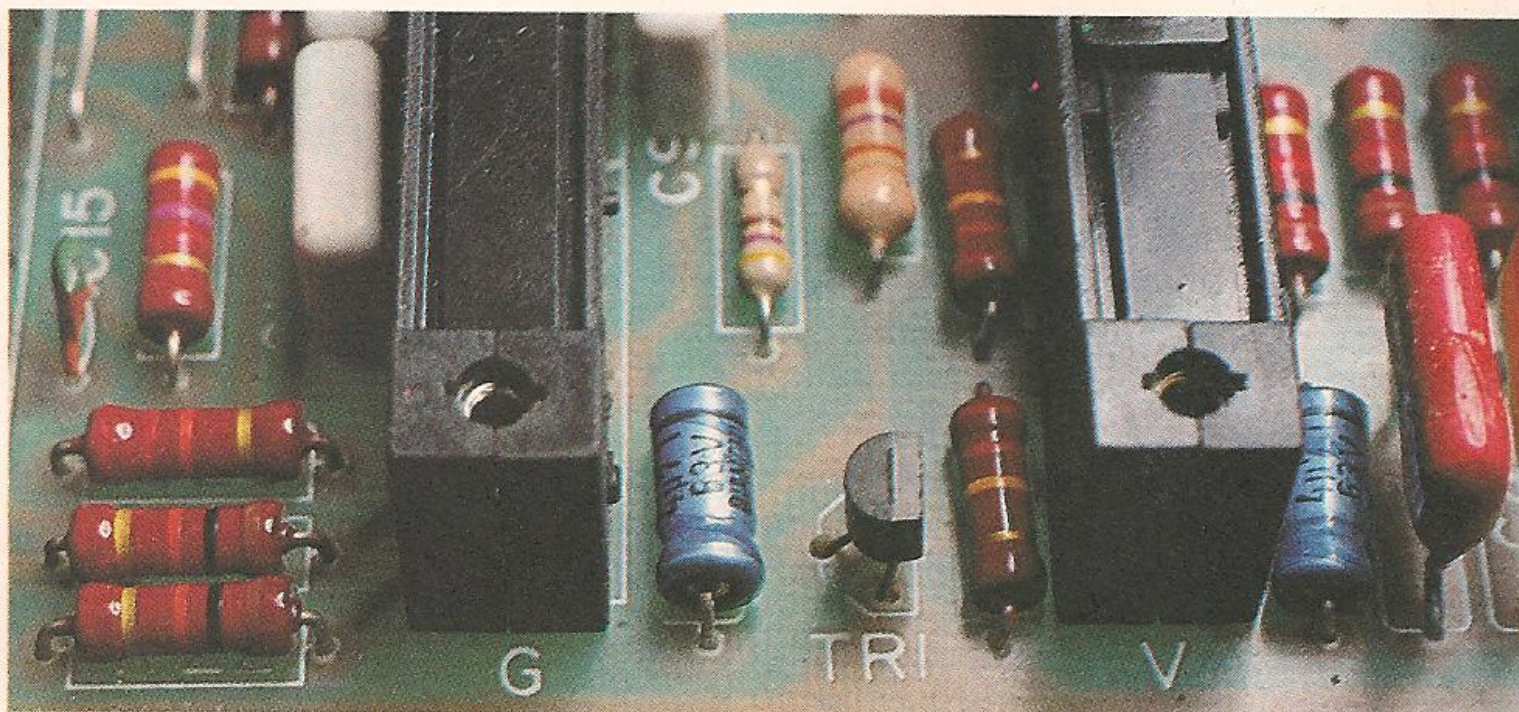
O seletor de entrada tem a função de selecionar, sob o comando do usuário, um sinal, para encaminhá-lo aos estágios seguintes. Uma outra função diz respeito à escolha entre duas formas de funcionamento do equipamento, que pode ser mono ou estéreo.

Por que o circuito de entrada dos sinais vindos do toca-discos do tipo cerâmico e do magnético é diferente?

Porque o sinal gerado por uma cápsula de cerâmica é muito superior ao obtido por uma cápsula magnética. Dessa forma, utiliza-se um atenuador — formado por resistores — no circuito de entrada para cápsula cerâmica.

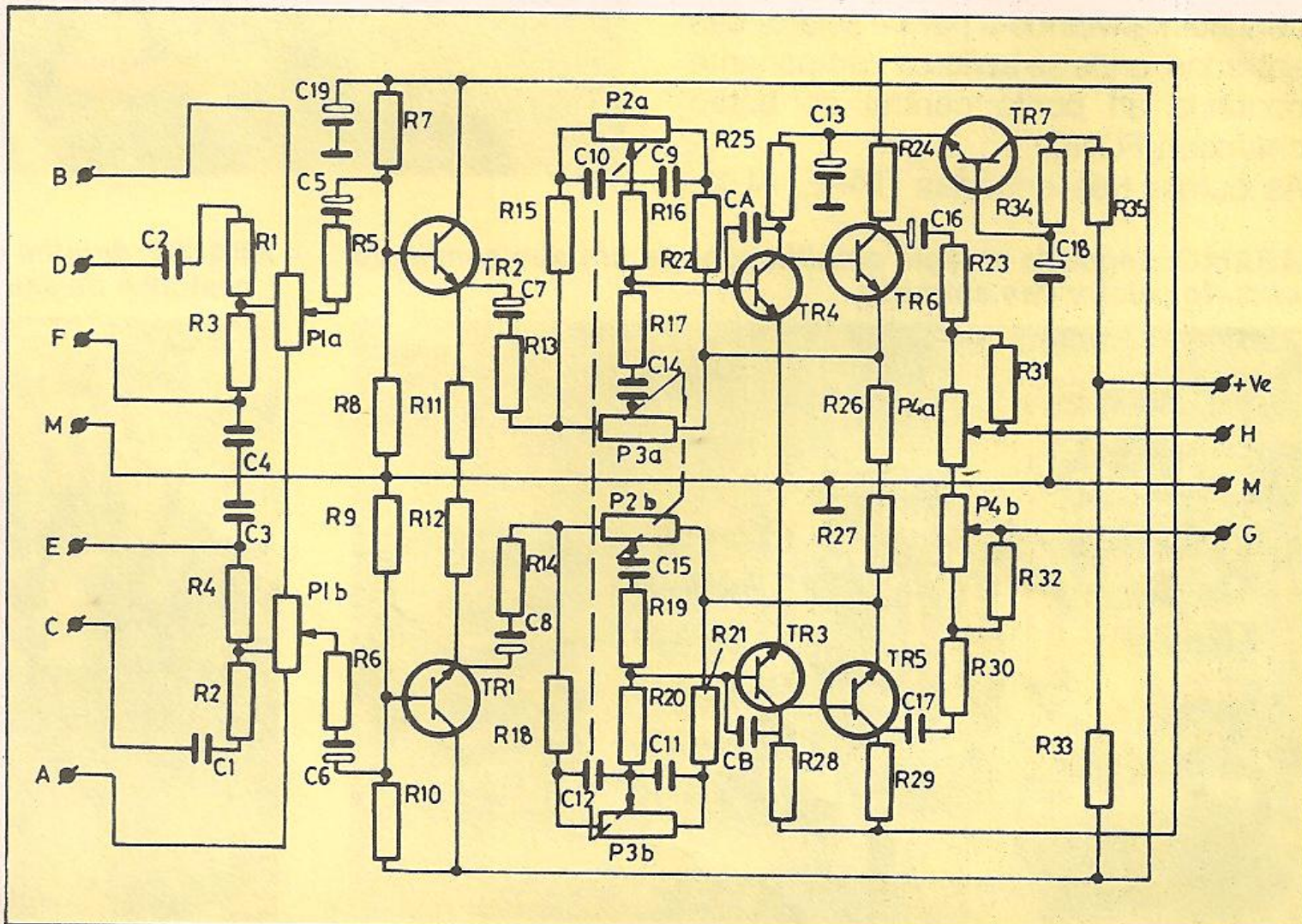
Por que se acoplam filtros à tensão de alimentação dos circuitos de controle das tonalidades?

Porque, dessa maneira, se isola qualquer ruído parasita que, ao longo do trajeto, possa chegar ao circuito e prejudicar seu rendimento.



ACIMA: estágio de entrada do circuito de controle das tonalidades, que adapta o potenciômetro de volume ao circuito corretor.

ABAIXO: esquema elétrico do circuito de controle das tonalidades.



ocorram problemas no caso de auto-oscilações decorrentes de variações de tensão, muito comuns nesse tipo de circuitos.

O circuito de controle de tonalidade compõe-se de duas partes exatamente iguais, destinadas a cada canal do amplificador e, portanto, descreveremos somente uma delas.

O sinal proveniente do módulo seletor chega ao potenciômetro de volume P1 e à rede formada por R1, R3, C2 e C4, destinada à correção antropomórfica associada ao comando comutador do módulo, que já analisamos.

Esse potenciômetro dispõe de um ponto intermediário ao longo de seu percurso, ligando-o à rede. Todo o conjunto tem a função de reforçar os sons agudos e graves em relação ao nível dos médios.

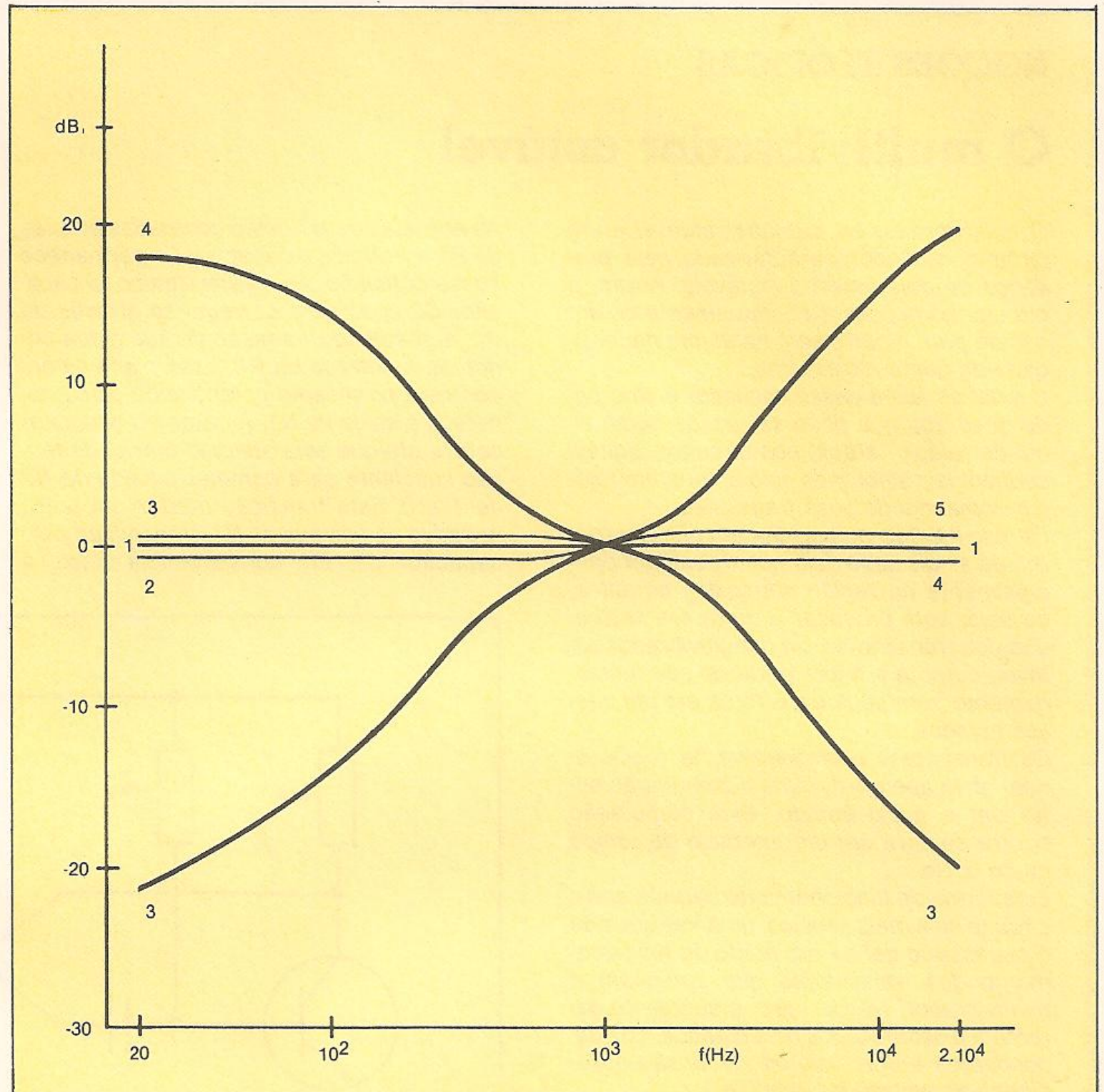
Do cursor do potenciômetro o sinal é enviado, através de R5 + C5, ao transistor TR2, montado segundo a configuração "seguidor de emissor", para adaptar a impedância ao estágio regulador de tonalidade que vem imediatamente depois. A polarização desse transistor é obtida por meio dos resistores R7, R8 e R11.

Os circuitos de controle das tonalidades são do tipo de realimentação negativa, e estão colocados entre a saída de TR2 e o emissor de TR6, que forma o estágio de saída. O resultado é a elevação ou a atenuação dos agudos e graves em relação às tonalidades médias, segundo a posição dos potenciômetros P2, destinado aos graves, e P3, relativo aos agudos.

Desse circuito, o sinal chega até a base de TR4, acoplado, e em seguida a TR6, polarizado pela tensão contínua que recebe do emissor deste último através de R15, R22, P2 e R16. Com isso, obtém-se uma boa estabilização térmica.

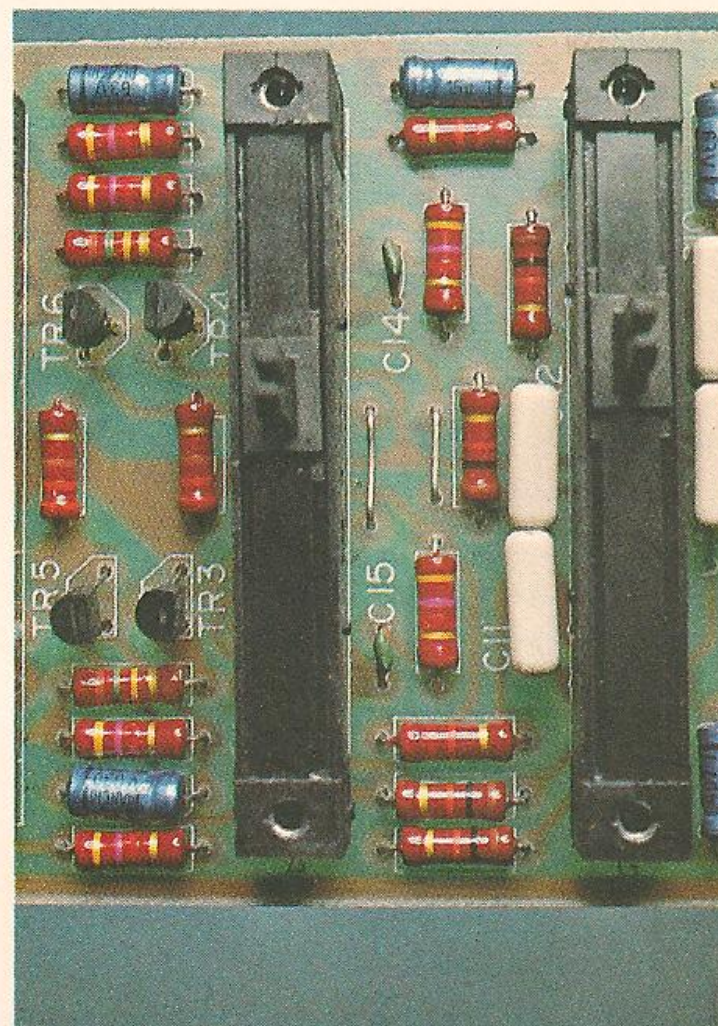
O sinal do coletor TR4 é aplicado a TR6, onde torna a ser amplificado, passando do coletor para o potenciômetro de balanceamento P4, através de C16. Este último separa a tensão contínua, alcançando a saída do módulo através da ligação feita a partir do cursor do potenciômetro.

A tensão de alimentação é recebida através do terminal + Ve. Ela se estabiliza e é filtrada pelo transistor TR7 e pelos seus componentes associados, com a finalidade de isolar qualquer ruído parasita que, ao longo do trajeto, possa chegar ao circuito.

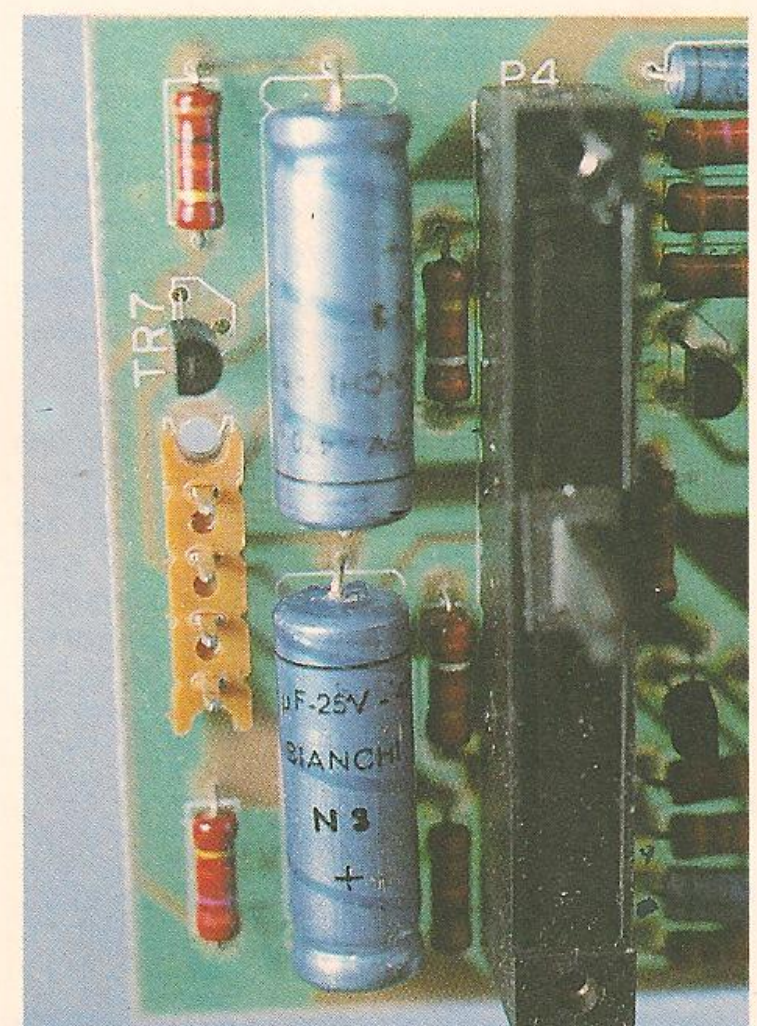


ACIMA: curvas de regulação dos controles dos agudos e dos graves em função da frequência.

ABAIXO: detalhe dos circuitos corretores de tonalidade e dos estágios de saída do pré-amplificador, juntamente com os potenciômetros dos agudos e dos graves.



ABAIXO: circuito de alimentação do módulo, constituído por TR7 e os componentes associados. Vê-se também a tomada de saída.



NOÇÕES TEÓRICAS

O multivibrador astável

O multivibrador ou oscilador astável é um circuito oscilador caracterizado pela presença de dois estados instáveis. Assim, o circuito pode passar continuamente de um estado para o outro sem nenhuma necessidade de comando externo.

O sinal de saída desse oscilador é uma onda quadrada que pode ser usada como sinal de relógio (**clock**) nos circuitos digitais seqüenciais síncronos, isto é, que têm relógio comandando suas transições.

Os osciladores convencionais são geradores de sinais senoidais que trabalham principalmente na região linear dos circuitos, ou seja, sem provocar o corte e a saturação dos transistores. Já o multivibrador astável, durante a maior parte do seu funcionamento, tem seus transistores em um desses estados.

Os transistores permanecem na região linear ativa apenas durante a comutação entre um e outro estado. Esta comutação ocorre sempre em um intervalo de tempo muito curto.

Esta forma de funcionamento permite que o circuito seja mais simples, uma vez que não é necessário definir um ponto de funcionamento dos transistores que compõem o multivibrador. Nesse caso, é suficiente garantir a existência dos dois estados, correspondentes a dois valores de tensão associados aos valores digitais 0 e 1.

Um oscilador astável consiste em dois transistores que passem alternadamente da condução ao corte e vice-versa, dependendo da polarização que recebem através dos capacitores ligados à sua base. Estes capacitores se carregam mediante resistores adequados, de modo que a frequência de oscilação depende diretamente da **constante de tempo de carga**. Esta constante é definida pelo produto dos valores de resistência e capacitância (R.C.).

Os multivibradores usualmente empregados nos circuitos digitais, porém, são construídos utilizando portas NE ou inversores no lugar de componentes separados, também chamados de discretos. O circuito representado na figura desta página mostra um oscilador construído com base em duas portas NE.

O funcionamento desse circuito é o seguinte: considera-se inicialmente que a saída de N1 esteja no valor digital 0 e que o capacitor C1 esteja descarregado. Isto impõe que as duas entradas de N2 estejam em 0, muito embora o resistor R2 esteja conectado à + Vcc; isto implica que o valor digital de saída de N2 seja 1, que se transmite na forma de pulso às entradas de N1 através do capacitor C1.

As entradas de N1 estão conetadas através de R1 a + Vcc e o capacitor C1 permanece nessa condição. Ao mesmo tempo, o capacitor C2 começa a carregar-se através de R2, aumentando a tensão de sua placa conetada à entrada de N2. Essa placa se encontra no mesmo potencial da placa conetada à saída de N1. A carga do capacitor ocorre até que seja atingido o nível de tensão suficiente para comutar a saída de N2 de 1 a 0. Esta transição produz um pulso negativo na entrada de N1, transmitido pelo capacitor C1. Em conseqüência disso, a

saída de N1 passa ao valor digital 1. A tensão na entrada de N1 pode descer abaixo do valor digital 0, dependendo da tensão que existia inicialmente em C1. Completamos a comutação com a saída de N1 em 1 e a saída de N2 em 0. A partir desse instante, começamos o semiciclo de retorno com o capacitor C1 carregando-se através de R1 até atingir o valor digital de comutação na entrada de N1. Quando isso ocorre, a saída de N1 passa a 0, dando início a outra comutação. Este ciclo repete-se ao infinito.

