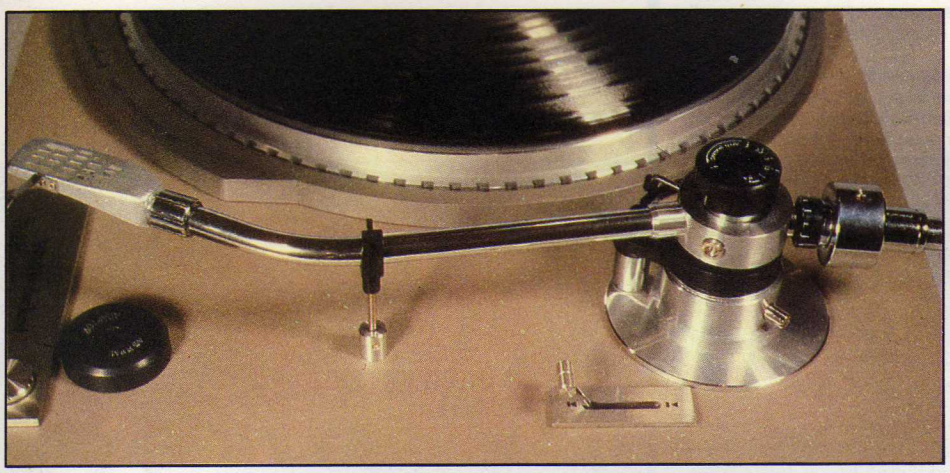
ELETRÔNICA

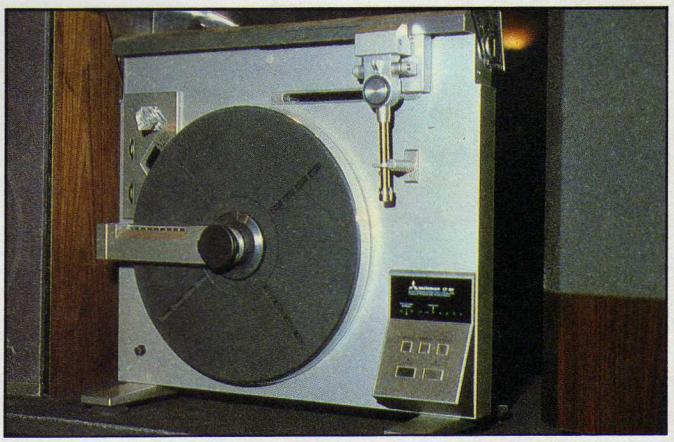
47 PASSO A PASSO Cr$ 5.900

Abril Cultural









INSTRUMENTAÇÃO

MEDIDAS E NORMAS EM ALTA-FIDELIDADE
O FUNCIONAMENTO DO TOCA-DISCOS
O MICROPROCESSADOR 8085

MEDIDAS E NORMAS EM ALTA-FIDELIDADE(3)

Continuamos a analisar as normas e medidas que possibilitam ao comprador avaliar a qualidade e o rendimento dos aparelhos de som e, assim, adquirir o equipamento mais adequado às suas exigências. Neste capítulo, veremos os critérios e normas DIN e quais os dados e procedimentos utilizados em suas verificações.

No capítulo anterior, dedicado às normas IHF, concluímos com uma descrição da potência dinâmica. Alguns aspectos dessas normas ainda merecem ser discutidos. É o que faremos a seguir, iniciando pela resposta em freqüência.

Resposta em freqüência

Seja qual for o método utilizado para medir e expressar a potência de saída de um amplificador, o programa sonoro a ser reproduzido ocupa uma ampla faixa do espectro de freqüências, abrangendo 10 oitavas (20 Hz a 20 KHz). Apesar de, teoricamente, um amplificador reproduzir da mesma forma sinais de qualquer freqüência, essa capacidade, na prática, é difícil de ser conseguida.

Um amplificador se comporta como um filtro, de maneira que os sinais de freqüências superiores ou inferiores às freqüências de corte são amplificadas com menos intensidade, devido à incapacidade do aparelho de dar a eles a mesma amplificação em todas as faixas de freqüências. Portanto, quanto mais distantes entre si estiverem essas freqüências de corte, e quanto mais plana for a faixa central, melhor será o amplificador.

Esses valores de corte são escolhidos de modo que entre os dois esteja incluído todo o espectro audível. Só isso não é suficiente. É preciso nos assegurarmos de que, nessa ampla faixa, todos os sinais sejam tratados da mesma forma (ou seja, recebam o mesmo grau de amplificação e, portanto, a mesma potência de saída) ou, pelo menos, que pareça assim ao ouvido, que é o último destinatário dos sinais.

O ouvido humano é relativamente fácil de ser enganado. Como já dissemos, o ouvido não responde da mesma forma a estímulos iguais. Assim, é fácil distinguir entre dois amplificadores que fornecem 1 W e 2 W de saída, respectivamente. Porém, é extremamente difícil distinguir entre dois equipamentos que forneçam 50 W e 51 W, cada um, apesar da diferença entre eles (1 W) ser a mesma da situação anterior. O que é fundamental para o ouvido são as diferenças relativas. A diferença entre 1 W e 2 W, fisiologicamente, parece ser a mesma que ocorre entre 5 W e 10 W (nos dois casos, uma potência é o dobro da outra). Portanto, interessa criar medidas de variações relativas, com as quais possamos medir a resposta de um amplificador.

Uma das formas mais simples de calcular essas variações é através de porcentagens, medindo-se as unidades que variam em função de uma base 100. Por exemplo, 1 W é 50% de 2 W, enquanto 50 W é 98% de 51 W.

No entanto, essa forma de medida não é a comumente utilizada, pois, muitas vezes, empregam-se decibéis, que são outra forma de medida relativa. A tabe-

dB	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2	3	5
% de aumento	2,3	4,7	12	26	41	58	100	316
dB	−0,1	−0,2	−0,5	−1	−1,5	−2	−3	−5
% de diminuição	2,3	4,5	11	21	29	37	50	68

ACIMA: tabela de equivalências de várias potências elétricas.

- Potência de corte (0,018% dist. 8 Ω) ..... 2 x 120 W
- Potência dinâmica (1 KHz, 8 Ω) ..... 2 x 150 W
- Resposta em freqüência (0, -1 dB) ..... 15 - 35000 Hz
- Resposta em freqüência (0, -2 dB) ..... 5 - 50000 Hz
- Relação S/N (sem ponderar) ..... > 75 dB

ACIMA: a resposta de freqüência é outro parâmetro importante a ser especificado. Deve-se dar a variação de amplitude, em decibéis, obtida na faixa de freqüências.

ABAIXO: nas folhas de características dos amplificadores é fornecida a relação sinal/ruído (S/N) de saída.

- Resposta em freqüência (0, -1 dB) ..... 15 - 35000 Hz
- Resposta em freqüência (0, -2 dB) ..... 5 - 50000 Hz
- Relação S/N (sem ponderar) ..... > 75 dB
- Relação S/N (IHF, rede A) ..... > 86 dB
- Resposta de potência (8 Ω) ..... 20 - 25000 Hz

la, da página 929, apresenta as equivalências aproximadas entre porcentagens e decibéis de várias potências elétricas.

Numerosas experiências comprovam que o ouvido pode perceber, sem diferenças consideráveis, variações de potência entre ± 0,5 dB (ou dentro da faixa 0, -1 dB), enquanto as variações entre ± 1 dB já se mostram apreciáveis. Apesar disso, em algumas normas de alta-fidelidade, são admitidas variações de até - 3 dB (diminuição da potência em 50%).

Portanto, a resposta em freqüência (outro dado que deve ser incluído nas características de um amplificador) sempre deve ser dada com a máxima variação de ganho obtido dentro da faixa estipulada. De outro modo, não é um dado válido. Assim, entre dois equipamentos que respondam dentro da faixa de 20 Hz até 20 KHz, um com uma variação de ± 0,5 dB e outro com ± 1 dB, o primeiro sempre oferecerá melhores respostas que o segundo.

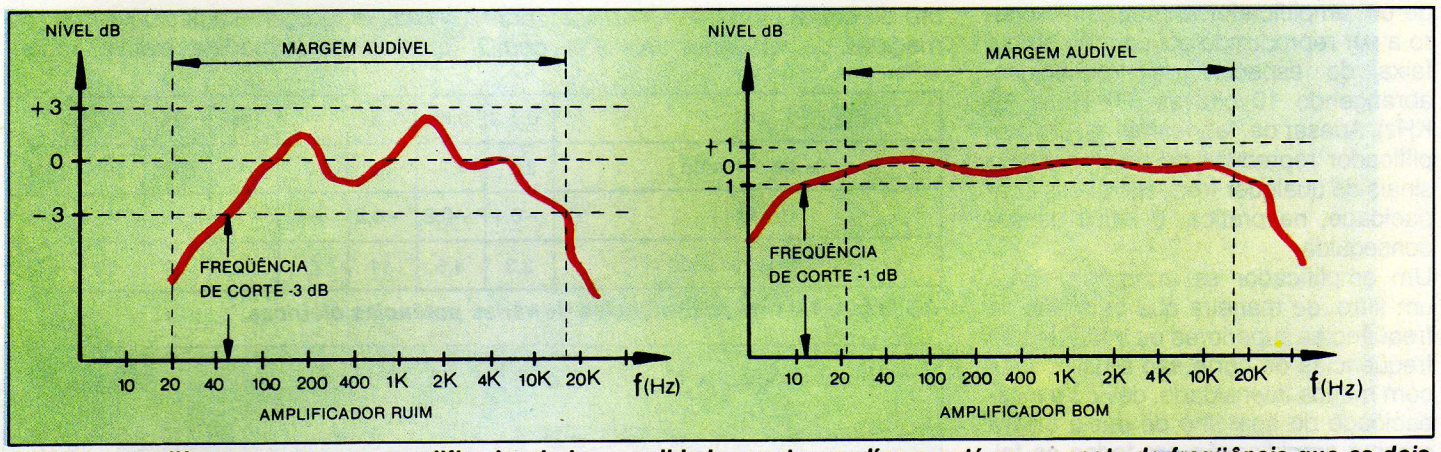
Ruído e resposta de potência

O ruído gerado pelo próprio amplificador também é objeto de atenção das normas IHF. A origem desse ruído já foi explicada e também foi dito que uma forma de expressá-lo é medir a relação entre a quantidade de sinal e a de ruído. O quociente entre os dois valores, expresso em decibéis, é denominado relação sinal/ruído (***signal to noise ratio***, em inglês) e, geralmente, especifica-se como S/R ou ***S/N***.

Com exceção das indicações em contrário, a relação S/N deve ser medida para uma potência de saída de 1 W, como é determinado pelas normas IHF. Além disso, as normas levam em conta que certas freqüências de ruído são mais perturbadoras para o ouvido; logo, deve-se dar a elas um valor relativo. Isto é conseguido intercalando-se, entre a saída do equipamento e o aparelho de medida, uma rede ou um filtro de ponderação, chamado simplesmente de **A**. A relação S/N assim obtida possui um valor mais elevado que o da relação correspondente obtida sem ponderação.

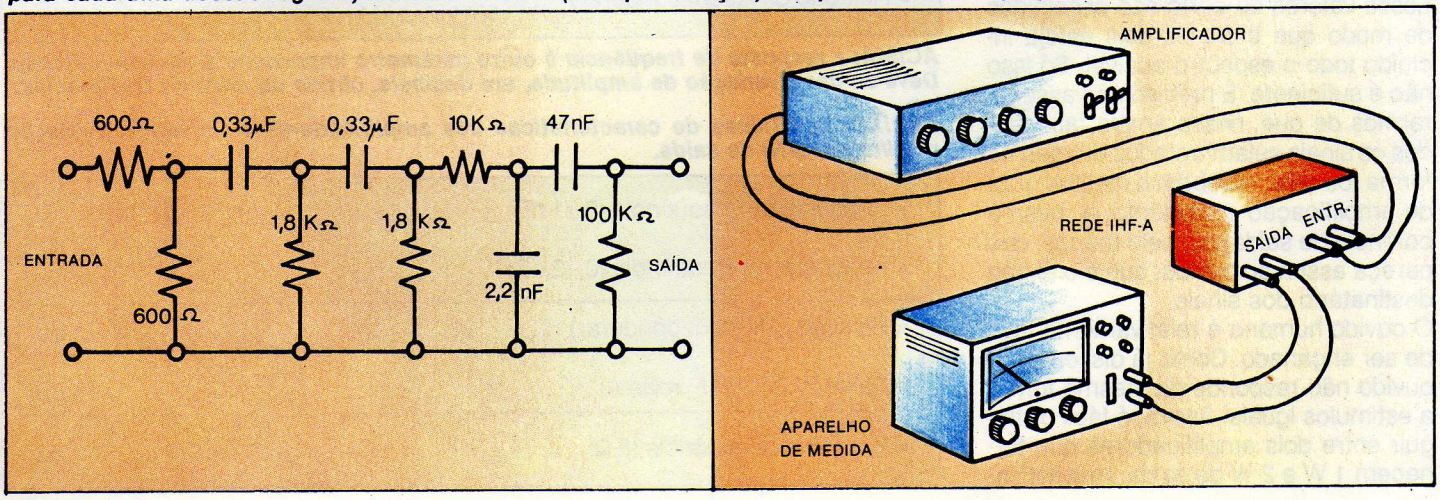
A medida deve ser feita para cada uma das entradas do equipamento. Essas entradas devem ser ligadas às terminações adequadas, que variam segundo o tipo de entrada, mas que simulam uma rede ligada a um equipamento que está funcionando normalmente.

Depois de especificadas as potências de saída, que podem ser fornecidas pelo amplificador, e as condições necessárias para a sua medida, assim como a faixa de freqüências que o amplificador é capaz de reproduzir, mais um dado de resposta de freqüência, geral-



ACIMA: uma diferença entre um amplificador de boa qualidade e outro medíocre está na resposta de freqüência que os dois apresentam. Essa resposta deve, pelo menos, cobrir a faixa audível.

ABAIXO: determinadas regiões do espectro audível de ruídos são mais incômodas que outras para o ouvido. Assim, deve-se dar, para cada uma dessas regiões, um valor relativo (uma ponderação) adequado. Esse é o propósito da rede IHF-A.



mente, é incluído: trata-se da resposta de potência, também denominada amplitude da faixa de potência.

Os componentes empregados nos equipamentos não são perfeitos. Uma de suas imperfeições consiste em não se comportarem exatamente da mesma forma com os sinais de freqüências diferentes. Essa imperfeição torna-se mais evidente quanto maior é a amplitude do sinal que vai ser reproduzido.

Já que a potência de saída depende da amplitude dos sinais que chegam ao alto-falante, quanto maior for a potência entregue a ele, mais estreita será a faixa de freqüências reproduzidas com o mesmo nível. Assim, torna-se necessário fornecer uma resposta de potência. Essa resposta é dada para uma determinada potência de saída, e aceita uma certa tolerância de variação. Deve-se sempre especificar a impedância do alto-falante que está ligado à saída.

A resposta de potência é sempre mais ampla que a faixa de freqüências, para se garantir a potência eficaz de saída (já que, nos extremos, pode existir um coeficiente de distorção maior), porém, é mais estreita que a resposta de freqüência do mesmo equipamento (já que se tratam de medidas em níveis diferentes), apesar de que, teoricamente, todas deveriam ser iguais.

Outros parâmetros

Há outros parâmetros, determinados pelas normas IHF, referentes a amplificadores, mas as suas aplicações são muito específicas. Por outro lado, eles já foram citados nesta obra. São os seguintes: sensibilidade de entrada, distorção, impedância de entrada/saída, máximo sinal de entrada, fator de amortização, resposta do controle de tonalidade, freqüência de corte e separação entre canais.

Todos eles são tratados pelas normas IHF com o mesmo rigor, para que as suas informações sejam completas e confiáveis. As normas são fornecidas em condições que, por serem únicas para todos os casos, permitem uma comparação entre os equipamentos colocados à disposição no mercado.

As normas DIN

Como já dissemos, estas normas englobam uma série de parâmetros ou requisitos mínimos que devem ser cumpridos pelos equipamentos de alta-fidelidade. Em geral, essas normas são menos rigorosas com os aspectos que podem ser medidos que as normas IHF. Isso acontece porque, como já mencionamos, as normas DIN foram as pioneiras em alta-fidelidade, e determinados parâmetros que hoje são considerados importantes, naquela época não mereciam o devido destaque.

Uma das primeiras coisas que percebemos, quando as normas DIN são estudadas, é que elas fixam uma potência de saída mínima para que um equipamento possa ser considerado como de alta-fidelidade. Concretamente, exigem-se 10 W como valor mínimo para os aparelhos monofônicos e 6 W por canal para os equipamentos estereofônicos. Essa potência de saída mínima é medida com uma onda senoidal na entrada, e o equipamento deve ser capaz de manter a potência por 10 min contínuos, pelo menos.

Isso pode induzir, em algumas ocasiões, a certas confusões. Pode-se pensar que um amplificador monofônico de 8 W de saída, por exemplo, não alcança o nível de qualidade necessário para ser considerado como de alta-fidelidade. Essa impressão, no entanto, é errônea, já que a qualidade e a potência são parâmetros independentes. Nem todos os equipamentos com menos de 10 W podem ser considerados de boa qualidade, porém os que têm 50 W de saída também não são necessariamente bons.

Lembremos, por exemplo, que os amplificadores que são utilizados em conjunto com fones de ouvido em muitas lojas de discos, para que o cliente possa ouvir o produto que vai comprar, possuem uma potência de saída muito baixa, apenas suficiente para excitar de forma adequada os fones de ouvido. Sem chegarmos ao exagero de afirmar que todos eles são de alta-fidelidade, também não podemos achar que esses

- Relação S/N (IHF, rede A) ..... > 86 dB
- Resposta de potência (8 Ω) ..... 20 - 25000 Hz
- Distorção harmônica total (THD):
  - — 1 KHz, 120 W, 8 Ω 0,001%
  - — 20 - 20000 Hz, 110 W, 8 Ω 0,018%

ACIMA: a amplitude de faixa de potência ou resposta de potência, geralmente, é medida para a potência nominal de saída, entre os pontos nos quais essa potência cai 3 dB em relação ao nível de referência. Para a maioria das medidas, utiliza-se a freqüência de 1 KHz como referência.

- Distorção harmônica total (THD):
  - — 1 KHz, 120 W, 8 Ω 0,001%
  - — 20 - 20000 Hz, 110 W, 8 Ω 0,018%
- Distorção por intermodulação (IMD):
  - — 60 Hz : 7 KHz, 4 : 1, 110 W, 8 Ω 0,01%

ACIMA: um dado importante é o máximo coeficiente de distorção que pode ser esperado dos equipamentos. Pode ser medido em diversas condições que devem, sempre, ser especificadas.

ABAIXO: outros dados complementares podem também ser fornecidos nas fôlhas de características. Entre eles, com relação à etapa de potência, podemos citar o fator de amortização, a impedância e a tensão nominal de entrada.

- Fator de amortização (1 KHz, 8 Ω) 60
- Fator de amortização (1 KHz, 4 Ω) 25
- Impedância de entrada (1 KHz) ..... 56 KΩ
- Tensão nominal de entrada (1 KHz, 110 W, 8 Ω) ..... 850 mV

CARACTERÍSTICAS DO AMPLIFICADOR MODELO 2062/B7 (SEGUNDO DIN 45.500)

(Nota: este amplificador cumpre as normas DIN de alta-fidelidade.)

- Potência de saída nominal (4 Ω) ..... 2 x 45 W
- Potência de saída musical (4 Ω) ..... 2 x 60 W
- Distorção harmônica:
  - — 4 Ω, 45 W, 40 - 12500 Hz ..... 0,03 %
  - — 4 Ω, 0,2 W, 40 - 12500 Hz 0,08%
  - — 4 Ω, 45 W, 40 - 4000 Hz 0,04%
  - — 4 Ω, 45 W, 1 KHz 0,03%
- Distorção por intermodulação:
  - — 250 Hz, 8000 Hz, 4 : 1 ..... 0,18 %
- Resposta de freqüências:
  - — Entrada AUX (0, -3 dB) ..... 10 - 45000 Hz
  - — Entrada PHONO (0, -4 dB) ..... 25 - 25000 Hz
- Amplitude de faixa de potência ..... 10 - 55000 Hz
- Relação sinal/ruído:
  - — Entrada AUX (45 W, 4 Ω) ..... 80 dB
  - — Entrada AUX (0,2 W, 4 Ω) ..... 55 dB
  - — Entrada PHONO (45 W, 4 Ω) ..... 65 dB
  - — Entrada PHONO (0,2 W, 4 Ω) ..... 52 dB
- Diafonia entre canais:
  - — 1 KHz ..... > 55 dB
  - — 25 - 25000 Hz ..... > 40 dB
- Diferenças de sinal entre entradas:
  - — AUX/PHONO (25 - 25000 Hz) ..... > 56 dB
- Fator de amortização (1 KHz, 4 Ω) 15
- Sensibilidade/Impedância de entradas:
  - — AUX ..... 150 mV/470 KΩ
  - — PHONO ..... 1,7 mV/47 KΩ
- Tensão máxima de entradas (1 KHz, 0,3% dist.):
  - — AUX ..... 3,5 V
  - — PHONO ..... 40 mV
- Tensão de saída para gravação (25 KΩ) ..... 3 mV

ACIMA: as folhas de características que obedecem às normas DIN são parecidas com as folhas que usam parâmetros IHF. A diferença está nas condições das medidas. Deve-se especificar sob que normas foram tomados os critérios apresentados.

amplificadores são ruins. Portanto, um amplificador com potência de saída baixa não tem porque ser de qualidade inferior. Ele pode ser considerado de alta-fidelidade, mas não dentro das normas DIN, que o excluem em função da potência, sem levar em conta outras provas de sua qualidade.

A potência de saída deve ser dada juntamente com os valores de impedância do alto-falante com os quais é obtida. A impedância só pode ser escolhida entre valores comerciais como 2 Ω, 4 Ω, 8 Ω e 16 Ω. As normas DIN assinalam, preferencialmente, os valores de 4 Ω e 16 Ω. É por esse motivo que a maioria dos fabricantes que utilizam essas normas especifica a potência de saída de seus equipamentos com alto-falante de 4 Ω. Este valor será maior, em termos absolutos, que o obtido com um alto-falante de 16 Ω.

Na realidade, é indiferente que essa potência seja dada com uma impedância ou com outra. Basta multiplicar o valor dessa potência por um fator fixo para se passar de uma impedância para outra. Idealmente, a potência obtida com 4 Ω é quatro vezes a que pode ser obtida com 16 Ω.

A potência de saída deve possuir outros requisitos, como a amplitude de faixa e o valor de distorção. Admite-se uma distorção de até 1%, que é um valor muito elevado para o que se espera atualmente dos equipamentos. No entanto, é um valor perfeitamente admissível pelos nossos ouvidos, a ponto de ser necessário um especialista para poder perceber distorções dessa ordem.

Quanto à amplitude de faixa em que se pode esperar a potência nominal de saída, as normas DIN especificam a amplitude de faixa de potência, que é a amplitude para a qual a potência de saída cai em 3 dB (isto é, para a metade), nos extremos da faixa. Por sua vez, a faixa deve ir, no mínimo, de 40 Hz até 12,5 KHz. Além disso, a distorção e a amplitude de faixa devem ser válidas desde a potência de saída nominal até um valor 20 dB abaixo dela (ou seja, até 1% da potência nominal).

As entradas e saídas

A melhor forma de medir e comprovar se uma aparelhagem terá bom rendimento, é colocá-la nas mesmas condições de funcionamento em que irá operar. Por exemplo, é inútil conhecer qual a potência de saída que será dada por um amplificador com alto-falante

de 1,5 Ω se, na prática, ele só irá utilizar alto-falantes de 4 Ω e 8 Ω.
Assim, a melhor maneira de estudar como se comporta um equipamento, é ligá-lo para teste da mesma maneira que ele estaria ligado quando em funcionamento normal. Esta é a condição que as normas DIN impõem para a medição das características.
Distinguem-se dois tipos de entrada: as denominadas entradas lineares (fita, rádio, auxiliar) e as entradas que possuem uma correção de freqüência (toca-discos magnético). Para as primeiras, a impedância de entrada deve ser de 470 KΩ, pelo menos, enquanto para as segundas, não deve ser inferior a 47 KΩ. Se a impedância de entrada ficar abaixo disso, deve-se considerar as possíveis variações que podem ocorrer na correção (a utilizada atualmente é a da RIAA).
A sensibilidade das entradas lineares (cuja tensão dá o valor nominal de saída do equipamento) deve ser de 0,5 V ou menos, enquanto as entradas que necessitam de correção admitem 5 mV no máximo (para uma freqüência de 1 KHz). Quanto às etapas de potência, devem apresentar uma impedância máxima de entrada de 47 KΩ. A tensão na saída deverá ser de 1 V no máximo.
O sinal disponível para os gravadores de fita também é especificado, devendo ter uma tensão de 0,1 mV para cada 1 KΩ de impedância do gravador. Assim, se o gravador possui uma impedância de entrada de 10 KΩ, o equipamento amplificador deve fornecer uma tensão de, pelo menos, 1 mV (10 KΩ de impedância x 0,1 mV para cada KΩ).
Para a saída de alto-falante, além da impedância nominal, deve-se superar em pelo menos três vezes o fator de amortização, isto é, a impedância de saída do amplificador deve ter, como máximo, um valor igual a um terço da impedância do alto-falante. Isso evita a formação de oscilações espúrias, que podem deformar o sinal, na saída. Esse valor do fator de amortização deve ser válido, pelo menos, na faixa de freqüências compreendida entre 40 Hz e 12 500 Hz. Os fatores de amortização conseguidos pelos equipamentos atuais superam 100, deixando muito para trás o valor 3 anteriormente fixado.

Distorção, amplitude de faixa e ruído

Já comentamos que o fator de distorção permitido para amplificadores era

RESUMO DAS NORMAS DIN

Os equipamentos, para serem considerados como de alta-fidelidade, devem reunir os requisitos classificados nos seguintes grupos:

- *respostas de freqüência;*
- *distorção harmônica;*
- *distorção por intermodulação;*
- *relação sinal/ruído;*
- *fator de amortização;*
- *potência de saída;*
- *separação entre canais;*
- *diferença de ganho entre canais;*
- *características suplementares.*

Respostas de freqüência

— *Pré-amplificadores: a amplitude de faixa deve cobrir de 40 Hz até 16 KHz, com variações máximas em relação à freqüência de 1 KHz de ± 1,5 dB para as entradas lineares e de ± 2 dB para as entradas que incluam equalização. A medida deve ser feita em um nível de 6 dB abaixo da tensão nominal de saída.*
— *Etapas de potência: a amplitude de faixa deve cobrir, pelo menos, de 40 Hz até 12,5 KHz, com uma variação máxima de 0 dB a -3 dB. A medida deve ser feita com uma potência de saída igual à nominal.*

Distorção harmônica

— *Pré-amplificadores: a distorção máxima permitida é de 1% para uma tensão de saída igual à nominal, dentro da faixa de freqüências entre 40 Hz e 4 KHz.*
— *Etapas de potência: distorção máxima permitida 1% para as potências de saída entre a nominal e a potência que está em um nível de 20 dB abaixo da nominal, dentro da amplitude de faixa dada na resposta de freqüência.*

Distorção por intermodulação

O valor máximo permitido é de 3% para freqüências de prova de 250 Hz a 8 KHz, com uma relação de amplitudes de 4 para 1.

Relação sinal/ruído

— *Pré-amplificadores: admite-se um valor mínimo de 50 dB, em relação a um sinal de freqüência de 1 KHz, para uma tensão de saída igual à nominal. Essa medida deve ser válida até um nível de saída de 20 dB abaixo do nominal, com uma variação máxima de ± 4 dB.*
— *Etapas de potência: admite-se um valor mínimo de 50 dB, em relação a um sinal de freqüência de 1 KHz, para uma potência de saída de 0,1 W (equipamentos monofônicos) ou de 0,05 W por canal (equipamentos estereofônicos). Essa medida deve ser válida desde a potência nominal de saída até um valor de 20 dB abaixo dessa mesma potência, com uma variação máxima de ± 4 dB.*

Fator de amortização

Deve ter um valor mínimo de 3, dentro da margem entre 40 Hz e 12,5 KHz.

Potência de saída

Para equipamentos mono, deve ser igual ou superior a 10 W, e para equipamentos estéreo, deve ser de 6 W por canal. A potência deve ser dada em valores eficazes e o equipamento deve ser capaz de fornecê-la por um período contínuo mínimo de 10 min.

Separação entre canais

— *Entre canais direito e esquerdo: deve ter os valores mínimos de 40 dB para a freqüência de 1 KHz, e 30 dB para qualquer outra freqüência compreendida entre 250 Hz e 10 KHz. O canal perturbador deve fornecer a tensão nominal de saída.*
— *Entre duas entradas diferentes: deve ter o valor mínimo de 50 dB para a freqüência de 1 KHz, e o valor mínimo de 40 dB para qualquer freqüência compreendida entre 250 Hz e 10 KHz. O canal perturbador fornecerá a tensão nominal de saída.*

Diferença de ganho entre canais

Só para amplificadores estéreo. Admitem-se diferenças de até 3 dB. Caso exista um controle de balanço que permite equilibrar o ganho dos canais em mais de 8 dB, a diferença máxima de ganho permitida passa a ser de 6 dB. Nos dois casos, a medida é feita para uma tensão de saída de 6 dB abaixo da nominal. As variações obtidas devem ser válidas dentro da faixa de freqüências que vai de 250 Hz até 6,3 KHz. Caso exista controle de volume, as medidas devem ser válidas para uma tensão de saída de até 40 dB abaixo da nominal.

Características suplementares

Além das citadas, devem ser dadas, como mínimo, as seguintes características:

— *Tensão de entrada nominal para todas as entradas: é a tensão que dará a tensão ou a potência de saída nominais.*
— *Impedância de entrada na freqüência de 1 KHz: deve ser dado o seu valor resistivo e, quando existir, o seu valor capacitivo.*
— *Impedância de carga nominal: é a impedância sobre a qual se obtém a tensão ou a potência de saída nominais.*
— *Potência de saída nominal: é dada em valores eficazes, com as condições de distorção e de valor mínimo já especificadas antes.*
— *Potência de saída musical: pode ser dada como indicação complementar. É obtida com a distorção nominal, enquanto as tensões de alimentação do estágio de saída mantêm-se no valor existente quando não há sinal.*

razoavelmente alto (1%). Também quando se tratam de pré-amplificadores, a distorção harmônica máxima permitida é de 1% para a saída nominal (a saída especificada pelo fabricante), em uma amplitude de faixa relativamente exígua, que vai de 40 Hz a 4 000 Hz. Assim, um equipamento com uma distorção de 0,5% na faixa de 20 Hz a 10 000 Hz, mas com uma distorção de 15% em 15 KHz, seria considerado de alta-fidelidade, pelas normas DIN.

Outro tipo de distorção que se estuda com as normas DIN é denominada intermodulação. Como sabemos, a intermodulação acontece quando dois sinais de freqüências diferentes interagem, produzindo sinais com freqüências que são a soma ou a diferença das freqüências introduzidas. Para esse tipo de distorção admite-se um máximo de 3%. Esse valor é importante, pois o ouvido já é capaz de percebê-lo, principalmente se for um ouvido musicalmente educado.

Quanto à amplitude de faixa, as normas DIN são um pouco mais exigentes. A medida deve ser feita 6 dB abaixo da tensão nominal de saída, isto é, com uma tensão igual à metade da tensão nominal. A amplitude mínima de reprodução deve estender-se de 40 Hz a 16 000 Hz, com algumas variações em relação ao sinal medido na freqüência de 1 KHz, em função do tipo de entrada. Assim, para entradas lineares, são permitidas variações do nível de tensão na saída de ± 1,5 dB, o que equivale a ± 18%, aproximadamente. Para as entradas com correção de freqüência, permite-se uma variação de ± 2 dB, o que equivale a ± 23%, aproximadamente.

Devemos destacar que, para a medida da amplitude de faixa de reprodução, não se especifica qual a distorção (harmônica ou por intermodulação) admitida. Isso pode permitir que aconteça o que acabamos de comentar: um equipamento que apresente uma queda de sinal de 1 dB a 15 KHz, mas com uma distorção de 3%, é considerado, dentro das normas DIN, como incluído no grupo de alta-fidelidade.

A relação sinal/ruído, tanto de pré-amplificadores como de etapas de potência, deve ser de, pelo menos, 50 dB. Esse valor deve ser obtido à freqüência de 1 KHz e deve ser válido para valores de saída compreendidos entre o valor nominal e o valor que está 20 dB abaixo dele (supondo-se que a relação sinal/ruído é 10% da tensão nominal, no caso de pré-amplificadores, e 1%, no caso das etapas de potência). Permite-se, nessa faixa, uma variação máxima de ± 4 dB, em relação ao nível medido a 1 KHz.

- Potência de saída nominal (4 Ω) ..... 2 x 45 W
- Potência de saída musical (4 Ω) ..... 2 x 60 W
- Distorção harmônica:
  - — 4 Ω, 45 W, 40 - 12500 Hz 0,03%

ACIMA: a potência, geralmente, é um dos primeiros valores encontrados em uma folha de características. Quando é medida sob as normas DIN, não deve superar 1% em distorção e deve ter uma amplitude de faixa de, pelo menos, 40 Hz a 12500 Hz.

- Fator de amortização (1 KHz, 4 Ω) 15
- Sensibilidade/Impedância de entradas:
  - — AUX ..... 150 mV/470 KΩ
  - — PHONO ..... 1,7 mV/47 KΩ
- Tensão máxima de entradas (1 KHz, 0,3% dist.):

ACIMA: nas normas DIN são fornecidas especificações de sensibilidade e impedância mínimas para dois tipos de entrada: linear e com correção. A entrada linear possui utilização geral (fita, rádio, auxiliar) e a entrada com correção é utilizada para cápsulas magnéticas.

- — AUX ..... 3,5 V
- — PHONO ..... 40 mV
- Tensão de saída para gravação (25 KΩ) ..... 3 mV

ACIMA: a tensão disponível nos conetores para gravação depende da impedância de carga apresentada pelo gravador magnético. Esses valores também devem obedecer às normas.

ABAIXO: a distorção é um aspecto importante das especificações DIN, apesar dos valores fornecidos pelos fabricantes estarem, em geral, muito abaixo do máximo permitido (1% para a distorção harmônica e 3% para a intermodulação).

- Distorção harmônica:
  - — 4 Ω, 45 W, 40 - 12500 Hz 0,03%
  - — 4 Ω, 0,2 W, 40 - 12500 Hz 0,08%
  - — 4 Ω, 45 W, 40 - 4000 Hz 0,04%
  - — 4 Ω, 45W, 1 KHz 0,03%
- Distorção por intermodulação:
  - — 250 Hz : 8000 Hz, 4 : 1 ..... 0,18%

Outras medidas

As normas DIN não podem deixar de lado as características próprias dos equipamentos estereofônicos. Por essa razão, também são incluídas medidas que permitem manter as diferenças entre canais dentro de margens definidas. Assim, permite-se uma variação de até 3 dB na amplificação de um canal em relação a outro (isto é, uma relação de amplificações de 1 : 0,7), o que é um valor bastante elevado.

As normas DIN permitem uma varia-

ção maior ainda, de 6 dB (o que supõe que um canal amplifique a metade que o outro canal pode amplificar), quando o equipamento possui um controle de balanço que possibilite um incremento ou uma diminuição da amplificação de um canal em relação a outro em mais de 8 dB (relação de 1 : 2,5). Em ambos os casos, a medida deve ser feita com sinais de entrada iguais para os dois canais, com uma saída de 6 dB abaixo da saída nominal (ou 50% do valor nominal), na faixa de 250 Hz a 6300 Hz. Desse modo, segundo as normas DIN, um equipamento com uma diferença entre canais inferior a 2 dB, na faixa de 100 Hz a 10000 Hz, mas com uma diferença de amplificação da ordem de 10 dB, na faixa de 30 Hz a 18000 Hz, pode ser considerado um equipamento de alta-fidelidade.

Realmente, o amplificador poderá ter grande fidelidade de reprodução (seria necessário examinar outros parâmetros), mas é certo que em altas e baixas freqüências não vai haver uma descompensação entre os canais (10 dB equivalem a uma relação de 1 : 3, aproximadamente), que seja detectada pelo ouvido.

A medida da diafonia também é analisada pelas normas DIN, que não permitem uma separação entre canais inferior a 40 dB, na freqüência de 1 KHz, ou inferior a 30 dB, na faixa de 250 Hz a 10000 Hz. Quando se trata da diafonia entre diferentes entradas (por exemplo, o sinal que pode aparecer na entrada para fitas devido a um sinal que é introduzido pela entrada para rádio), os valores citados aumentam em 10 dB, passando para 50 dB e 40 dB, respectivamente. Essas medidas de diafonia devem ser feitas com o canal "perturbador" fornecendo a sua tensão nominal.

Outro aspecto interessante que surge com as normas DIN referentes aos equipamentos de alta-fidelidade é o que trata da quantidade de sobreexcitação que pode ser admitida para um pré-amplificador. Como já explicamos, os pré-amplificadores, geralmente, admitem em suas entradas tensões maiores que as nominais (as tensões que fornecerão um nível de tensão preestabelecido na saída), sem que a distorção chegue a extremos. Assim, as normas DIN admitem, para os equipamentos que possuem controle de volume, um nível de 12 dB além da tensão nominal (isto é, uma tensão quatro vezes superior à nominal), com a mesma distorção máxima (de 1% ou de 3%, dependendo do tipo de entrada).

Essa sobreexcitação deve ser medida colocando-se o comando de volume numa posição em que o nível de tensão da saída seja o nominal. Em outras palavras, permite-se que os circuitos que se encontrem antes do controle de volume admitam uma sobreexcitação de 12 dB, porém isso não acontece para os circuitos que estão depois do controle de volume. Aliás, esses circuitos são os que poderiam chegar mais facilmente à saturação, já que são os que manejam os níveis de sinal mais elevados. É certo também que, obtendo-se na saída a tensão nominal (supondo-se que está sendo obtida a potência máxima de saída), não é necessário

- Distorção por intermodulação:
  - — 250 Hz : 8000 Hz, 4 : 1 ..... 0,18%
- Resposta de freqüências:
  - — Entrada AUX (0, -3 dB) ..... 10 - 45000 Hz
  - — Entrada PHONO (0, -4 dB) ..... 25 - 25000 Hz
- Amplitude de faixa de potência ..... 10 - 55000 Hz
- Relação sinal/ruído:
  - — Entrada AUX (45 W, 4 Ω) ..... 80 dB
  - — Entrada AUX (0,2 W, 4 Ω) ..... 55 dB
  - — Entrada PHONO (45 W, 4 Ω) ..... 65 dB
  - — Entrada PHONO (0,2 W, 4 Ω) ..... 52 dB
- Diafonia entre canais:
  - — Entrada PHONO (0,2 W, 4 Ω) ..... > 55 dB

ACIMA: a resposta em freqüência deve ter uma amplitude mínima, com uma variação máxima que depende do tipo de entrada, assim como acontece com a relação sinal/ruído.

ABAIXO: outros fatores previstos pelas normas DIN são a diafonia, o fator de amortização e as tensões máximas de entrada, que não produzem distorção considerável.

- Diafonia entre canais:
  - — 1 KHz ..... > 55 dB
  - — 25 - 25000 Hz ..... > 40 dB
- Relação de sinal entre entradas:
  - — AUX/PHONO (25 - 25000 Hz) ..... > 56 dB
- Fator de amortização (1 KHz, 4 Ω) 15
- Sensibilidade/Impedância de entradas:
  - — AUX ..... 150 mV/470 KΩ
  - — PHONO ..... 1,7 mV/47 KΩ
- Tensão máxima de entradas (1 KHz, 0,3% dist.):
  - — AUX ..... 3,5 V
  - — PHONO ..... 40 mV
- Tensão de saída para gravação (25 K Ω) ..... 3 mV

sobreexcitar os circuitos que estão depois do controle de volume, já que devem estar dando o máximo de potência.

Especificação de características

Quanto à especificação de características, as normas DIN são bem menos rigorosas que as IHF e só obrigam a um resumo muito conciso dos componentes que podem ser ligados e do que se pode esperar do equipamento. As características que devem ser dadas pelo fabricante são:

- Tensão e impedância de entrada nominais: para 1 KHz, de todas as possíveis entradas.
- Potência de saída nominal e a carga com que é obtida: a potência é medida nas condições de distorção, amplitude de faixa e valores mínimos; caso contrário, esses dados devem ser especificados.
- Potência musical: esse dado é opcional (não necessita ser assinalado) e tem significado semelhante ao da potência dinâmica, nas normas IHF.

Como já vimos, as normas DIN exigem algumas prestações mínimas dos equipamentos para que possam ser considerados de alta-fidelidade. Essas normas ficaram um pouco desatualizadas. É por essa razão que, hoje, muitos equipamentos de qualidade média, se comparados com outros existentes no mercado, são incluídos no mesmo grupo dos verdadeiramente bons.

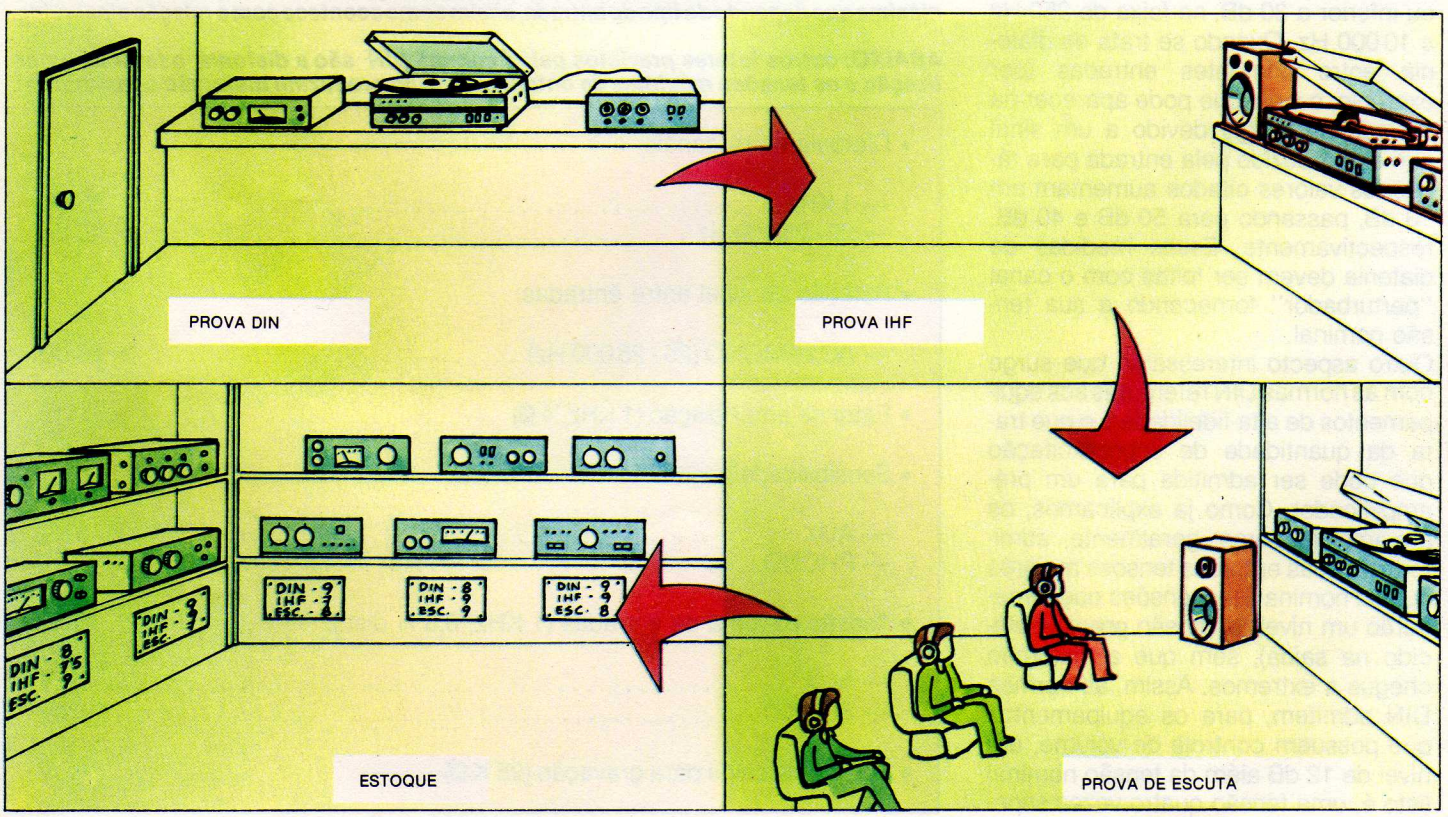
Devemos fazer ainda uma consideração: enquanto um fabricante pode dizer que o equipamento por ele construído cumpre as normas DIN, nenhum fabricante poderá dizer que o seu equipamento cumpre as normas IHF. Estas normas não exigem que alguns valores sejam superados, mas obrigam o fabricante a indicar os valores que foram obtidos com as normas IHF. Assim, não queremos dar a entender que um equipamento que cumpre as normas DIN é inferior a outro que foi medido com as normas IHF. Ainda mais: pode ser que, em algumas especificações, o equipamento não alcance o determinado pelas normas DIN, o que o excluiria do grupo de alta-fidelidade DIN.

Além disso, os fabricantes não se contentam, atualmente, em afirmar que os seus produtos cumprem as normas DIN, mas dão uma relação completa das características (potência, resposta em freqüência, relação sinal/ruído e outras). Essas características cumprem e superam os mínimos estabelecidos pelas normas DIN e permitem a realização de comparações entre equipamentos.

Por fim, apesar das medidas e das provas que podem ser feitas com um equipamento em um laboratório, usando técnicas e aparelhos mais sofisticados, os resultados são apenas números, que indicam uma determinada qualidade do equipamento sob prova. Isto não é suficiente, pois o último destinatário é sempre o ouvido humano e, portanto, as últimas provas são sempre subjetivas. Atualmente, tenta-se fazer do projeto de um amplificador uma ciência pura, mas, em um grupo de amplificadores que mostrem idênticos valores de prova, pode-se encontrar um que "soe melhor" que o restante.

É por isso que os fabricantes não se conformam em fazer apenas provas objetivas nos seus equipamentos. Eles também são submetidos a ensaios com ouvintes especializados, cujas opiniões são consideradas quando um produto é levado ao mercado. Essas opiniões, no entanto, são impossíveis de se enquadrarem em uma norma. Assim, é conveniente que o comprador possa escutar o equipamento que pretende adquirir. Só assim, estará seguro de ter comprado o melhor equipamento.

ABAIXO: apesar de vários equipamentos apresentarem no papel, com provas objetivas, idênticas prestações, a prova definitiva será o consentimento de ouvintes especializados.



O FUNCIONAMENTO DO TOCA-DISCOS (4)

Até agora, falamos sobre dois componentes do toca-discos: o conjunto cápsula/agulha e o prato. Neste capítulo, além de descrevermos um complemento interessante — o estroboscópio —, ampliamos a nossa análise com o estudo de mais um componente: o braço do toca-discos.

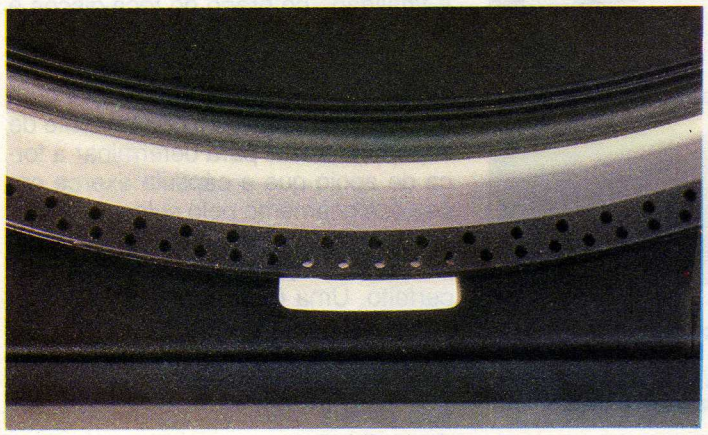
Atualmente, quase todos os toca-discos possuem estroboscópio. Ele é um dispositivo com o qual é possível controlar a velocidade de rotação do prato. A seguir, veremos detalhadamente as características e o funcionamento dos estroboscópios.

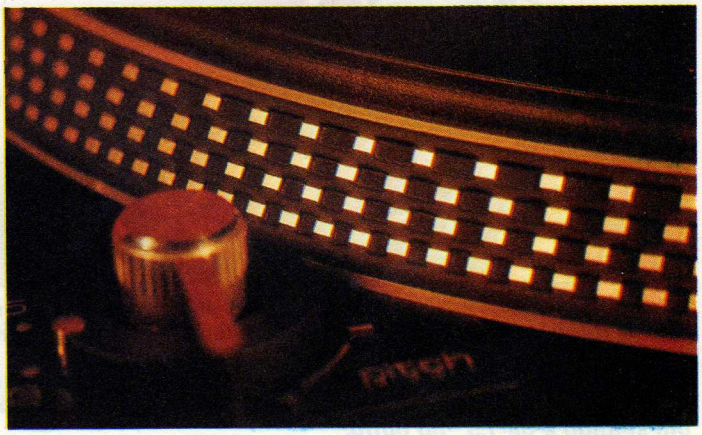
Estroboscópios

O estroboscópio é constituído por várias superfícies brancas e pretas, dispostas de forma radial. Quando iluminamos estas superfícies com uma luz elétrica com freqüência de 60 Hz e fazemos girar o aparelho, as superfícies deverão parecer imóveis, dependendo do número de rotações do prato. Para calcular o número de superfícies, utiliza-se a fórmula S = 7200/rpm (válida para a freqüência de 60 Hz). O número de superfícies ou de estrias depende da freqüência. As superfícies aparecem em duas filas: para cada freqüência (50 Hz ou 60 Hz), cada fila corresponde a uma velocidade (33 1/3 rpm ou 45 rpm).

O estroboscópio pode ser um disco colocado sobre o prato ou, então, pode estar impresso no próprio prato. Atualmente, os estroboscópios são impressos no prato, quase sempre, e o sistema de iluminação está incluído no próprio equipamento. O sistema pode ser uma lâmpada de neon, alimentada com a freqüência da rede, que emite uma luz de determinada cor sobre o prato.

Para reduzir o número de faixas impressas, certos pratos possuem um so-

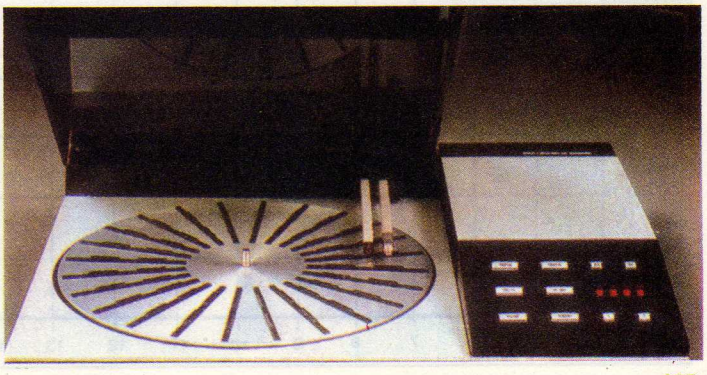


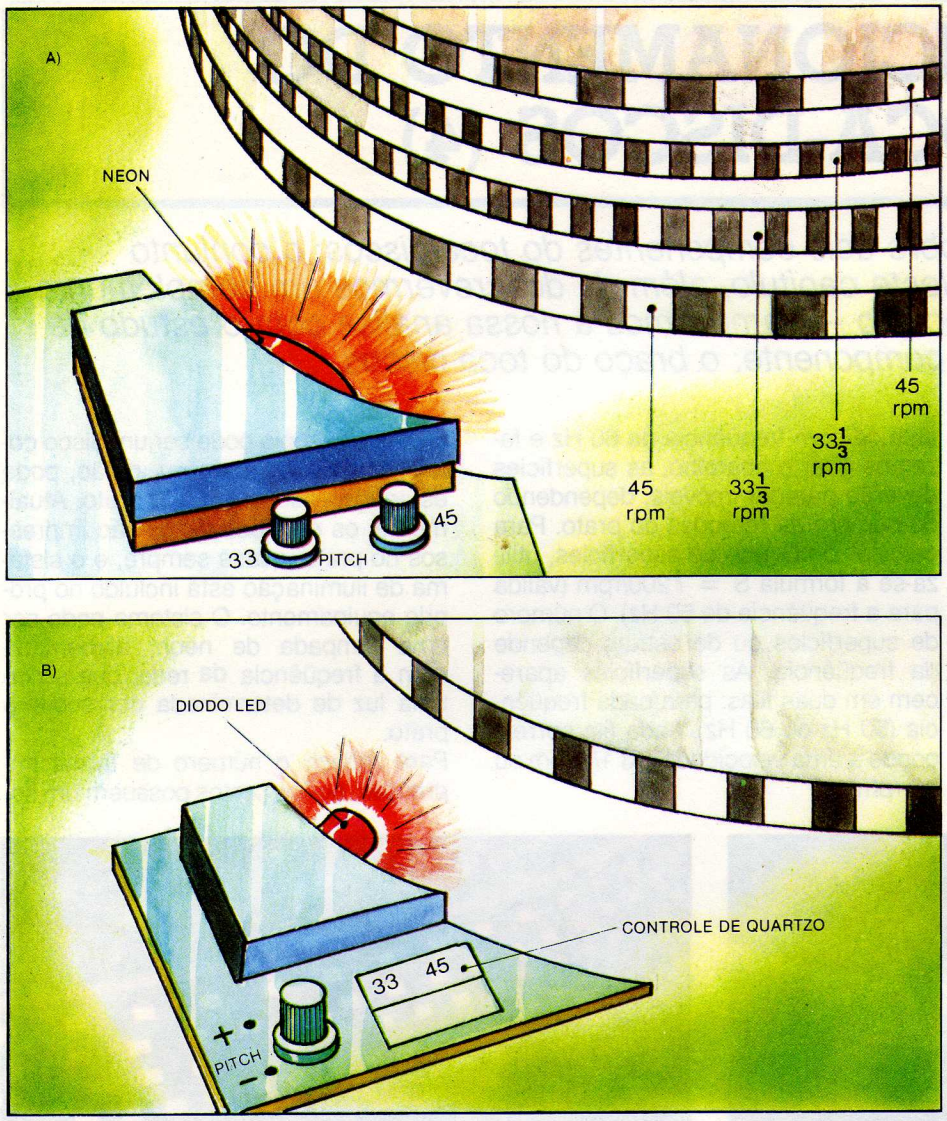


ACIMA: dois sistemas de controle e ajuste fino da velocidade de rotação em toca-discos.

ABAIXO: para reduzir o erro tangencial, foram adotados braços em forma de S. Nos sistemas de exploração tangencial, esse erro é nulo, pois permite uma distribuição absolutamente igual da força de apoio sobre as duas faces do sulco.

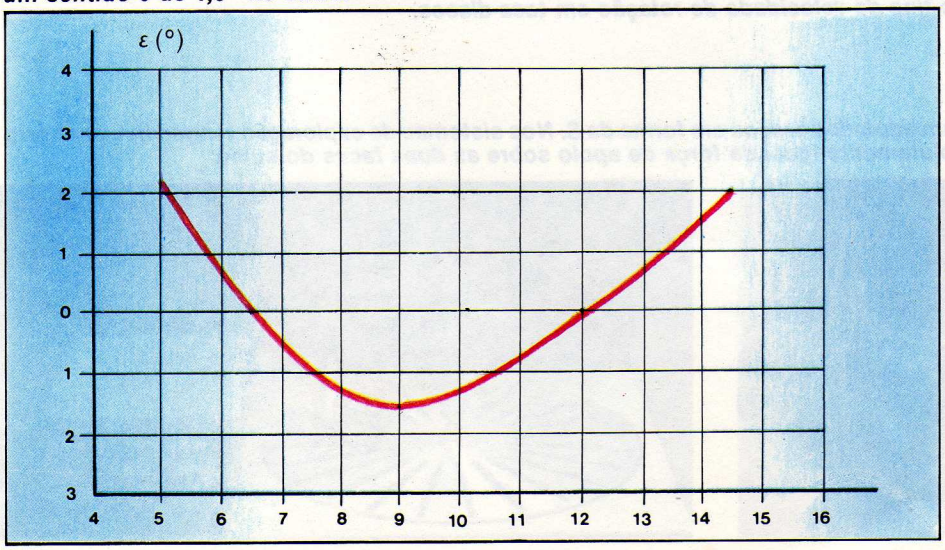






ACIMA: dois sistemas de controle visual da rotação através de aros estroboscópicos: a) freqüência de lampejos fixa; b) anel estroboscópico único.

ABAIXO: gráfico que indica o erro tangencial em um toca-discos. Como se pode ver, o erro é nulo (braço tangente ao sulco) em dois pontos. O erro máximo é de 2,5° em um sentido e de 1,5° no outro.



fisticado sistema de iluminação, constituído por um diodo led, alimentado por um sinal obtido a partir de um cristal de quartzo empregado como servocontrole do motor. Com este sistema, só é necessária uma faixa ou uma fila impressa sobre o prato, já que, com a mudança da velocidade do prato, altera-se também a luz gerada pelo diodo led.

O manejo do estroboscópio é muito simples: se existe um comando de ajuste fino da velocidade (***pitch***, em inglês), o prato gira e seleciona-se uma velocidade qualquer de rotação. Quando esta velocidade está correta, as superfícies ou estrias impressas no prato parecerão imóveis. Se as estrias parecem mover-se no mesmo sentido da rotação do prato, a velocidade é excessiva. Assim, devemos movimentar o comando de controle para diminuir a velocidade. Se as estrias parecem mover-se em sentido contrário ao da rotação, a velocidade é inferior à adequada, e devemos mexer no controle de velocidade para aumentá-la.

O braço do toca-discos

A finalidade do braço do toca-discos é servir de suporte à cápsula e conseguir que ela, por sua vez, através da agulha, permaneça em contato constante com o sulco do disco. É um componente de importância vital para determinar a força de apoio que a cápsula exerce em seu deslocamento pelo sulco do disco. Para uma boa reprodução é fundamental que o conjunto braço/cápsula seja perfeito. Uma cápsula de boa qualidade, associada a um braço muito pesado, dará uma reprodução ruim. Somente se o braço tiver pouco peso, a cápsula poderá oferecer uma reprodução de qualidade.

Os braços atuais, para terem pouco peso, são fabricados, principalmente, com os seguintes materiais: alumínio, titânio, fibra de carbono, material plástico, madeira, etc. Muitas pesquisas foram feitas para determinar o tipo de material que deve ser empregado. Esse material não pode ser magnético, pois afetaria a resposta da cápsula. Os materiais tradicionais eram o alumínio e a madeira. Logo, foi comprovada a superioridade do titânio. Os braços de fibra de carbono mostram ser de boa qualidade, mas eles permitem uma transmissão muito rápida de vibrações até a cápsula.

O braço deve ser construído de maneira a aceitar o maior número possível

de cápsulas. Além disso, deve ser compatível com a força de apoio e o peso apresentados pela cápsula.

Outra característica importante do braço é que ele deve possuir grande rigidez, qualquer que seja o material empregado na sua construção. O braço não deve ser influenciado pelas vibrações originadas por fatores externos ao conjunto braço/cápsula. Quando isso ocorre, parte dessas vibrações são transmitidas à cápsula. A cápsula encarrega-se de transformar os movimentos mecânicos, criados em função da forma dos sulcos, em sinais elétricos. Portanto, se houver vibrações adicionais no braço, a cápsula criará sinais elétricos que nada têm a ver com as informações que estão contidas nos sulcos.

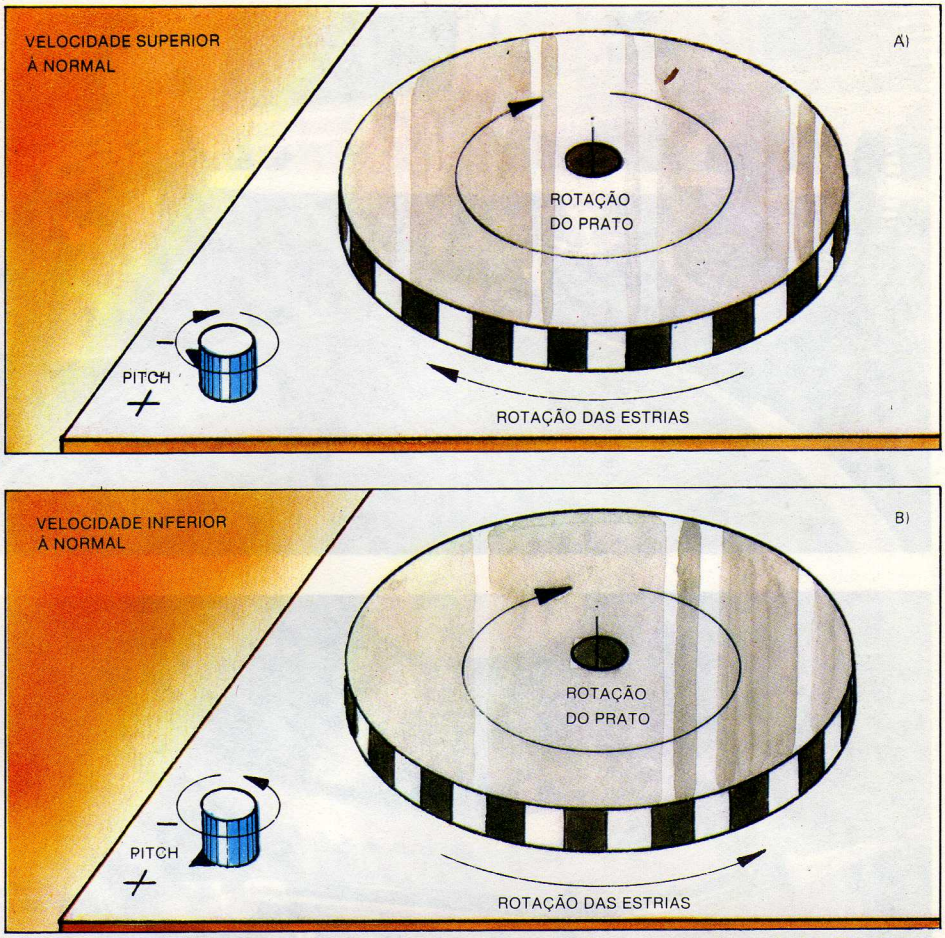
A forma do braço também é muito importante, já que ele pode criar ou originar um erro tangencial, alterando a freqüência de ressonância do sistema braço/cápsula.

A massa do braço deve ser mínima e possuir sistemas de balanceamento que aceitem cápsulas de qualquer peso. A massa do braço deve, ainda, possuir um dispositivo antideslizamento (***anti-skating***, em inglês), conforme veremos mais adiante. O apoio vertical do braço deve permitir que ele se mova livremente (e a cápsula também), tanto na vertical como na horizontal.

Os componentes do braço

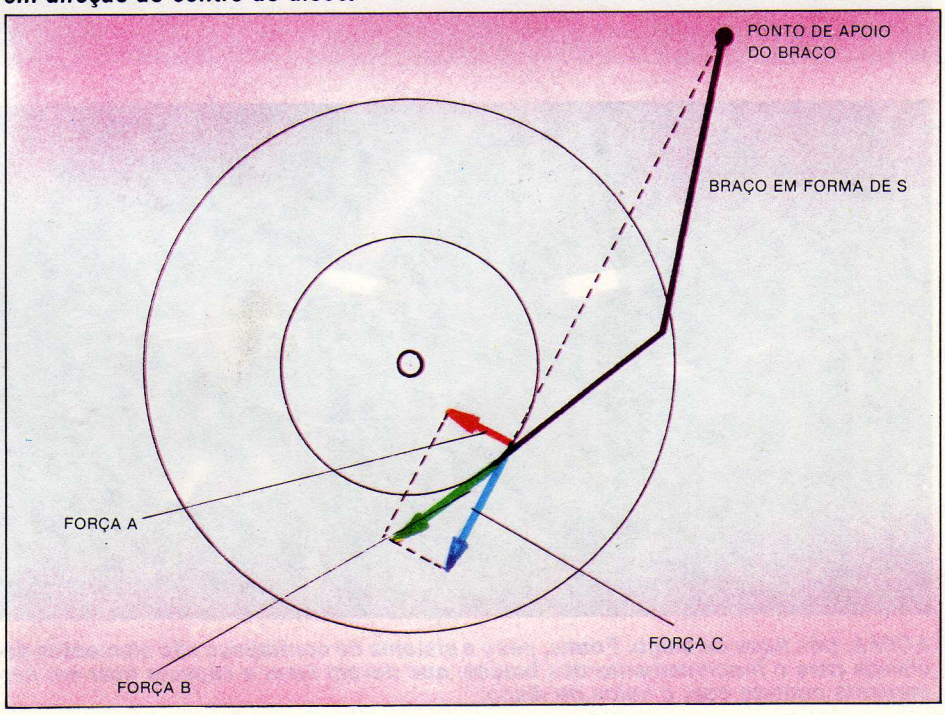
O braço do toca-discos é constituído, geralmente, pelos elementos relacionados a seguir:

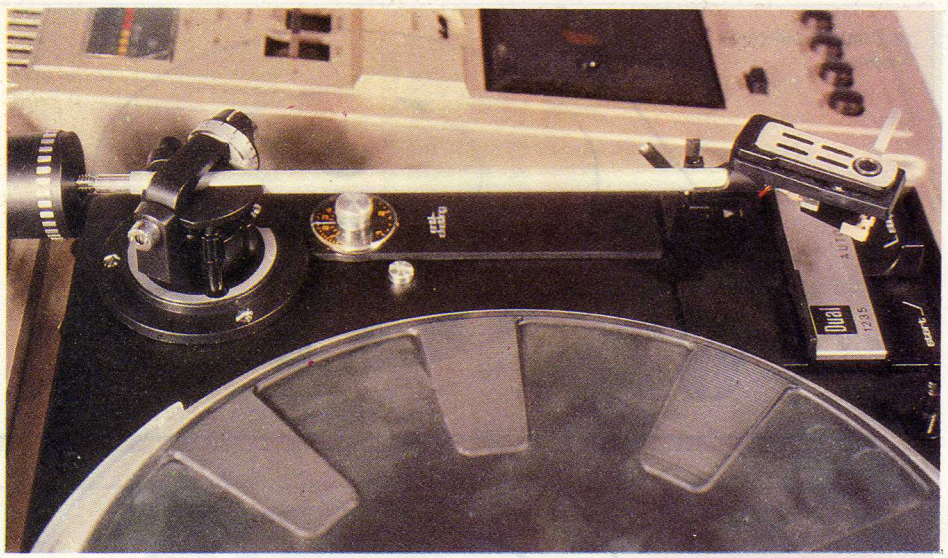
- Um **tubo** de material determinado, que apresenta características convenientes de peso e rigidez, e com um comprimento de, aproximadamente, 30 cm.
- Este tubo possui um **peso deslizante** (ou um mecanismo semelhante) que, com o braço equilibrado, pode ajustar a força de apoio exercida pela agulha.
- O tubo fica apoiado em um **suporte**, de maneira que permita o livre movimento da cápsula nos sentidos horizontal e vertical. Esse apoio pode possuir coxins de alta precisão.
- O tubo ainda possui um **sistema de contrapesos** que tem a função de balancear o braço. Portanto, para uma força de apoio zero, o conjunto braço/cápsula deve manter-se na posição horizontal, sem oscilar para cima ou para baixo.

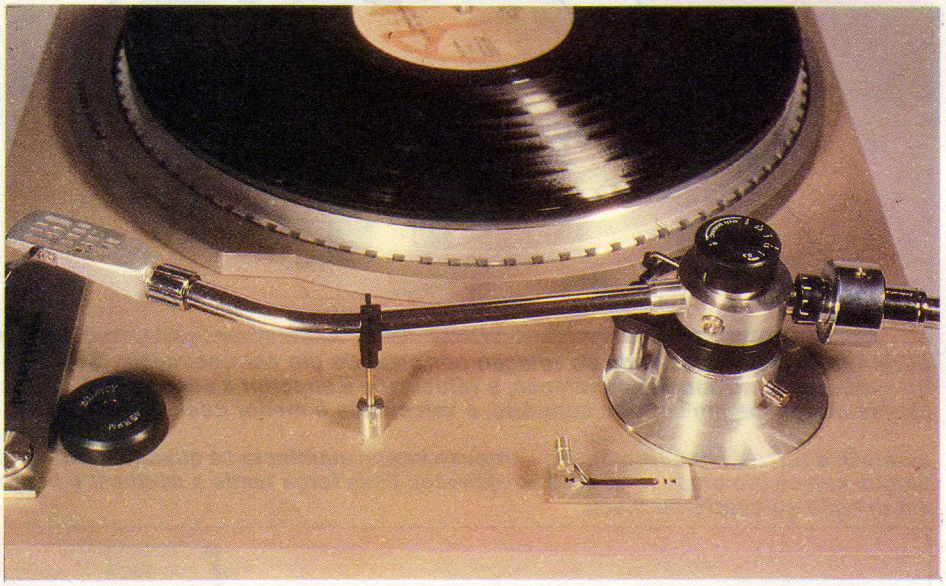


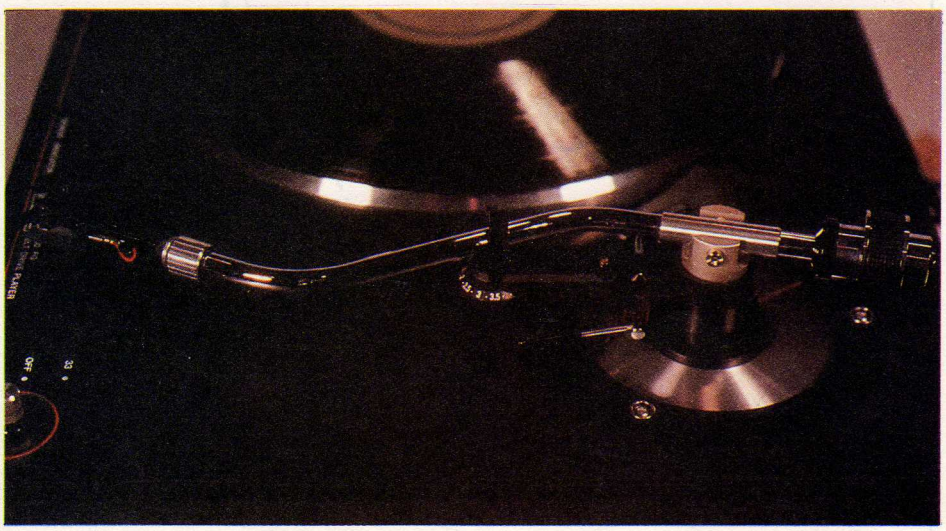
ACIMA: ajuste da velocidade de rotação por meio de um estroboscópio. Se as estrias movem-se no sentido da rotação, a velocidade é superior à adequada (A); se as estrias movem-se em sentido contrário, a velocidade é menor que a adequada (B).

ABAIXO: a força de deslizamento ou empuxo lateral manifesta-se quando utilizamos braços curvos (no braço reto, ela não aparece). Essa força tende a deslocar o braço em direção ao centro do disco.









ACIMA: três tipos de braço. Forma, peso e sistema de contrapeso são elementos decisivos para o funcionamento dos braços, que devem fazer a cápsula ficar em permanente contato com o sulco do disco.

- No extremo do tubo está um **porta-cápsula**, constituído por um conetor padronizado, ao qual pode ser ligado qualquer tipo de cápsula.
- Por fim, há um sistema de **equilíbrio do empuxo lateral**, que depende do tipo de agulha utilizado.

Agora, vejamos como ajustar um braço para que ele desempenhe corretamente as suas funções.

Primeiro, devemos colocar o peso deslizante na posição marcada como zero no braço. A seguir, giramos o contrapeso até que o braço fique equilibrado, ou seja, até que ele não oscile para cima ou para baixo.

Feito isso, colocamos o peso deslizante em uma das marcas que indicam qual é a força de apoio. Essa colocação depende do tipo de cápsula empregada (pode ir de 0,75 g a 4 g, por exemplo). Agora, já temos ajustada a força de apoio da agulha. Falta somente regular o ajuste de compensação do empuxo lateral.

Em geral, há um botão e duas escalas graduadas em gramas, uma para agulhas esféricas e outra para agulhas elípticas. Dependendo da forma da agulha, devemos girar o botão para a posição determinada pela força de apoio. Se a força de apoio é 1,5 g, comumente, coloca-se também o botão na posição de 1,5 g.

Fatores determinantes da qualidade do braço

Além do material com que é feito, da forma e da relação peso/rigidez, outros fatores devem ser considerados quando se analisa o braço do toca-discos. Eles são:

- erro tangencial;
- ângulo de exploração;
- força de apoio;
- freqüência de ressonância;
- força de empuxo lateral.

Quando a agulha percorre o sulco do disco, deve fazê-lo de modo que, a cada momento, a força aplicada sobre os dois lados do sulco seja exatamente igual. Para que isso aconteça, é necessário que o eixo do braço mantenha-se tangencial à circunferência que passa pelo ponto que a agulha está lendo. Caso contrário, ocorre o **erro tangencial**. Isto é: quando o ângulo formado entre o eixo do braço e o raio (ângulo de exploração) é diferente de 90°, a agulha apóia-se mais em um lado do sulco que em outro, e aparece, portanto, o erro tangencial.

O **ângulo de exploração** varia segundo o ponto do disco que estamos tocando. Nos toca-discos atuais, o erro tangencial máximo está entre 1° e 3°, como regra geral. No entanto, existem alguns braços que chegam a erros tangenciais muito próximos de 0°, isso sem mencionar os braços de exploração tangencial, nos quais não existe erro tangencial, ou seja, o erro é de 0°. Com a finalidade de se reduzir o erro tangencial, adotam-se braços em forma de S, que permitem reduzir o erro para valores inferiores a 1°.

A **força de apoio** que a agulha exerce sobre o sulco do disco é variável. Essa força depende da forma e do tipo de agulha. Em geral, a força oscila, como sabemos, entre 0,75 g e 4 g. A força de apoio deve ser proporcionada pelo braço. Para isso, ele deve ter um dispositivo de ajuste, que consiste em um peso que desliza através dele, de maneira longitudinal, e que é munido de uma escala graduada em gramas. O conjunto braço/cápsula deve ser equilibrado previamente, utilizando-se o contrapeso apropriado para isso. Depois que o conjunto é balanceado, ajusta-se a força de apoio da agulha. Existem toca-discos que possuem um medidor que indica qual é a força de apoio.

A **freqüência de ressonância** ocorre porque o conjunto braço/cápsula é um sistema mecânico e, assim sendo, ressoa em uma determinada freqüência. Ao ressoar, a agulha pode perder contato com o sulco do disco. Em conseqüência, distorções indesejáveis são produzidas. Essa freqüência de ressonância deve estar situada entre 10 Hz e 15 Hz. Se for menor, ocasiona problemas, pois as pequenas ranhuras do disco farão vibrar o conjunto braço/cápsula. Se for maior, o próprio sinal gravado no sulco pode afetar a cápsula, fazendo surgir o efeito de ressonância. Em geral, esse dado não é fornecido pelos fabricantes.

Força de empuxo lateral: o braço deve possuir um dispositivo capaz de anular o efeito de deslizamento (***skating***, em inglês). Esse efeito de empuxo aparece apenas nos braços curvos. É um efeito devido ao contato da agulha contra o sulco, e não em decorrência do erro tangencial. O atrito do sulco contra a agulha tende a empurrar o braço lateralmente em direção ao centro do disco, já que aparece uma força que é impossível de ser absorvida pelas articulações do braço.

NOÇÕES TEÓRICAS

O efeito estroboscópico

Na prática, há dois procedimentos: faz-se com que a luz emita um número fixo de lampejos por segundo, de modo que será necessário colocar uma separação diferente para as marcas, em função da velocidade de rotação; ou, então, colocam-se as marcas igualmente distanciadas, de maneira que será necessário fazer com que a freqüência de lampejos varie segundo a velocidade de rotação.

Quando se mantém constante a freqüência de lampejos, ela costuma coincidir com a freqüência da rede de distribuição elétrica (50 Hz ou 60 Hz dependendo do país). Assim, é feita uma série de marcas para cada velocidade de rotação do prato. Nos casos em que o toca-discos pode trabalhar indistintamente em redes de alimentação de 50 Hz ou 60 Hz, são incluídas faixas para cada uma dessas freqüências e para cada uma das velocidades de rotação. Por exemplo: 50 Hz/33 rpm, 50 Hz/45 rpm, 60 Hz/33 rpm ou 60 Hz/45 rpm.

Quando a borda do prato possui uma série de marcas fixas, faz-se com que os lampejos de luz variem sua freqüência em função do número de rotações que deve ser cumprido pelo prato. Isso é conseguido com circuitos eletrônicos incorporados ao toca-discos, capazes de gerar um sinal de freqüência perfeitamente estável e conhecida. Se o toca-discos não possui um estroboscópio, ele pode ser adquirido separadamente. São discos, geralmente de cartolina, que possuem marcas impressas em distâncias adequadas. Esse disco é colocado sobre o prato e liga-se o toca-discos. Quando a velocidade do prato for correta, as marcas impressas parecerão ficar estáveis (sem girar). Para que esse dispositivo seja realmente útil, o toca-discos deve possuir um controle de ajuste da velocidade de rotação. Caso contrário, teremos de nos conformar em saber se o prato está ou não com a velocidade correta, mas sem podermos alterá-la.

Em um toca-discos, o efeito estroboscópico é conseguido iluminando-se com lampejos de curta duração (como os de um flash fotográfico) uma série de marcas iguais e eqüidistantes, situadas nas bordas do prato. Quando o prato gira, as marcas desfilarão diante do foco luminoso, de maneira que, a cada vez que ele se acende, encontrará diante de si uma marca, e o observador acreditará que está vendo sempre a mesma marca.

Se a velocidade do prato (e das marcas) é superior à que deveria ser, as marcas, ao passarem sucessivamente diante do foco, irão se adiantando sobre a posição das anteriores, dando a impressão que giram no mesmo sentido do prato. Da mesma forma, as marcas parecerão girar em sentido contrário ao do prato, quando este está com velocidade inferior à correta.

*Todos nós já vimos algum **western** ou uma reportagem sobre corrida de bicicletas. Provavelmente, em algumas ocasiões, reparamos que parecia que a roda da carroça ou da bicicleta estava parada, apesar do veículo continuar em movimento. Em muitas outras ocasiões, pode-se perceber esse efeito,como, por exemplo, observando-se o movimento das hélices de um avião ou de um helicóptero, ou quando vemos uma roleta girando. Conforme a roleta vai diminuindo a sua velocidade de rotação, ela dá a impressão, primeiro, de que gira no mesmo sentido da rotação e, logo depois, que pára e inicia uma rotação em sentido inverso ao anterior. Todos esses fenômenos devem-se ao efeito estroboscópico.*

*Quanto ao prato do toca-discos, é fácil compreender que a separação entre as marcas depende de dois fatores: o **número de rotações** que deve ser feito pelo prato (quanto maior o número de rotações, maior a separação) e a **freqüência dos lampejos**, isto é, o número de lampejos por segundo. Quanto maior a freqüência, menor a separação entre as marcas iguais.*

Para compensar esse efeito, os braços possuem dispositivos que criam uma força em sentido contrário à do deslizamento. Esses dispositivos são chamados de antideslizantes.

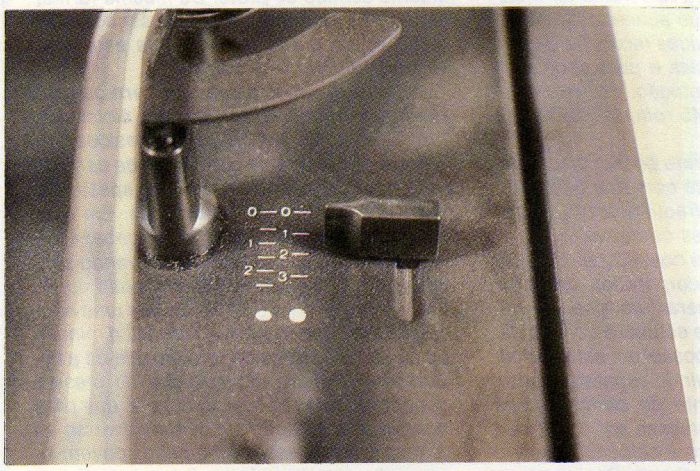
A força de empuxo depende do tipo e da força de apoio da agulha. Por isso, quando se faz a compensação, utiliza-se o mesmo valor indicado para a escala de força de apoio. O valor da força de antideslizamento é colocado sobre a escala que corresponde ao tipo determinado de agulha (esférica, elíptica, CD4 e outras).

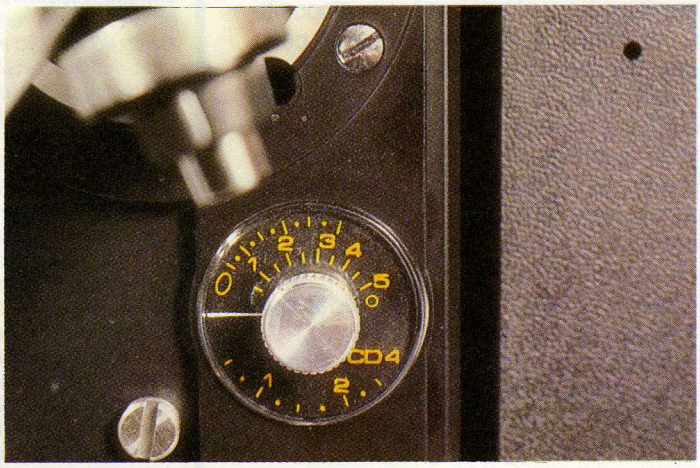
Com a finalidade de eliminar esse problema e, principalmente, o problema do erro tangencial, são utilizados toca-discos de exploração tangencial. Nesses toca-discos, o braço movimenta-se devido a um motor auxiliar, através de um complicado sistema de guias, de maneira que o eixo do braço é mantido, durante todo o tempo, tangencial ao sulco do disco. O braço do toca-discos, nesse sistema de exploração, é totalmente reto.

O braço tangencial apresenta grandes vantagens em relação aos outros modelos existentes:

- Ao seguir perfeitamente a espiral do disco, a agulha não fica submetida a nenhum tipo de força lateral ou deslizamento. O empuxo lateral desaparece e, conseqüentemente, as distorções e os desgastes irregulares e prematuros da agulha.
- O erro tangencial também desaparece, pois a geometria do braço e o sistema de exploração o tornam nulo. Isso permite uma distribuição absolutamente igual da força de apoio sobre as duas faces do sulco.
- Como o comprimento do braço é relativamente curto, a sua massa pode ser pequena, possibilitando uma boa reprodução.
- Além disso, o uso de um tubo extremamente rígido reduz as vibrações, a ressonância e outros obstáculos, para se conseguir uma reprodução de alta qualidade.

O único problema do braço de exploração tangencial é o seu complexo sistema de arrasto, que deve ser extremamente preciso e necessita de um motor auxiliar e de um sofisticado controle de movimento.

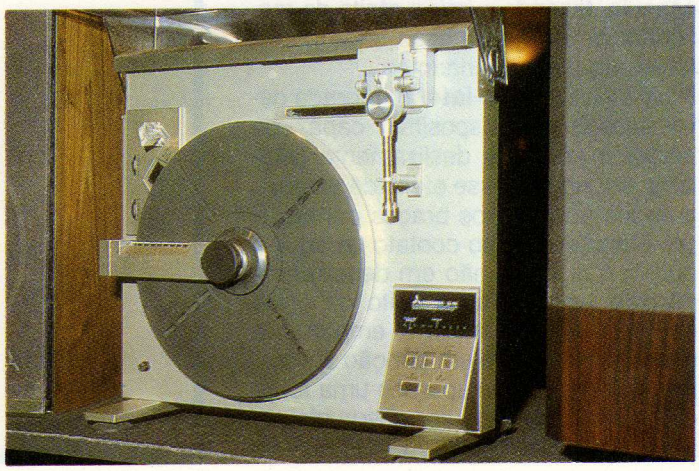




ACIMA: a força de deslizamento ou empuxo lateral depende da agulha utilizada (esférica, elíptica, etc.) e da força de apoio da cápsula. Os dispositivos de antideslizamento possuem escalas graduadas em gramas para cada tipo de agulha.

ABAIXO: com a exploração tangencial eliminam-se os problemas de erro tangencial. A força de deslizamento e a massa do braço podem ser menores.





O MICROPROCESSADOR 8085 (1)

Agora, conheça o μP 8085, de grande aceitação nos meios técnicos profissionais. Apresentamos as suas características e todas as suas unidades funcionais: registradores, controles, sistemas de interrupções e de entrada/saída em série.

Depois do microprocessador 8080, a Intel colocou no mercado o microprocessador 8085, inteiramente compatível, em termos lógicos, com o 8080, e muito melhorado quanto às interrupções. O μP 8085 já possui em seu interior os circuitos auxiliares que eram necessários ao 8080, como os circuitos integrados 8224 e 8228. Assim, o μP 8085 tornou-se um microprocessador bastante aceito com grande popularidade, especialmente junto aos meios técnicos profissionais.

Características do μP 8085

O microprocessador 8085 apresenta as seguintes características técnicas e funcionais básicas:

- é montado em uma única pastilha (***chip***, em inglês) com uma tecnologia NMOS;
- a sua capacidade de endereçamento é de 64 Kbytes;
- o período do relógio é de 1,3 μs para a versão 8085 A e de 0,8 μs para a versão 8085 A-2;
- é alimentado exclusivamente por 5 V;
- dispõe de 78 instruções para programação (4 instruções a mais que o modelo 8080);
- as suas formas de endereçamento são: direto estendido, imediato, implícito, direto por registradores e indireto por registradores;
- o sistema de interrupções dispõe de uma interrupção não-mascarada (***trap***) e de vários níveis de interrupções vetorizadas e mascaradas.

Configuração interna do 8085

A configuração interna do μP 8085 é a básica, adotada em todos os microprocessadores (veja o esquema em blocos da página 943).

Como partes individuais desse microprocessador, distinguem-se as seguintes unidades funcionais:

- bloco dos registradores;
- unidade de controle;
- unidade de controle de interrupções;
- unidade de controle de entrada/saída serial.

Bloco dos registradores

Os registradores são os seguintes:

- registradores de uso geral;
- contador de programa;
- ponteiro de pilha;
- registradores temporais;
- registrador acumulador;
- registrador de status.

Existem seis **registradores de uso geral**. Pode-se fazer referência a eles através de instruções do programa. Eles podem ser utilizados como registradores de 8 bits, separadamente, ou de 16 bits, associados, dependendo do tipo de instrução a ser executada (cada instrução compreende um ou outro conceito).

Os registradores são denominados B, C, D, E, H e L; quando tratados assim, são de 8 bits. Para torná-los de 16 bits, devem ser agrupados (concatenados): B com C, D com E e H com L.

O **contador de programa** (***PC***) é um registrador de 16 bits que contém o endereço onde está a próxima instrução a ser executada. O seu conteúdo é incrementado automaticamente em três unidades a cada ciclo de busca.

O **ponteiro de pilha** (***stack pointer*** ou ***SP***, em inglês) é um registrador de 16 bits que contém o registro de endereço da última posição ocupada na pilha. O ponteiro de pilha é carregado com o endereço de pilha. Esta pilha pode ser formada com qualquer conjunto de endereços consecutivos da memória. O conteúdo do ponteiro de pilha sofre um incremento negativo, cada vez que um endereço é armazenado na pilha, e um incremento positivo, cada vez que se retira um endereço.

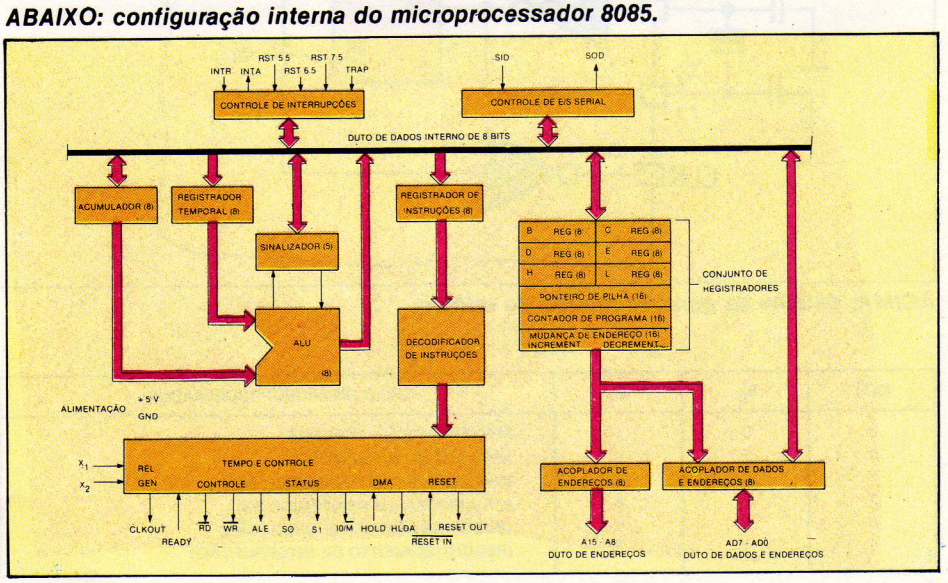
Os **registradores temporais** são de 8 bits, para utilização interna do microprocessador e, portanto, sem acesso ao programador.

O **registrador acumulador** possui 8 bits e é denominado **A**.

O **registrador de status** possui 8 bits, mas são utilizados apenas 5, cujos significados funcionais são os seguintes:

- $C_y = b_0$ é o indicador de transbordamento utilizado nas operações aritméticas. Se há transbordamento (''vai um''), é colocado 1; se não há, é colocado zero. Se a operação realizada pela Unidade Lógica Aritmética (ULA) é uma subtração, o C_y funciona ao contrário: coloca zero quando há transbordamento (''menos um'' ou ***borrow***, em inglês).
- $P = b_2$ é o indicador de paridade, e coloca 1 se a paridade do conteúdo

ABAIXO: configuração interna do microprocessador 8085.



do acumulador (número de bits na posição 1) é par. Caso contrário, coloca zero.

- AC = b_4 ("vai um" auxiliar) é um indicador que coloca 1 se ocorre transbordamento no quarto bit do dado processado pela ULA. Caso contrário, coloca zero. Essa informação é útil quando a ULA processa dados decimais ou hexadecimais (base 16).
- Z = b_6 é um indicador que coloca 1 se o resultado de uma operação realizada pela ULA foi zero; se foi outro valor, assume o valor zero.
- S = b_7 é um indicador que se refere ao sinal do dado contido no acumulador. Se é 1, significa que o dado é negativo; se é zero, o dado é positivo.

Unidade de controle

Este bloco interno do microprocessador é composto pelos elementos relacionados a seguir:

- registrador de instruções;
- decodificador de instruções;
- seqüencializador;
- temporizador.

O **registrador de instruções** de 8 bits contém o primeiro octeto ou byte da instrução corrente em execução, que é o código da operação.

O **decodificador de instruções** recebe o conteúdo do registrador de instruções para determinar a operação que vai ser realizada. A saída do decodificador controla todos os registradores, a ULA e os dutos de dados e endereços.

O **seqüencializador** gera as seqüências de microordens para ler ou gravar, em função de uma informação fornecida pelo decodificador.

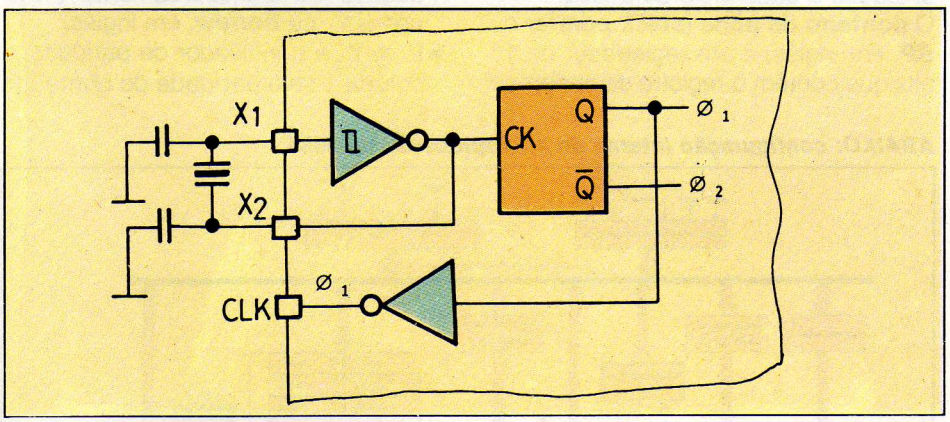
O gerador de sinais internos do relógio ou **temporizador** requer, unicamente, a utilização de um cristal de quartzo que estabeleça o seqüenciamento da operação. O circuito interno do relógio gera os sinais ϕ_1 e ϕ_2 (que ativam todo o funcionamento do microprocessador), que não podem ser obtidos a partir do exterior.

Os terminais do μP 8085

O microprocessador 8085 também se apresenta encapsulado, em carcaças do tipo dual in-line plásticas (***dip***, em inglês) de 40 terminais. Na configuração da página 945, encontra-se a correspondência entre a função e o número do terminal.

A seguir, vamos descrever apenas as funções:

- A8 - A15: é o duto de endereços. Dos 16 bits que constituem esse duto, para endereçar os 64 Kbytes, somente 8 ligam-se ao exterior. Esses 8 bits formam o byte mais significativo dos endereços (DMS) de A8 a A15. O restante, de A0 até A7 é transportado no tempo apropriado, pelo duto de dados, através de uma multiplexagem.
- D0 - D7: esse é o duto de dados por onde fluem os dados de entrada e de saída, assim como o byte menos significativo (DmS) dos endereços.
- ALE (***address latch enable***, em inglês) ou habilitação de retenção de endereços: é o sinal que permite carregar em retentores o byte DmS dos endereços, para formar a totalidade dos 16 bits de endereçamento (de A0 até A15). Esse sinal é fornecido no primeiro ciclo de cada instrução.
- S0, S1, ES/M ou IO/M: estes sinais definem o ciclo de trabalho em que se encontra o microprocessador a cada instante, de acordo com o sistema citado.
- RD (***read control***, em inglês) ou controle de leitura: quando este sinal está em zero, indica para a memória e para os dispositivos periféricos que o microprocessador está realizando uma operação de leitura.
- WR ou controle de escrita: é semelhante à função anterior, porém indica uma operação de escrita na memória ou num periférico.
- READY (pronto): é uma entrada pela qual os periféricos indicam ao microprocessador que estão preparados para comunicar-se com ele. Esta informação é enviada, colocando-se o bit 1 na linha READY.
- HOLD (sustente): é uma entrada pela qual os periféricos ou memórias lentas detêm o microprocessador por algum tempo. Isso ocorre quando nesse terminal ou linha está aplicado um valor de tensão correspondente ao nível lógico 1 (NL1) que é de 5 V.
- HLDA (***hold acknowledge***, em inglês) ou reconhecimento de sustentação: é uma saída pela qual o microprocessador indica aos periféricos o recebimento do sinal de HOLD colocando no terminal HLDA o nível lógico 1 (5 V), que ficará assim enquanto permanecer o HOLD.
- INTR (***interrupt request***, em inglês) ou solicitação de interrupção: é uma entrada por onde os periféricos solicitam uma interrupção. Para esse fim, essa linha é colocada no valor de tensão correspondente ao NL1.
- INTA (***interrupt acknowledge***, em inglês) ou reconhecimento da interrupção: o microprocessador coloca esta saída em zero quando aceita uma interrupção que tenha sido solicitada por algum periférico.
- RST 5.5, RST 6.5 e RST 7.5 (***restart interrupts***, em inglês) ou reinicie interrupção: são sinais de pedidos de interrupção iguais a INTR. Nesses casos, no entanto, os três provocam uma reiniciação interna do micropro-



ACIMA: detalhe da geração interna do relógio.

IO/M̄	S_0	S_1	CICLO DO MICROPROCESSADOR
0	0	1	MW (ESCRITA NA MEMÓRIA)
0	1	0	MR (LEITURA NA MEMÓRIA)
1	0	1	IOW (ESCRITA EM PERIFÉRICO ES)
1	1	0	IOR (LEITURA EM PERIFÉRICO ES)
0	1	1	(BUSCA DE CÓDIGO DE OPERAÇÃO)
1	1	1	(RECONHECIMENTO DE INTERRUPÇÃO)

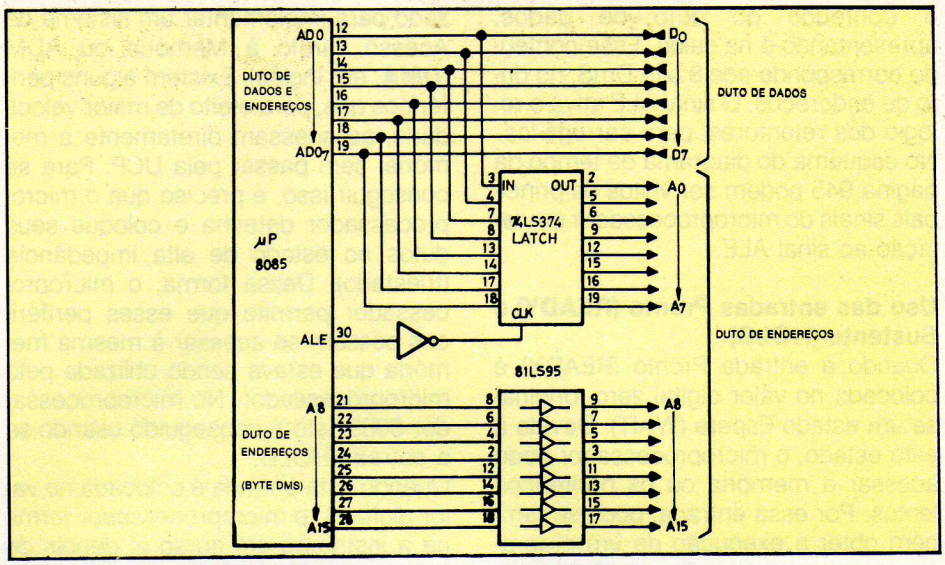
cessador, levando-o a posições fixas da memória.

- Armadilha (***trap***, em inglês): é outra entrada de pedido de interrupção, mas com prioridade sobre todas as outras interrupções.
- Entrada de zeramento (***reset in***, em inglês): entrada que posiciona os biestáveis internos do microprocessador, num estado interno conhecido. A partir daí, o microprocessador começa a processar as instruções, partindo do endereço 0000, da memória. Dizemos, então, que o microprocessador foi inicializado.
- Saída de zeramento (***reset out***, em inglês): esta saída é colocada em 1 quando o microprocessador inicializa em função do sinal anterior.
- CLK ou relógio: é uma saída do relógio do microprocessador e pode servir como relógio do sistema.
- X1 e X2 ou entradas de cristal: são duas entradas por onde é ligado o cristal de quartzo.
- SID (***serial input data***, em inglês) ou entrada de dados seriais: é uma entrada em série; o conteúdo deste bit aparece no bit 7 do acumulador, no momento em que é executada a instrução correspondente.
- SOD (***serial output data***, em inglês) ou saída de dados seriais: é uma saída de um bit para dados em série. O dado que sai é o contido no bit 7 do acumulador.
- Vcc e Vss: são o terminal de alimentação de +5 V e o terminal de massa, respectivamente.

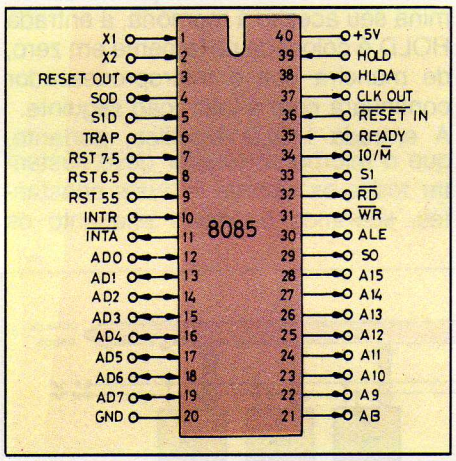
Obtenção do duto de endereços

O microprocessador 8085 dispõe de 16 bits no duto de endereços, dos quais os 8 bits mais significativos (DMS) (A8 - A15) ligam-se ao exterior diretamente a partir do microprocessador. Os 8 bits menos significativos (DmS) (A0 - A7) ligam-se ao exterior através do duto de dados em um ciclo anterior à execução da instrução. Quer dizer, pelo duto de dados sai primeiramente o byte DmS do duto de endereços e, depois, o código da instrução. Essa técnica permite reduzir para apenas 40 o número de terminais do microprocessador.

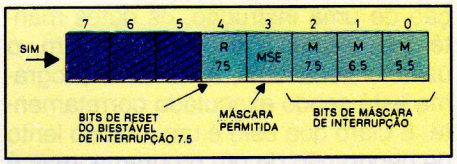
O sinal ALE é o que coordena a multiplexagem do duto de dados em endereços ou dados. Quando esse sinal aparece no primeiro ciclo de cada instrução que tem acesso à memória do microprocessador, os retentores (***latch***, em inglês) são carregados com



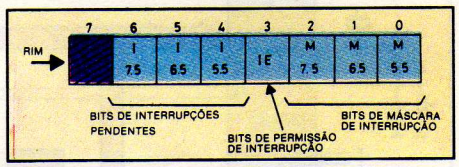
ACIMA: detalhe da multiplexagem do duto de endereços.



ACIMA: distribuição das funções dos terminais do 8085.

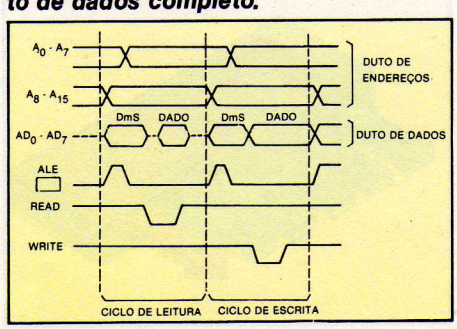


ACIMA: conteúdo do registrador acumulador antes da execução de uma instrução SIM.

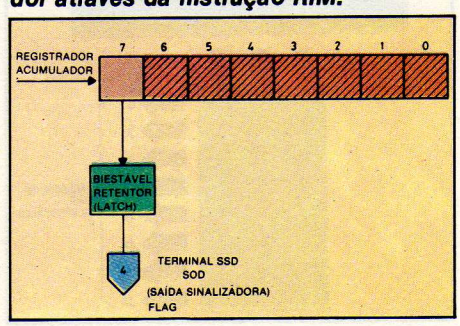


ACIMA: conteúdo do registrador acumulador depois da execução de uma instrução RIM.

ABAIXO: diagrama de tempos em relação ao sinal ALE para a obtenção do duto de dados completo.



ABAIXO: o conteúdo do terminal cinco do μP 8085 entra no bit sete do acumulador através da instrução RIM.



o conteúdo do duto de dados, apresentando-o na saída. Esse conteúdo corresponde aos 8 bits DmS, no duto de endereços. O sinal ALE ativa o relógio dos retentores, para carregá-los. No esquema do diagrama de tempo da página 945 podem ser vistos os principais sinais do microprocessador em relação ao sinal ALE.

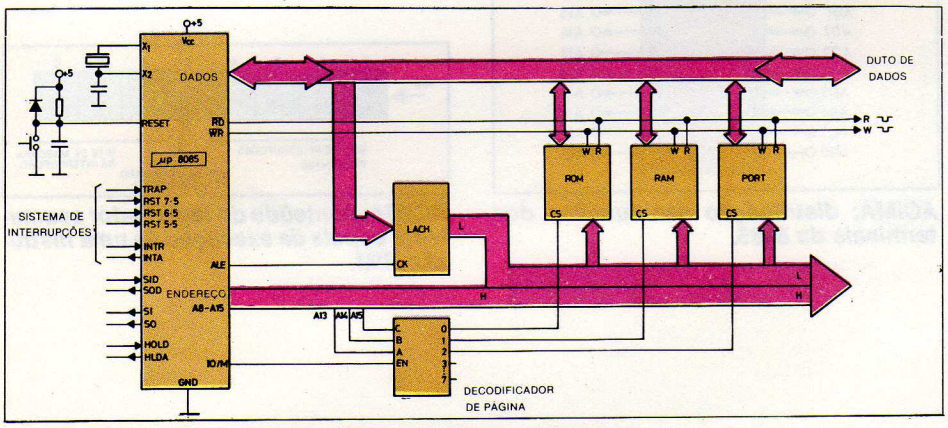
Uso das entradas Pronto (READY) e Sustente (HOLD)

Quando a entrada Pronto (READY) é colocada no valor digital zero, origina-se um estado Espere (WAIT). Devido a este estado, o microprocessador pode acessar a memória ou os periféricos lentos. Por essa entrada, pode-se também obter a execução de um programa, passo a passo. Se, mediante um circuito auxiliar externo, coloca-se esse terminal em zero depois da execução de uma instrução, os dutos mantêm o endereço e o dado. Assim, o usuário pode comprovar se o programa está sendo executado corretamente. É claro que este é um método lento de depuração de um programa, mas é muito eficiente.

O sinal Sustente (HOLD) pode ser utilizado para implementar um sistema de Acesso Direto à Memória ou ADM (***DMA***, em inglês). Existem alguns periféricos que, para efeito de maior velocidade, se acessam diretamente à memória, sem passar pela UCP. Para se conseguir isso, é preciso que o microprocessador detenha e coloque seus dutos no estado de alta impedância (triestado). Dessa forma, o microprocessador permite que esses periféricos possam se acessar à mesma memória que estava sendo utilizada pelo microprocessador. No microprocessador 8085, isto é conseguido usando-se a entrada HOLD.

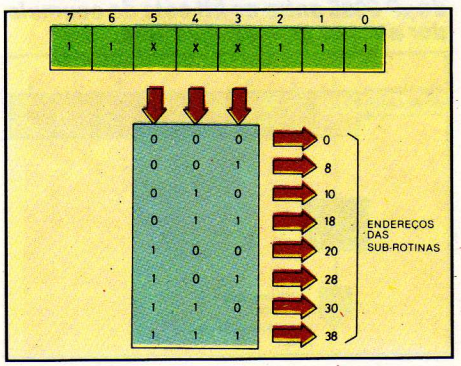
Quando esta entrada é colocada no valor digital 1, o microprocessador termina a instrução em curso e, depois de colocar a saída HLDA em 1, põe todos os seus dutos em alta impedância. Quando um determinado periférico termina seu acesso à memória, a entrada HOLD é colocada novamente em zero, de maneira que o microprocessador continuará com a instrução seguinte.

A entrada HOLD significa, portanto, que o microprocessador deve sustentar todos os valores internos constantes, liberando os dutos enquanto os elementos periféricos realizam as suas operações.

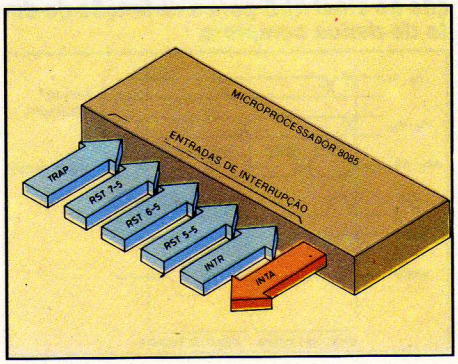


ACIMA: exemplo de ligação do microprocessador 8085.

ABAIXO: significado dos bits do byte introduzido no terminal de interrupção INTR pelo periférico.



ABAIXO: entrada de interrupção para o microprocessador 8085.



Exemplo de ligação do μP 8085

As ligações do μP 8085 são semelhantes às do 8080, porém menos complicadas e mais completas, pois com a maior integração simplificaram-se as ligações externas.

No exemplo a seguir, há três blocos a serem ligados ao microprocessador (veja o diagrama da página 946). Na realidade, outros blocos ou periféricos podem ser conetados, em função do uso que se pretende. O importante é que se deve utilizar, nos endereços iniciais, uma Memória Apenas de Leitura Reprogramável, MALRE (***EPROM***, em inglês), pois é nos endereços iniciais, a partir de 0000, que residem as primeiras instruções. Como sabemos, os subsistemas EPROM retêm as suas informações mesmo quando ocorre ausência de tensão de alimentação. No retorno de energia, o microprocessador, após um zeramento, vai diretamente ao endereço 0000, para se inicializar, executando as instruções do subsistema EPROM.

O bloco denominado decodificador de página é, na realidade, o bloco que se encarrega de habilitar os blocos correspondentes em função dos bits A13, A14 e A15, do duto direto de endereços, e o sinal de permissão ES/M, que dá um passo sincronizado ao decodificador.

Observe, no diagrama da página 946, o sinal ALE, que carrega o retentor com o conteúdo do duto de dados, para a obtenção do byte DmS (L) do duto de endereços. Os sinais à esquerda do microprocessador são sinais de interrupção e os restantes são sinais de controle já citados.

Unidade de controle de interrupções

O microprocessador 8085 possui um complexo e quase completo sistema de interrupções, com cinco terminais dedicados ao tratamento das interrupções.

Uma interrupção é um artifício circuital/programacional por meio do qual é possível deter o programa em curso. Assim, quando acontece um evento qualquer, o microprocessador pode concluir a instrução que está executando e efetuar um salto a uma determinada sub-rotina, onde realiza o tratamento do evento através do atendimento da interrupção. Terminado o evento, o microprocessador encerra a sub-rotina e continua com a instrução seguinte do

programa principal, que estava originalmente sendo executado.

O μP 8085 possui três formas diferentes (sensível a nível, sensível a transição e não-mascarada) de tratar as interrupções que chegam até ele por meio de seus cinco terminais. Esses terminais, por onde são introduzidas as interrupções, são:

- INTR;
- RST 5.5;
- RST 6.5;
- RST 7.5;
- TRAP.

Por meio da entrada INTR ou solicitação de interrupção é introduzida uma interrupção que é aceita ou não, dependendo de, previamente, ter sido indicada pelas instruções EI (interrupção permitida) ou DI (interrupção não-permitida). Isto significa que a interrupção INTR pode ser mascarada por essas instruções. Assim, se na execução de um programa foi incluída a instrução DI, mesmo que haja o pedido de interrupção INTR, ele não será atendido.

O terminal INTR, por si só, determina uma das três formas de se tratar as interrupções. Quando uma interrupção é aceita e já foi concluída, a UCP procura uma instrução de reinicialização RST (de um só byte ou octeto), que deve ser apresentada, a partir do exterior, pelo periférico que provocou a interrupção. Esse byte possui o formato representado na figura da página 946, onde os bits marcados com XXX podem assumir valores desde 000 até 111. Cada um desses valores indica em qual dos 8 possíveis endereços encontra-se a sub-rotina que processa a interrupção. Ao final da sub-rotina, deve existir uma instrução de retorno para que, uma vez executado esse programa, retorne-se ao programa principal.

Os terminais RST 5.5 e RST 6.5 detectam a interrupção somente se o sinal que eles recebem tiver o valor digital 1 ou for de alto nível com uma duração determinada, do mesmo modo que a entrada INTR.

A entrada correspondente ao terminal RST 7.5, no entanto, é excitada pela transição frontal do sinal, ou seja, por uma transição do valor digital 0 ao valor digital 1, que faz mudar de posição um biestável no interior do microprocessador. Concluído o tratamento da interrupção, o próprio microprocessador dará o zeramento, isto é, colocará em zero o biestável.

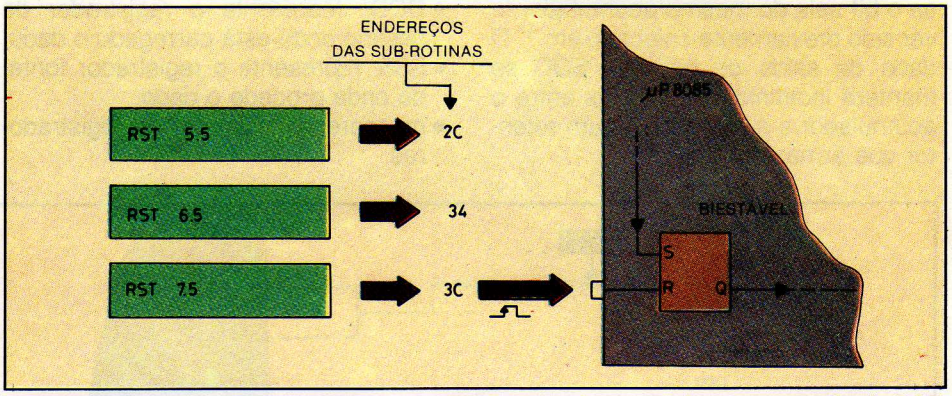
Esses três terminais, ao serem ativados, indicam um pedido de interrupção. Cada um deles corresponde a um endereço único, onde encontra-se a sub-rotina que cuida de suas respectivas interrupções.

As interrupções correspondentes a RST 5.5, RST 6.5 e RST 7.5 podem ser permitidas ou proibidas através das instruções EI e DI, como no caso da instrução INTR. Além disso, podem ser mascaradas por programas, através da instrução SIM ou acione máscara de interrupção (***set interrupt mask***, em inglês), que permite ou não as interrupções. Para isso, a instrução SIM faz a seleção de alguns bits indicadores de máscara no registrador acumulador, que já foi carregado pelo conteúdo do segundo byte da instrução que forneceu a máscara. Depois da execução desta instrução, só serão permitidas as interrupções cujo bit correspondente tenha sido colocado no valor digital 1. A máscara, no entanto, só pode ser carregada se o bit três do acumulador foi mudado para 1 pelo microprocessador. O bit quatro apaga o biestável mencionado na interrupção 7.5. Através da instrução RIM ou leia máscara de interrupção (***read interrupt mask***, em inglês), é possível ler, a qualquer momento, o estado da máscara com a informação complementar dos bits 4, 5 e 6, que indicam as interrupções correspondentes da instrução RIM, que foram produzidas mas não atendidas até o momento.

Interrupções e controle de E/S em série

A interrupção TRAP é uma interrupção não-mascarável. É ativada quando o terminal de mesmo nome fica no valor digital 1. Quando o μP atende a esta interrupção, ele vai a um endereço fixo — o endereço $(24)_{16}$ em hexadecimal, correspondendo ao endereço $(36)_{10}$, em decimal — onde deve estar a sub-rotina que processa a interrupção. Porém, o valor digital 1 ou o nível de tensão alto deverão permanecer até que sejam plenamente reconhecidos pelo microprocessador. Esta interrupção tem a prioridade mais alta e, assim, pode ser utilizada para os acontecimentos mais importantes, como erros, falhas de alimentação, etc.

Na tabela da página 947 são mostradas todas as interrupções por nível de prioridade. Esses níveis de priori-



ACIMA: endereços das sub-rotinas geradas pelas interrupções nos terminais RST 5.5, RST 6.5 e RST 7.5. Detalhe do biestável interno para a interrupção do RST 7.5.

ABAIXO: tabela de interrupções do microprocessador 8085.

NÍVEL DE PRIORIDADE	NOME DA INTERRUPÇÃO	ENDEREÇO DA SUB-ROTINA EM HEXADECIMAIS
MAIOR PRIORIDADE	TRAP	24
—	RST 5.5	2C
—	RST 6.5	34
—	RST 7.5	3C
MENOR PRIORIDADE	INTR	—

dade determinam em qual ordem devem ser executadas as interrupções, no caso de surgirem duas ou mais simultaneamente.
Se, no curso de um programa, o microprocessador atende a uma das cinco interrupções, a partir desse momento estará bloqueada a permissão para cuidar de outras até que esse bloqueio seja retirado por programa, através da instrução EI (permissão de interrupção). No entanto, isso não ocorre com a interrupção TRAP que, ao ter prioridade absoluta, pode ser tratada a qualquer momento.

Unidade de controle de entrada/saída serial

As instruções RIM e SIM controlam também o sistema de entradas e saídas seriais, que ocorrem através do bit sete do registrador acumulador. Quando o microprocessador executa uma instrução RIM, o dado do terminal cinco do microprocessador, chamado de SID, é carregado no bit sete do registrador acumulador. Ao mesmo tempo, pelo terminal quatro, denominado SOD, sairá o conteúdo do bit sete do acumulador, quando for executada a instrução SIM. Porém, isto só ocorrerá se o bit seis do mesmo acumulador tiver sido previamente colocado em 1. O dado da saída do terminal SOD se manterá indefinidamente, pois entre o acumulador e a saída existe um retentor que armazena esse bit.

Em todo microprocessador, o sistema de entradas e saídas de dados em série tem certa importância, porque alguns periféricos comunicam-se em série com a UCP.
A entrada SID é uma entrada assíncrona, pela qual é introduzido um bit de informação procedente do exterior, sem que se estabeleça algum endereço para ele. A este tipo de entrada dá-se também o nome de entradas SENSE (entradas sensoras).
A saída SOD pode ser considerada como um sinalizador (FLAG). Um sinalizador é um sinal de um só bit, fornecido pelo microprocessador sempre que previsto no programa. Ele possui muitas aplicações, como ativar algum circuito exterior de forma assíncrona ou ativar um diodo led para indicar se o programa passou por uma rotina.

Simbologia das instruções no μP 8085

Nas tabelas de instruções do μP 8085 foram empregados símbolos e siglas que descrevemos a seguir:

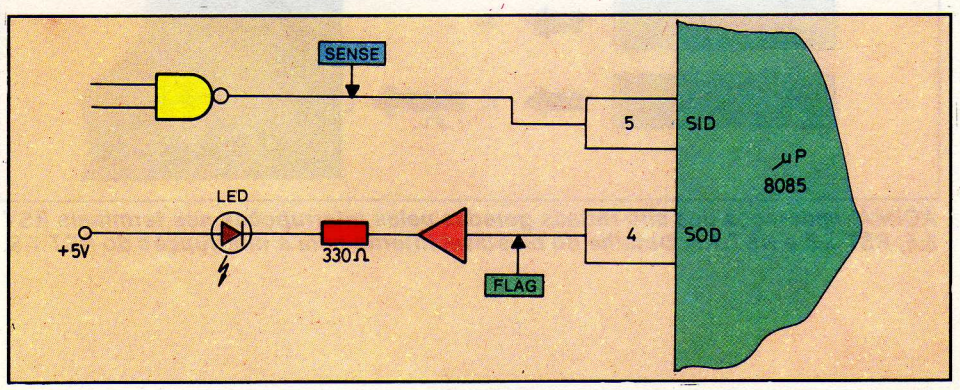
- r1, r2 e r3: representam um dos registradores A, B, C, D, E, H, L e M. O endereço da memória é determinado por H (byte DMS) e L (byte DmS).
- DDD: representa o registrador de destino onde está carregado o dado.
- SSS: representa o registrador fonte, de onde procede o dado.
- rp: representa um par de registradores.
- Código: B (B - C) : 00, D (D . E) : 01, H (H - L) : 10 e SP : 11.
- n: representa um número de zero a sete, indicando uma das oito posições para a qual salta o contador de programas depois de uma instrução RST.
- Código = NNN: representa desde 000 a 111.
- CCC: indica uma condição segundo o estado dos sinalizadores.
- Código 000: Z = 0,001 : Z = 1,010 = CY = 0,011; P = 0,101 : P = 1,010 : P = 1,100 : S = 0,111 : = 1.
- DATA: indica um valor em hexadecimal.
- ADRS: indica um endereço.

Modos de endereçamento do μP 8085

O microprocessador 8085 dispõe de vários sistemas de endereçamento que ampliam a função de cada instrução.
As instruções podem ser de um, dois ou três bytes, segundo a necessidade da instrução específica. Os modos de endereçamento são os seguintes:

- endereçamento imediato;
- endereçamento direto;
- endereçamento por registrador;
- endereçamento por par de registradores.

Endereçamento imediato: o byte que acompanha o código de operação é o dado ou operando. São instruções de dois bytes.
Endereçamento direto: nas instruções que utilizam esse tipo de endereçamento, os dois bytes que se seguem ao código de operação são o endereço de memória onde se encontra o dado.
Endereçamento por registrador: nesse tipo de endereçamento, um dos registradores B, C, D, E, H ou L contém o dado. Nesse endereçamento, os registradores são tratados como registradores de oito bits.
Endereçamento por par de registradores: nesse tipo de endereçamento, o conteúdo dos pares de registradores indica o endereço da memória do microprocessador 8085 onde se encontra o dado. Os registradores são agrupados em pares da seguinte forma: B com C, D com E, H com L.
Conhecer o banco de registradores do μP 8085 é fundamental para a sua programação, pois um registrador pode ser utilizado por uma instrução ou, simplesmente, como lugar de armazenamento temporário de um dado ou de um endereço.



ACIMA: entrada SID usada como sensora e saída SOD usada como sinalizadora.

ABAIXO: banco de registros do microprocessador 8085.

B (OITO BITS)	C (OITO BITS)
D (OITO BITS)	E (OITO BITS)
H (OITO BITS)	L (OITO BITS)
PONTEIRO DE PILHA (16 BITS)	