

## APÊNDICE I

# ELETRICIDADE

Esse apêndice foi feito para você que não sabe a diferença entre uma tomada e o focinho de um porco. Ele lhe dará todas as informações básicas sobre eletricidade e eletrônica para que você entenda este Guia.

◆ **I.1** Começemos por definir o que é eletricidade. Eletricidade é a energia ligada ao número de elétrons de um material. Você já deve saber (assim espero) que o átomo tem em seu interior elétrons (com eletricidade negativa) e prótons (com eletricidade positiva). Os elétrons são bem mais leves que os prótons, e giram em torno destes. Num átomo normal há um número igual de elétrons e prótons. Mas em alguns tipos de materiais os elétrons, quando sob o efeito de uma força externa, podem sair do átomo onde giram e começarem a pular para os átomos seguintes. Assim, num pedaço de ferro podem (se houver a tal da força externa) haver elétrons indo e vindo de lá para cá. Enquanto eles ficam dentro do material, tudo bem. Mas se eles por algum motivo saem dos átomos do material em que estão e vão girar em átomos de outro lugar, vão passar a haver mais prótons do que elétrons, e o pedaço de ferro passa a ficar carregado com eletricidade *positiva*. Se o contrário acontece, isto é, se o material recebe elétrons, ele fica carregado *negativamente*.

◆ **I.2** Assim fica definido o que seja **tensão elétrica**. É o excesso ou falta de elétrons num material. Ela é medida em volts (V). Assim, se o nosso pedaço de ferro tiver uma tensão de 1 V, vão faltar relativamente poucos elétrons em seu interior. Se ele tiver uma tensão de -70 V, ele vai ter elétrons sobrando num nível suficiente para lhe dar um choque. Uma tensão de 1.000 V é o nível geralmente encontrado em cabos de transmissão, em grandes cidades. Se você encontrar um pedaço de ferro com uma tensão de 1.000 V, não toque nele, ou você pode virar carvão.

◆ **I.3** O estado de tensão elétrica é um estado não-natural. O material carregado eletricamente terá a tendência de repartir o excesso (ou falta) de elétrons com qualquer outro material com que entre em contato. Quando

isso acontece, há uma passagem de elétrons de um material para outro. Essa passagem é chamada de **corrente elétrica**. Assim, a corrente elétrica é o movimento de elétrons de um lugar de maior tensão elétrica para um lugar de menor tensão elétrica. Agora já se pode entender o que acontece em aparelhos elétricos, ligados a uma tomada. Um orifício (um **pólo**) da tomada está carregado eletricamente, e o outro não. Quando se liga um aparelho na tomada, elétrons saem do pólo com tensão (o pólo ativo) e passam através do fio e do aparelho até o pólo neutro, criando corrente. Essa corrente, esse movimento de elétrons, é usada para fazer alguma coisa, como criar calor ou mover um motor. A intensidade de corrente elétrica é dada em ampères (A). O nível de corrente usado em aparelhos de um sistema de som na maioria das vezes não chega a 1 A.

◆ **I.4** Os aparelhos de um sistema de som funcionam basicamente da mesma forma. Neles o som é transformado em corrente, que corre por dentro deles. As diferenças entre os diversos sons são transformadas em correntes diferentes (um som com variações de intensidade é transformado em uma corrente com diferenças de intensidade correspondentes, por exemplo). A corrente responsável pelo som dentro de um aparelho de som, portanto, tem as mesmas características do som que representa, tem amplitudes e frequências (ver **II.2**), e por isso não é linear, não é "simples". é tão complexa e sujeita a variações quantas forem a complexidade e as variações do som correspondente (fig. **ap1.01**). Por isso a corrente responsável pelo som dentro de um aparelho desses tem um nome diferente; é chamada de **sinal**.

Um **sinal elétrico** tem valores que variam muito em curtos espaços de tempo. Para se medir o nível desse sinal elétrico, portanto, podem ser usados termos diferentes. O exemplo mais simples é a diferença entre valores **médio** e **de pico** (fig. **ap1.01**). O valor médio mede o nível seguido pela maioria dos valores diferentes do sinal. O valor de pico mede os valores mais altos atingidos pelo sinal.

◆ **I.5** Um aspecto interessante de uma corrente elétrica é a ligação entre *eletricidade* e *magnetismo*. Uma corrente elétrica passando por um fio vai fazer com que esse fio tenha uma força magnética, isto é, que ele se comporte como um ímã. Assim, um fio com corrente vai atrair metais imantáveis, e, da mesma forma, ímãs próximos a fios com corrente elétrica vão influir na força magnética do fio, mudando sua corrente. Esse princípio é a base para muitas aplicações da eletricidade.

◆ **I.6** Agora que você já está inteirado de alguns princípios básicos de eletricidade (assim espero), podemos passar a falar da eletrônica em si. O primeiro termo de importância dentro dela é o conceito de **circuito elétrico**. Circuito elétrico é basicamente o caminho seguido por uma corrente dentro de um aparelho elétrico. Essa corrente pode se dividir em vários pontos dentro do aparelho, e cada uma dessas divisões pode passar

por componentes eletrônicos diferentes. Cada caminho completo percorrido pode ser considerado um circuito (fig. **ap1.02**).

◆ **I.7 Resistência elétrica** é a dificuldade à passagem de corrente apresentada por um material ou dispositivo. Com uma resistência alta a corrente vai passar mais dificilmente pelo material, e vice-versa. A resistência elétrica é medida em ohms ( $\Omega$ ). Um ohm ( $1\Omega$ ) é um valor bem pequeno de resistência. Podem muitas vezes serem encontrados valores de milhares de ohms ( $K\Omega$ ;  $1 K\Omega = 1.000\Omega$ ).

Alguns componentes eletrônicos são feitos para dar uma determinada resistência à corrente. São chamados de **resistores**. Os resistores têm um símbolo, usado para representá-los no estudo de circuitos elétricos (fig. **ap1.03**).

◆ I.7.1 Uma resistência alta ligada a uma tensão vai criar uma corrente pequena. Uma resistência baixa, por outro lado, vai criar uma corrente alta. Quanto menor a resistência, maior a corrente. Assim, quando a resistência for  $0\Omega$  num circuito, a corrente tenderá a ser infinita. Uma forma típica de conseguir isso é ligando os dois pólos de uma tomada com um fio, que tem uma resistência baixíssima. É claro que a corrente não chegará a ser infinitamente grande (isso é impossível), mas ela vai atingir níveis de energia tão altos que sobrecarregará o circuito, a tomada, os fios, tudo. É o chamado **curto-circuito**, que pode destruir um aparelho e criar até incêndios (pelo calor advindo da energia que gera).

◆ **I.8 A reatância elétrica** também é a dificuldade à passagem de corrente. Mas essa dificuldade é causada por motivos diferentes da resistência comum, e por isso tem uma característica especial: ela varia com a frequência (ver **II.2**) da corrente (no caso aqui, a corrente é o sinal — ver **I.4**). Alguns componentes eletrônicos apresentam resistência alta a sinais com frequência elevada, e resistência pequena a sinais com frequência baixa. Isto é, quando a frequência for alta, o sinal não vai passar pelo componente. Esses componentes são chamados de **indutores**, e o exemplo mais comum de indutor é a **bobina**, um dispositivo formado de um fio enrolado muitas vezes em torno de algum material. A indutância de uma bobina tem uma medida — o henry (H). Outros componentes eletrônicos têm uma resistência alta a baixas frequências, e uma resistência baixa a frequências altas. Eles são chamados de **capacitores**, e são formados basicamente por duas pequenas placas de metal paralelas entre si, que acumulam cargas elétricas (elétrons) quando ligadas a alguma corrente. A reatância de um capacitor é medida em faradays (F). Um faraday é um alto valor; geralmente são encontrados valores de milionésimos de faraday (micro-faradays, ou  $\mu F$ ). A bobina e o capacitor têm também símbolos para os representarem, como os resistores (fig. **ap1.03b** e **ap1.03c**).

◆ **I.9** Assim, dentro de um circuito podem ser achados componentes com resistências e componentes com reatâncias. Esses componentes

reativos podem ter resistências ou não, dependendo da frequência da corrente que passa por eles. A soma das resistências e das reatâncias de um circuito numa determinada frequência é chamada de **impedância elétrica**. Ela é representada pela letra **Z**, e é dada em ohms. Assim ler " $Z = 8\Omega$ " significa ler "esse circuito dá uma resistência e uma reatância, somadas, de  $8\Omega$ ". Essa impedância já tem embutida nela as variações de reatância vindas de variações de frequência. Assim, o valor  $8\Omega$  para o circuito acima pode ser em geral considerado um valor fixo, mesmo que as reatâncias possam mudar com a frequência.

◆ **I.10** Além desses componentes eletrônicos, outros muito importantes são os componentes **ativos**. Eles podem, de acordo com a forma com que são usados, aumentar, isto é, *amplificar* o volume de sinal que passa por eles. Por isso são de grande importância num sistema de som. Há vários tipos de componentes ativos: válvulas, transistores, circuitos integrados etc.

◆ **I.11 Geradores** são dispositivos que fornecem valores fixos de tensão ou de corrente a um circuito. Voltemos ao nosso pedaço de ferro. Se pudéssemos fazer com que ele tivesse uma tensão fixa, que não variasse por mais elétrons que ele dispensasse, teríamos um gerador elétrico. A ele, então, pode ser ligado alguma resistência, que haverá uma corrente ininterrupta.

Geradores de tensão são bem comuns; uma pilha, por exemplo, é um gerador de tensão. Uma tomada também. Geradores de corrente são mais raros, mas podem ser encontrados. Ocorre que os aparelhos dentro do sistema de sonorização são considerados como "geradores de sinal"; por exemplo, um microfone será um gerador de sinal para a mesa de som, que será a geradora de sinal para os alto-falantes etc. (sinal — ver I.4). Assim, determinados aparelhos serão considerados *geradores de tensão*, e outros, *geradores de corrente*. Um amplificador de potência, por exemplo, pode ser considerado um gerador de corrente (ver 4.2). Os símbolos de geradores de tensão e de corrente são vistos nas figs. **ap1.03d** e **ap1.03c**.

◆ **I.12** Existem duas formas básicas pelas quais diversas resistências podem ser ligadas entre si. A fig. **ap1.04a** mostra a forma básica de um circuito elétrico: uma resistência ligada a um gerador de tensão, criando uma corrente.

Na **ligação em série** (fig. **ap1.04b**) uma outra resistência é ligada de tal forma que a mesma corrente passe pelas duas resistências. As resistências formam uma "fila" entre si. Sendo a tensão fixa, dada pelo gerador, como a resistência total aumenta a corrente diminui. A tensão por sua vez fica dividida entre os dois resistores; um pouco dela vai ser aplicado sobre um, e um pouco sobre outro.

Na **ligação em paralelo** (fig. **ap1.04c**) os dois resistores são ligados à mesma tensão. Cada um vai ter uma corrente, e a soma dessas

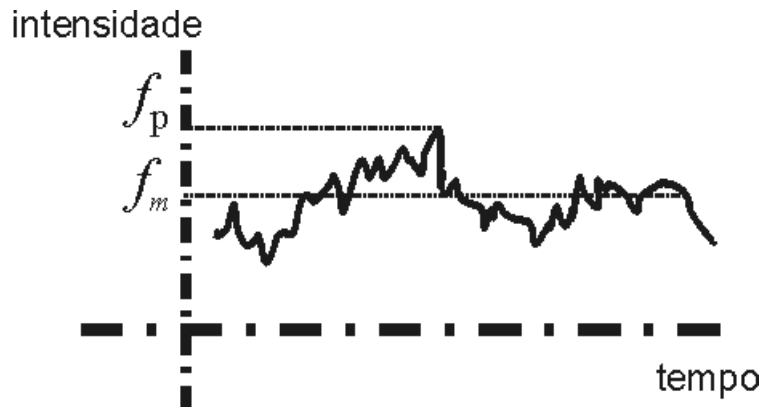
correntes individuais vai ser a corrente total. Ela vai ser por isso maior que o normal. Assim, com ligações em série a corrente diminui e a tensão sobre cada resistência é dividida. Nas ligações em paralelo a tensão é igual entre todas as resistências, e a corrente aumenta.

◆ Para informações mais detalhadas sobre eletricidade e eletrônica, aqui vai uma bibliografia fácil de ser achada. Nela o assunto é tratado com mais profundidade, e em alguns casos há uma lista de livros especializados:

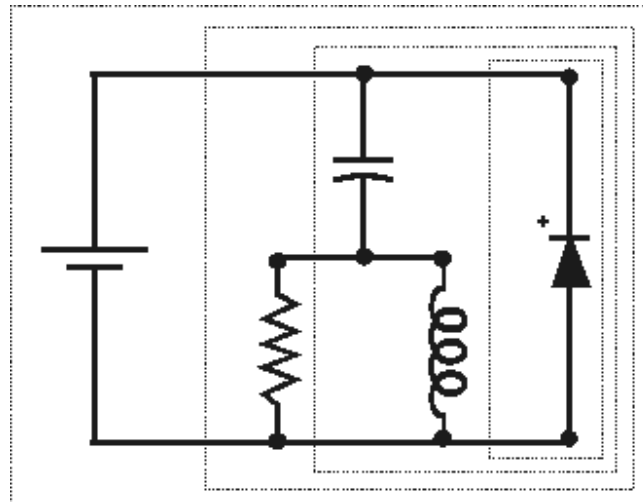
**ENCICLOPÉDIA DELTA UNIVERSAL.** Editora Delta, Rio de Janeiro, 1987. Verbetes *circuito*.

**ENCICLOPÉDIA MIRADOR INTERNACIONAL.** Encyclopaedia Britannica do Brasil, São Paulo, 1984. Verbetes *circuito, som — aparelhos de*.

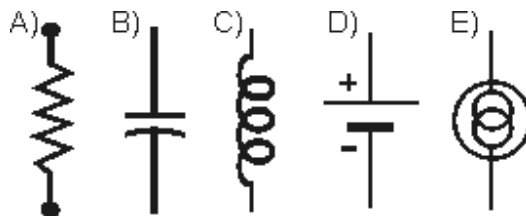
FRANCISCO RAMALHO JÚNIOR e outros. **Os fundamentos da física.** Editora Moderna, São Paulo, 1981. Vol. 3 — *Eletricidade*.



**ap1.1:** gráfico de um sinal elétrico:  
 $f_m$ ) valor médio;  
 $f_p$ ) valor de pico;

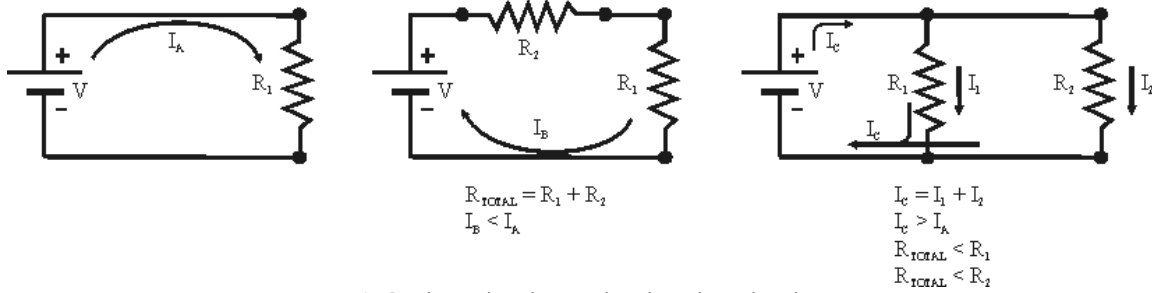


**ap1.2:** representação gráfica de um circuito elétrico (ver **ap1.3**): cada um dos quadrados pontilhados pode ser considerado um circuito elétrico.



**ap1.3:** símbolos para representação gráfica de componentes eletrônicos:

- A) resistor;
- B) indutor (bobina);
- C) capacitor;
- D) gerador de tensão;
- E) gerador de corrente;



**ap1.4:** tipos básicos de circuito elétrico:

- A) simples;
- B) resistências em série;
- C) resistências em paralelo.