

## 7 - Teoria Geral Sobre as Fontes de Tensão e Corrente

### Apresenta o

Nesta aula, você aprender  um pouco mais sobre os dispositivos ativos que fornecem tensão e corrente para nossos circuitos elétricos e, ainda, terá alguns esclarecimentos a respeito do funcionamento de pilhas e baterias.

### Objetivos

Ao final desta aula, você será capaz de:

- Conhecer as principais fontes de energia.
- Entender o que diferencia fontes de corrente ou de tensão ideais de fontes reais.
- Definir fontes de corrente e de tensão independentes e dependentes.
- Conhecer detalhes sobre pilhas e baterias.

### Fontes de energia

Já que relembramos de alguns dos principais conceitos da eletricidade nas aulas anteriores, retomaremos agora o estudo sobre fontes de tensão e fontes de corrente e iniciaremos o estudo de alguns equipamentos eletrônicos utilizados em laboratório, como as fontes de tensão e outros equipamentos utilizados para realizar medidas e testes, os quais irão auxiliar o profissional a desenvolver projetos de circuitos elétricos e eletrônicos, realizar manuten es nesses circuitos, verificar o funcionamento de outros equipamentos, entre outras aplica es. Antes, porém, vamos falar um pouco sobre as fontes de energia.

## Atividade 01

1. Faça uma busca na internet sobre os equipamentos eletrônicos utilizados em laboratórios de eletrônica e descubra qual grandeza eles medem.

Todos os aparelhos eletrônicos necessitam de energia elétrica para funcionar. Mas, como produzir e fornecer energia elétrica para esses aparelhos eletrônicos?

Existem várias formas de se obter energia elétrica, as mais comuns são por meio da conversão de energia química, termoelétrica, nuclear ou mecânica em energia elétrica. No Brasil, a forma mais comum de se obter energia elétrica é em usinas hidrelétricas (ver **Figura 1** e assistam ao vídeo **Como funcionam as usinas hidrelétricas**, o endereço do vídeo está na seção Leituras Complementares antes do Resumo da aula), que convertem energia mecânica presente no movimento das águas dos rios em energia elétrica.



**Figura 1** - Usina hidrelétrica de Itaipu no rio Paraná.

Fonte: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b8/ItaipuAerea2AAL.jpg>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

### Você Sabia?

A usina de Itaipu é, atualmente, a maior usina hidrelétrica do mundo em geração de energia. Com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência instalada, fornece 16,99% da energia consumida no Brasil e abastece 72,9% do consumo paraguaio.

A energia elétrica chega ao consumidor final (você) através de uma rede de distribuição (ver Figura 2) composta, geralmente, de cabos colocados em postes. As redes de distribuição possuem valores-padrão de tensão. Aqui, no Nordeste do Brasil, este padrão é a tensão alternada de 220 V e frequência de 60 Hz. Em alguns estados do Sul e do Norte do país, o padrão utilizado é de tensão alternada de 110 V e mesma frequência, de 60 Hz.



**Figura 2** - Redes de distribuição de energia elétrica

**Fonte:** Adaptado de

<<http://www.cidademarketing.com.br/2009/sysfotos/imagensexibicao/noticias/fevereiro2010/energia.jpg>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

Você já parou para pensar que todos os equipamentos eletrônicos que você utiliza são conectados à rede elétrica, e que alguns necessitam exclusivamente de 110 Vca ou 220 Vca? Existem ainda equipamentos que podem ser ligados sem muita preocupação com a tensão da rede elétrica. Em todos esses casos, você já deve ter percebido que os equipamentos eletrônicos têm algo em comum: um dispositivo chamado de fonte de tensão ou de corrente. Dessa forma, por que é necessária a utilização de um desses dispositivos?

## Atividade 02

1. Faça uma busca na internet sobre qual a necessidade da utilização de fontes de tensão ou de corrente em equipamentos eletrônicos. Quais são os tipos comuns de fontes de tensão que encontramos em nosso dia a dia?

## Atividade 03

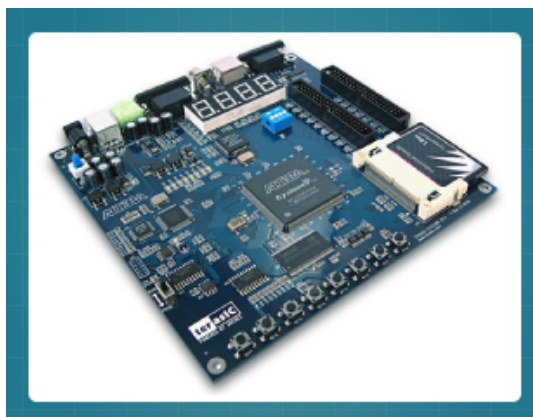
1. No site a seguir, é apresentado, de forma bem simplificada, **Como funcionam as redes elétricas**. É importante que você faça essa leitura complementar.

BRAIN, Marshall. Como funcionam as redes elétricas. Disponível em:

<<http://ciencia.hsw.uol.com.br/redes-eletricas.htm>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

## Fontes de tensão e fontes de corrente

A grande maioria dos circuitos eletrônicos, produzidos com material semicondutor, como a placa de desenvolvimento de circuitos em FPGA, mostrada na Figura 3, não suporta tensões elevadas, tais como 110 Vca ou 220 Vca. Como solucionar esse problema?



**Figura 3** - Placa de desenvolvimento da Terasic que utiliza componentes eletrônicos produzidos de material semiconductor.

**Fonte:** <[http://www.terasic.com.tw/attachment/archive/14/image/TR1\\_500x.jpg](http://www.terasic.com.tw/attachment/archive/14/image/TR1_500x.jpg)> Acesso em: 27 abr. 2012.

## Atenção

O usuário sempre deve se certificar do valor correto de tensão elétrica a ser aplicada no equipamento eletrônico que está utilizando, pois a não observação dessa tensão pode acarretar um risco para o equipamento e para o usuário que o está manipulando.

Geralmente, durante o projeto de um novo circuito eletrônico, é necessária a utilização de valores distintos de tensão para verificar o funcionamento de partes isoladas desse circuito. Por esse motivo, seria necessária uma fonte para cada valor de tensão desejado, o que não é razoável. Para solucionar esse problema, os engenheiros projetaram as fontes de tensão ajustáveis, sendo possível mudar o valor de tensão fornecido ao circuito.

## Atividade 04

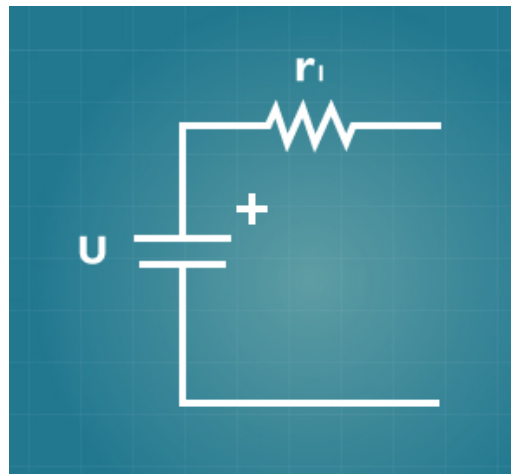
1. Pesquise modelos de fontes ajustáveis, quais suas limitações e aplicações.

Simplificando, para que qualquer circuito elétrico funcione adequadamente, torna-se necessária a presença de uma fonte de energia, que pode ser uma fonte de tensão (que se caracteriza por fornecer uma tensão constante ao circuito) ou uma fonte de corrente (que se caracteriza por fornecer uma corrente constante ao circuito). Nos dois casos, os valores de tensão e corrente são independentes da carga que as requisitam ou que lhes são submetidas.

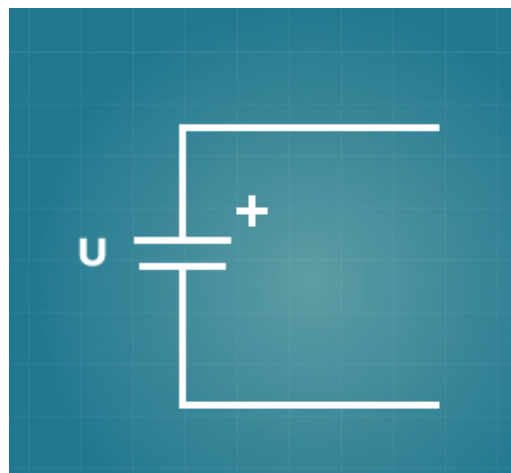
## Fonte de tensão ideal e fonte de tensão real

Uma fonte de tensão é dita ideal quando apresenta uma resistência interna nula (igual a zero). Nesse caso, a corrente no circuito só muda em função do valor da resistência de carga que lhe é submetida. Teoricamente, toda fonte de tensão ideal constitui-se uma fonte de energia infinita. Em outras palavras, uma fonte de tensão ideal mantém a tensão de saída constante, qualquer que seja o valor de corrente que lhe seja solicitada.

Na prática, no entanto, toda fonte de tensão real apresenta uma resistência interna, como representado na Figura 4. Quando essa resistência interna é muito próxima de zero ou desprezível em relação à resistência de carga, ela pode ser considerada como uma fonte de tensão ideal, e ser representada como mostrado na Figura 5.



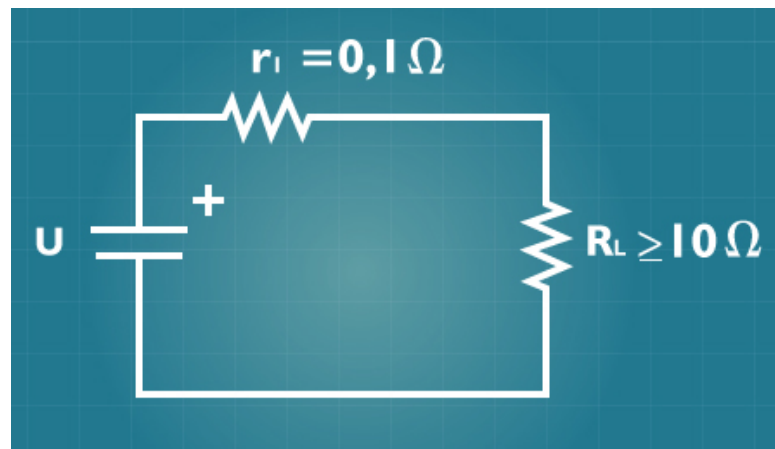
**Figura 4** - Representação de uma fonte de tensão real.  
**Fonte:** Autoria Própria (2014).



**Figura 5** - Representação de uma fonte de tensão ideal.  
**Fonte:** Autoria Própria (2014).

Por regra, pode-se desprezar a resistência interna da fonte quando ela é da ordem de 100 vezes menor que a resistência de carga do circuito. No exemplo mostrado na Figura 6, qualquer valor de resistência de carga  $R_L$  maior ou igual a  $10 \Omega$  pode nos levar a

considerar a fonte de tensão como ideal e desprezar sua resistência interna de  $0,1 \Omega$ . Nesse caso, a corrente do circuito será dada apenas pela relação  $U/R_L$ .

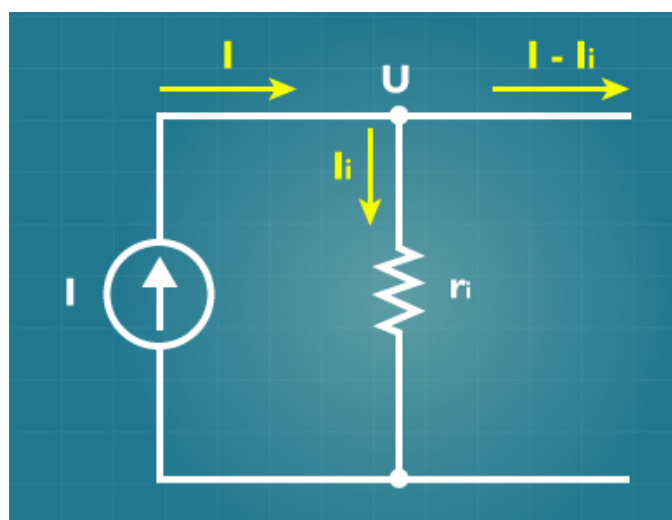


**Figura 6** - Exemplo de uma fonte de tensão real com resistência interna muito menor que a resistência de carga.

Fonte: Autoria Própria (2014).

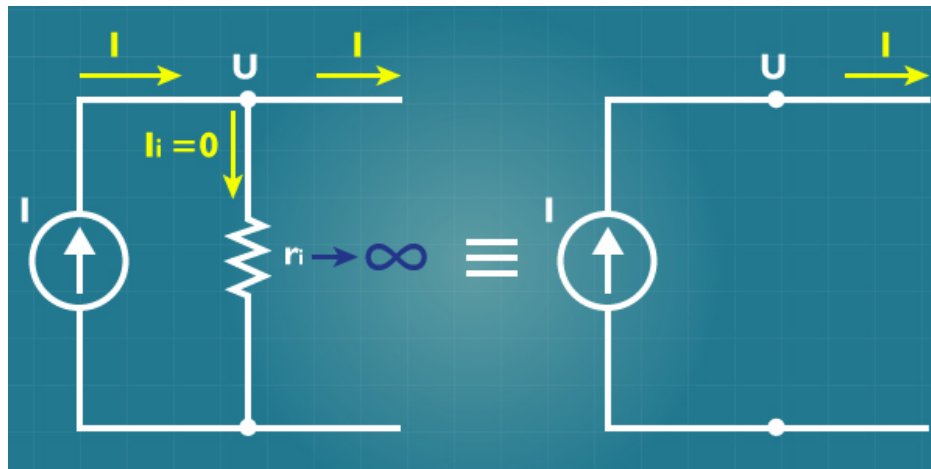
## Fonte de corrente ideal e fonte de corrente real

Dizemos que uma fonte de corrente é ideal quando ela apresenta uma resistência interna infinita. Teoricamente, uma fonte de corrente ideal é uma fonte de energia infinita e mantém a corrente de saída constante independentemente da tensão requisitada sobre a resistência de carga. Na prática, no entanto, toda fonte de corrente real apresenta uma resistência interna finita, como representada na Figura 7. Quando o valor da resistência de carga é bem inferior ao valor da resistência interna da fonte, da ordem de 100 vezes, por exemplo, a corrente sobre a resistência de carga quase não se altera ( $I_L$  é praticamente constante) e, assim, pode ser considerada como uma fonte de corrente ideal e ser representada como mostrado na Figura 8.



**Figura 7** - Representação de uma fonte de corrente real

Fonte: Autoria Própria (2014).



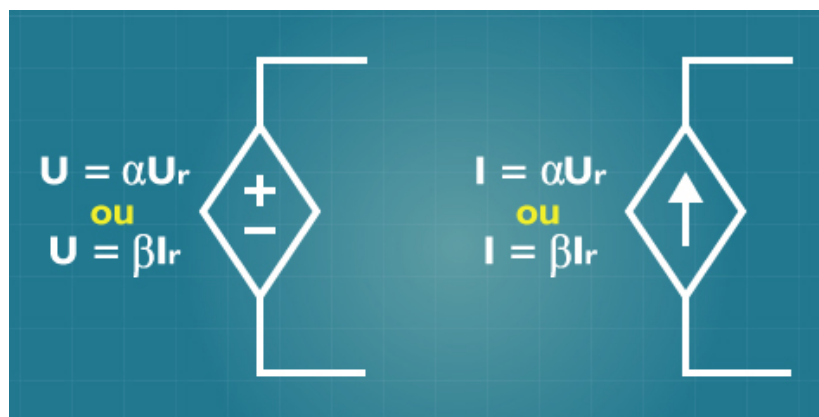
**Figura 8** - Representação de uma fonte de corrente ideal.  
**Fonte:** Autoria Própria (2014).

## Atividade 05

1. Se uma fonte de tensão apresenta uma resistência interna de  $1 \text{ M}\Omega$ , para que valores de resistência de carga essa fonte pode ser considerada como uma fonte de corrente ideal?

## Fontes de tensão ou de corrente dependentes ou controladas

Caso a tensão ou a corrente de uma fonte dependa da tensão ou da corrente presente em algum outro ponto do circuito, essas fontes são ditas dependentes ou controladas e os símbolos usados para representá-las são os mostrados na Figura 9.



**Figura 9** - Representação de fontes controladas de tensão e corrente (dependentes da tensão  $U_r$  ou da corrente  $I_r$ , respectivamente).  
**Fonte:** Autoria Própria (2014).

Como se observa, as fontes controladas podem ser de tensão ou corrente, as fontes dependentes de tensão podem ser controladas por tensão ou por corrente e as fontes dependentes de corrente podem ser controladas por tensão ou por corrente.

## Você sabia?

A primeira fonte de tensão produzida pelo homem foi a pilha de Volta em 1800, apresentada na aula 1, que fornecia uma tensão entre seus terminais a partir de reações químicas.

Por falar em pilhas, vamos abrir um pequeno espaço no final desta aula para conhecer um pouco mais sobre elas e também sobre as associações de pilhas, associações estas que denominamos apropriadamente de baterias.

## Pilhas e baterias

Como é do conhecimento de todos, nos últimos anos, houve uma verdadeira explosão de equipamentos portáteis no mercado, muito bem representada pela presença cada vez mais intensa de celulares e *tablets*, por exemplo. Assim, à medida que surgem esses equipamentos cada vez mais compactos, aumenta também a demanda por fontes de energia, principalmente pilhas e baterias, cada vez menores, mais leves e de melhor desempenho. É interessante, então, que conheçamos um pouco desses dispositivos e das tecnologias usadas em sua fabricação bem como saibamos como proceder para obter melhores desempenhos e, principalmente, que riscos podem causar ao meio ambiente, que não são poucos, já que algumas das pilhas e baterias disponíveis no mercado usam materiais tóxicos.

Como a grande maioria dos países, o Brasil também tem se preocupado bastante com os riscos à saúde humana e ao meio ambiente que esses sistemas eletroquímicos representam e, em 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, publicou a Resolução no 257, que disciplina o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, à reutilização, à reciclagem, ao tratamento ou o descarte final.

Em princípio, o termo *pilha* deve ser usado para referenciar dispositivos constituídos unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjos de maneira a produzir energia elétrica. O eletrólito pode ser líquido, sólido ou pastoso, mas deve ser sempre um condutor iônico. Quando os eletrodos são conectados a um aparelho elétrico, uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos oxida-se espontaneamente liberando elétrons (ânodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (cátodo ou eletrodo positivo).

O termo bateria, por sua vez, deve ser usado para se referir a um conjunto de pilhas agrupadas em série ou paralelo, dependendo da exigência por maior tensão ou corrente, respectivamente. Supondo-se pilhas de 1,5 V, um agrupamento contendo quatro dessas pilhas em paralelo fornece a mesma tensão de 1,5 V, mas a corrente elétrica é quatro

vezes maior que a gerada por uma única pilha. Já um agrupamento dessas mesmas pilhas em série fornece uma tensão de 6,0 V e a mesma corrente elétrica que a de uma única pilha.

## Atividade 06

1. Mostre como ficam dois arranjos, uma série e um paralelo usando-se seis pilhas de 1,5 V cada.

A convenção mais usada para designar um sistema eletroquímico é escrever, primeiramente, o reagente ativo correspondente ao anodo, seguido do reagente ativo correspondente ao catodo. Seguindo essa regra – que nem sempre é obedecida, diga-se de passagem –, ao se escrever que uma pilha ou bateria é de *sódio/enxofre* significa que o sódio e o enxofre são os reagentes ativos no anodo e catodo, respectivamente.

Quanto aos sistemas eletroquímicos não recarregáveis, são classificados como primários e os recarregáveis como secundários. Como regra geral, um sistema eletroquímico é considerado secundário quando é capaz de suportar 300 ciclos completos de carga e descarga com 80% da sua capacidade.

Para enriquecer o estudo sobre pilhas e baterias, acesse o material disponível em: <<http://gizmodo.uol.com.br/baterias-e-pilhas-o-guia-definitivo>>

## Leitura complementar

Vídeo com a descrição do funcionamento das usinas hidrelétricas. Disponível em: <<http://youtu.be/1QDosHWmRcM>> Acesso em: 03 set. 2014.

## Resumo

Nesta aula, você relembrou como é obtida a energia elétrica e para que servem as fontes. Além disso, observou como são classificadas as fontes de corrente e de tensão e obteve alguns esclarecimentos a respeito do funcionamento de pilhas e baterias.

## Autoavaliação

1. Quais são as principais formas de se obter energia elétrica?
2. Qual é a forma mais comum no Brasil de se obter energia elétrica?
3. Como a energia elétrica é distribuída?
4. O que é uma fonte?
5. Cite uma aplicação para uma fonte ajustável.

6. O que caracteriza uma fonte como ideal? E uma fonte de corrente?
7. Que característica deve apresentar uma fonte real para ser ainda considerada ideal?
8. Diferencie uma bateria primária de uma secundária.
9. Cite três composições usadas atualmente na construção de pilhas e baterias.
10. Em um arranjo de 2 pilhas de 1,5 V, qual a tensão máxima que se pode obter?

## Referências

AGILENT TECHNOLOGIES. **E3631A Triple Output DC Power Supply, User's Guide**. [2013]. Disponível em: <<http://www.home.agilent.com/agilent/product.jsp?nid=-536902290.384004.00&cc=BR&lc=por>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

BOCCHI, Nerilso; FERORACIN, Luis Carlos; RIAGGIO, Sonia Regina. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**, n. 1, maio, 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. **Resolução Nº 257, de 30 de junho de 1999**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25799.html>>. Acesso em: 27 ago. 2014.

CAPUANO, F. G.; MARINO, M. A. M. **Laboratório de eletricidade e eletrônica**. 24. ed. São Paulo: Editora Érica, 2010.

DIAS, Samaherni M.; QUEIROZ, Kurius I. P.M. **Equipamentos eletrônicos, medidas e testes**. Disponível em: <<http://backuppessoal.blogspot.com.br/search?updated-min=2013-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2014-01-01T00:00:00-08:00&max-results=6>>. Acesso em: 20 mar. 2014.

ITAIPI BINACIONAL. **Geração**. [2013?]. Disponível em: <<http://www.itaipu.gov.br/energia/geracao>>. Acesso em: 4 abr. 2012.

OLIVEIRA, J. A. N. et al. **Conceitos de eletricidade**. Disponível em: <<http://backuppessoal.blogspot.com.br/search?updated-min=2013-01-01T00:00:00-08:00&updated-max=2014-01-01T00:00:00-08:00&max-results=6>>. Acesso em: 4 abr. 2012.

TARANTOLA, Andrew. **Baterias e pilhas: o guia definitivo**. [2013]. Disponível em: <<http://tecnologia.br.msn.com/fotos/baterias-e-pilhas-o-guia-definitivo>>. Acesso em: 2 mar. 2014.

WIKIPÉDIA. **Voltaic pile**. [2014]. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Voltaic\\_pile](http://en.wikipedia.org/wiki/Voltaic_pile)>. Acesso em: 28 mar. 2012.

