

# **Eletricidade Básica**

## **Introdução:**

Uma das principais atividades do técnico "eletrônico" (nossa intenção não é torná-lo um e sim dar as noções básicas) é analisar circuitos. Analisar um circuito consiste em determinar as tensões e correntes presentes nos componentes deste circuito, assim, quando estiver frente a um equipamento com defeito, o primeiro passo para consertar este equipamento é entender como ele funciona, para isto o técnico deverá abrir o diagrama e analisar o circuito do equipamento, depois de entendido o circuito o técnico deverá escolher os melhores pontos de medição do circuito em função do sintoma apresentado pelo equipamento a fim de determinar a peça defeituosa. Concluímos que: para consertar um equipamento eletrônico o técnico precisa do diagrama do equipamento, do instrumento correto e do conhecimento para análise do circuito. Esta apostila aborda exatamente a questão da análise do circuito.

Sabendo as três leis básicas (Lei de Ohm , Leis de Kirchhoff – Lei das Malhas e Lei dos Nós) o restante do estudo da eletrônica consiste em conhecer os diversos tipos de componentes e a sua influência no circuito, que significa o seu comportamento com respeito a tensão e a corrente.

## **Grandezas Elétricas**

Antes de iniciar o estudo da análise de circuitos vou fazer uma revisão sobre as grandezas tensão, corrente e resistência uma vez que para o técnico iniciante sempre representa motivo de dúvida.

As grandezas tensão e corrente estão associadas ao conceito de Energia Potencial e Energia Cinética, para entendermos melhor esta relação vamos mostrar este conceito de energia aplicado no nosso dia a dia.

Na eletricidade a energia elétrica deverá ser armazenada em cargas elétricas, na maioria das vezes estas cargas serão os elétrons livres, presentes nos metais, em outros casos poderão ser íons, presentes nos gases, nos líquidos.

## **Corrente elétrica:**

A corrente elétrica é o movimento ordenado das cargas elétricas. A carga elétrica mais comum é o elétron livre e está presente nos metais, assim não basta o corpo ter elétrons, alias todos os corpos o possuem, para termos uma corrente elétrica estes elétrons devem ser do tipo livres, é por isto que a madeira é um isolante, apesar de ter elétrons eles não são livres, a ligação química é forte bastante para prende-los, já os metais possuem uma ligação química e esta permite que os elétrons fiquem livres no material, são estes elétrons que serão usados para gerar uma corrente elétrica. Não basta também só termos o movimento dos elétrons livres, isto pode ocorrer com o aumento da

temperatura, para termos uma corrente elétrica estes elétrons devem movimentar-se em ordem, todos no mesmo sentido.

Para que os elétrons se movimentem é preciso aplicar uma força sobre eles, em eletricidade esta força é chamada de Campo Elétrico. A fonte de energia elétrica é a responsável por criar este campo elétrico. Esta força aparece entre cargas elétricas de tipos diferentes, assim, a fonte de energia elétrica cria uma região com excesso de cargas negativas, chamado de pólo negativo e outra com falta de cargas negativas, chamadas de pólo positivo. Assim quando um condutor é conectado entre o pólo negativo e o positivo o excesso de cargas presentes no pólo negativo fluem para completar a falta de elétrons do pólo positivo.

Em eletrônica, devido a fatos históricos, o sentido da corrente foi adotado como "sentido convencional" da corrente por motivo de consideramos que as cargas elétricas que se movimentam no circuito são as cargas positivas que saem do pólo positivo em direção ao pólo negativo.

A unidade de medida da corrente é o ampère e sua representação no circuito deve ser na forma de uma seta, pois a corrente tem direção e sentido. Em eletrônica o ampère é uma unidade muito grande, uma fonte de alimentação normal para laboratório de eletrônica fornece 2A no máximo, assim, a unidade mais usada é o mA (A/1000 ou  $10^{-3}$ ) ou  $\mu$ A (A/1000000 ou  $10^{-6}$ ).

### **Intensidade média da corrente elétrica i.**

Unidade de medida da corrente elétrica no SI é o ampère (A)

$$i = \Delta q / \Delta t \quad \text{onde} \quad \Delta q = n \cdot e$$

$i =$ corrente elétrica (A)	$n =$ número de cargas
$\Delta q =$ carga elétrica (C)	$e =$ carga elementar (C)
$\Delta t =$ tempo (s)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

### **Resistência elétrica:**

Como o nome está dizendo, resistência elétrica é a grandeza elétrica daquele componente que se opõe (resiste) a passagem da corrente elétrica. Quanto maior a resistência, maior a oposição a passagem da corrente, menor a corrente.

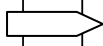
Em eletrônica o componente, com resistência elétrica, mais usado é o resistor. A função do resistor é controlar a corrente elétrica no circuito.

A unidade de resistência elétrica é o ohm e o seu símbolo é a letra grega Ômega:  $\Omega$ .

Esquemáticamente:

## RESISTOR

**ENERGIA ELÉTRICA**



**ENERGIA TÉRMICA**

Esse fenômeno de transformação é conhecido como Efeito Joule e é resultado de choques entre os elétrons que constituem a corrente elétrica e os átomos, o que ocasiona um aquecimento do condutor. Existem alguns eletrodomésticos que possuem como função básica a transformação de energia elétrica em energia térmica, tais como: ferro elétrico, chuveiro elétrico, aquecedores, etc.

Em eletrônica a maioria das resistências é da ordem de quilo ohms ( $k\Omega$ ) ou mega ohms ( $M\Omega$ ), assim em nossos exemplos vamos procurar usar resistores de  $k\Omega$ .

O símbolo da resistência é mostrado abaixo, na figura (a) temos o símbolo da resistência e que ainda é usado em alguns livros para representar o resistor, o símbolo do resistor descrito na norma brasileira é mostrado na figura (b).



(a)



(b)

### **Tensão ou diferença de potencial**

O conceito de tensão é mais difícil de entender, por isto, vou usar uma analogia prática, vamos comparar o circuito elétrico a uma instalação hidráulica. Uma instalação hidráulica simples possui uma caixa de água, uma torneira e os canos que servem para conduzir a água da caixa de água até a torneira. Em eletrônica a caixa de água é a gerador, o cano é o condutor elétrico (fio) e a torneira é a resistência, assim quanto mais aberta a torneira menor a resistência a passagem da água. A corrente elétrica é representada pelo fluxo de água, a água é a carga elétrica.

Para a água fluir pela torneira, não basta termos a caixa de água é preciso que esta caixa esteja posicionada acima da torneira, para que haja pressão suficiente para empurrá-la para baixo, quanto mais alta a caixa, maior a pressão que empurra a água. A pressão é proporcional a diferença de altura entre a caixa de água e a torneira.

Em eletrônica tensão é a grandeza equivalente a pressão, é uma espécie de pressão elétrica que empurra os elétrons! A caixa de água é a fonte de tensão em eletrônica. Em eletrônica a tensão é proporcional a diferença de potencial elétrico, que é na verdade a diferença de número de cargas elétricas entre os pólos da fonte de tensão. Assim a tensão é a diferença de potencial entre os pólos da fonte de tensão.

Note que a diferença de potencial é essencial para que haja corrente elétrica, mas, não é o suficiente, assim como no circuito hidráulico só a caixa de água alta não basta. Para que haja corrente elétrica (fluxo de elétrons) é preciso que haja um caminho entre o pólo positivo e o pólo negativo.

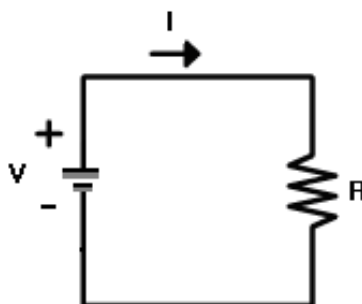
A tensão está associada à energia potencial, que é uma energia que está presente pronta para ser usada, mas, somente será aproveitada quando o circuito for fechado.

A corrente está associada a energia cinética, isto é, a energia do movimento dos elétrons livres.

## Circuito elétrico

Um circuito elétrico é composto por uma fonte de energia elétrica e por elementos que irão utilizar esta energia elétrica, a interligação entre a fonte de energia e o elemento será feito através de condutores elétricos.

O diagrama elétrico é a representação gráfica do circuito elétrico. A figura abaixo mostra o diagrama de um circuito com uma fonte e uma resistência. A fonte deve ter a indicação do pólo positivo, para permitir determinar a sentido da corrente elétrica. A corrente elétrica é indicada por uma seta indicando o sentido convencional e a direção. Em eletrônica o sentido da corrente elétrica é do pólo positivo para o pólo negativo.



## Lei de Ohm

Esta é a primeira das três Leis básicas, você usará muito esta lei para determinar a corrente, tensão e resistência em circuito simples. Esta lei ainda ajudará a determinar estas grandezas quando estiver analisando circuitos usando a lei das malhas e lei dos nós.

Você pode entender a Lei de Ohm usando a analogia com a instalação hidráulica, respondendo a seguinte questão: O que você pode fazer para aumentar o fluxo de água na sua torneira?

Você deve ter notado que existe uma relação entre a corrente, a resistência presente no circuito e a tensão da fonte de alimentação. A corrente é diretamente proporcional a tensão isto significa que se você aumentar a tensão da fonte de energia elétrica em um circuito sem alterar a resistência presente neste circuito, a corrente irá aumentar também. E também que a corrente é inversamente proporcional a

resistência, isto significa que se você aumentar a resistência de um circuito, mantendo a mesma fonte de energia, a corrente irá diminuir.

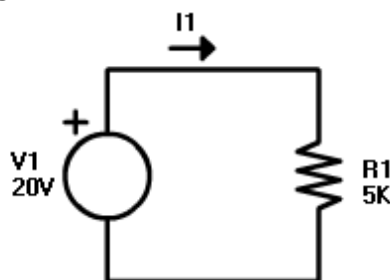
Assim ele descreveu este conceito na forma de uma equação, como é mostrado abaixo:

$$V = R \times I$$

Onde:

V é a Tensão elétrica - volt (V)  
 I é a Corrente elétrica - ampère (A)  
 R é a Resistência elétrica - ohm ( $\Omega$ )

**Exemplo 1:** Observe o diagrama abaixo e determine a corrente?



Solução:

Usando a Lei de Ohm  $V=RI$  isolando o  $I$  temos  $I=V/R$ , o "R" que está multiplicando o "I" passa para o outro lado da igualdade dividindo o "V".

$$I_1 = V_1 / R_1 \text{ portanto } I_1 = 20 / 5k \text{ então } I_1 = 4 \cdot 10^{-3} \text{A ou } 4\text{mA}$$

Note que em eletrônica fica mais prático você usar as unidades de medida de tensão em volt (V), corrente em miliampère (mA) e resistor em quilo ohm ( $k\Omega$ ).

### **\*Curiosidades de Medições Elétricas: Amperímetro e Voltímetro**

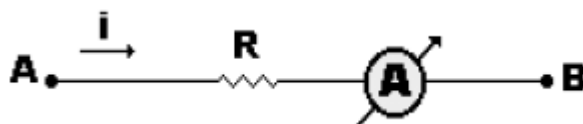
Na prática são utilizados nos circuitos elétricos aparelhos destinados a medições elétricas, chamados de forma genérica **galvanômetros**. Quando este aparelho é destinado a medir intensidade de corrente elétrica, ele é chamado de **Amperímetro**. Será considerado ideal, quando sua resistência interna for nula.

### **COMO LIGAR UM AMPERÍMETRO?**

Devemos ligar um amperímetro em série no circuito, fazendo com que a corrente elétrica passe por ele e então registre o seu valor. É exatamente por isso que num amperímetro ideal a resistência interna

deve ser nula, já que o mínimo valor existente de resistência mudará o resultado marcado no amperímetro.

### COMO REPRESENTAR UM AMPERÍMETRO NO CIRCUITO?

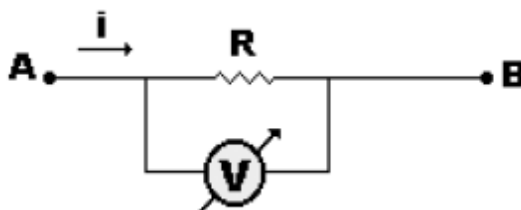


Quando o aparelho é destinado a medir a ddp entre dois pontos de um circuito, ele é chamado de **Voltímetro**. Será considerado ideal, quando possuir resistência interna infinitamente grande.

### COMO LIGAR UM VOLTÍMETRO ?

Devemos ligar um voltímetro em paralelo ao resistor que queremos medir sua ddp, fazendo com que nenhuma corrente elétrica passe por ele. É exatamente por isso que no caso ideal devemos possuir resistência elétrica infinita, fazendo com que a corrente elétrica procure o caminho de menor resistência.

### COMO REPRESENTAR UM VOLTÍMETRO NO CIRCUITO?



### Potência Elétrica

A transformação da energia elétrica em outro tipo de energia pode ser medida e é denominada de Potência elétrica e a sua unidade de medida é o watt (W) e está relacionado à energia elétrica total no circuito, no caso do resistor à energia térmica.

Note então que a energia elétrica entregue pela fonte em um circuito elétrico é o produto da tensão pela corrente, que são na verdade as formas de energia elétrica presente no circuito.

A Potência elétrica presente em um circuito é dada pela equação abaixo, que você não deve esquecer, ela é tão importante quanto a Lei de Ohm.

$$P=V \times I$$

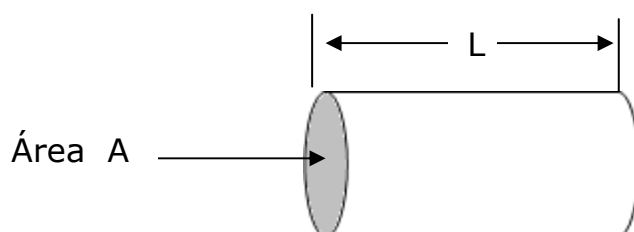
Onde: V → tensão elétrica – volt (V)

I → corrente elétrica – ampère (A)

P → potência elétrica – watt (W)

### 2ª Lei de Ohm

Um aspecto importante, levantado por Ohm, foi a descoberta de fatores que influem no valor da resistência elétrica de um resistor, são eles: a dimensão do resistor (área e comprimento) e o material que constitui este resistor. Consideremos um fio condutor de comprimento  $L$  e área de seção transversal  $A$ .



Através da realização de vários ensaios e usando resistências construídas com fio, deduziu que:

- O valor da resistência aumenta com o comprimento do fio.
- O valor da resistência diminui com o aumento da seção.
- Fios idênticos geometricamente, porém de materiais diferentes, dão valores diferentes de resistência.

Logo podemos escrever que:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Onde:  
 $R \rightarrow$  Resistência elétrica - ohm ( $\Omega$ )  
 $\rho \rightarrow$  resistividade do material ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ) ou  $\Omega \cdot \text{m}$   
 $L \rightarrow$  comprimento (m)  
 $A \rightarrow$  área da seção transversal ( $\text{mm}^2$ ) ou  $\text{m}^2$

Tabela de resistividade de alguns materiais:

Material	Resistividade em $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$
Aço	0,15
Alumínio	0,03
Cobre	0,0179
Constantan	0,50
Latão	0,07
Mercúrio	0,968
Níquel	0,08
Ouro	0,023
Platina	0,1

Lembrete:

- Para calcular a resistência em  $\Omega$ , você deve entrar com comprimento do fio em m, a área em  $\text{mm}^2$  e a resistividade em  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- Para calcular o comprimento do fio em m, você deve entrar com a resistência em  $\Omega$ , a área em  $\text{mm}^2$  e a resistividade em  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- Para calcular a área em  $\text{mm}^2$  você deve entrar com o comprimento do fio em m, a resistência em  $\Omega$ , e a resistividade em  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .



- Para calcular a resistividade em  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ , você deve entrar com a área em  $\text{mm}^2$ , o comprimento do fio em m e a resistência em  $\Omega$ .

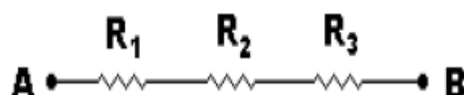
## Associação de Resistores

Até agora aprendemos a trabalhar com apenas um resistor. Na prática teremos circuitos com vários resistores ligados entre si, constituindo o que chamamos de uma associação de resistores. Portanto a partir de agora iremos trabalhar com dois tipos básicos de associação: a associação em série e a associação em paralelo. Após o estudo minucioso desses dois tipos passaremos a resolver problemas com associações mistas (série mais paralelo).

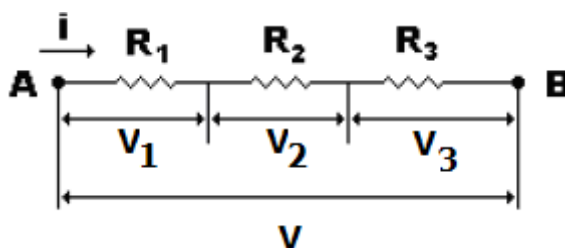
### Associação de Resistores em Série

Um grupo de resistores está associado em série quando estiverem ligados de tal forma que sejam percorridos pela mesma corrente elétrica.

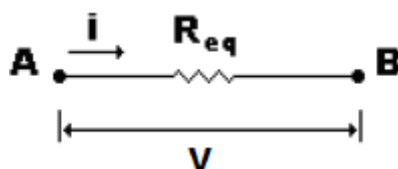
Consideremos três resistores, associados em série:



Os três resistores serão percorridos pela mesma corrente elétrica e, portanto cada resistor possuirá uma ddp correspondente ao valor de sua resistência.



Para determinarmos a resistência equivalente  $R_{eq}$ , ou seja, aquela que submetida a mesma tensão  $V$  é atravessada pela mesma corrente  $i$ , devemos proceder da seguinte maneira:



Portanto para associações em série, calculamos a resistência equivalente da seguinte forma:

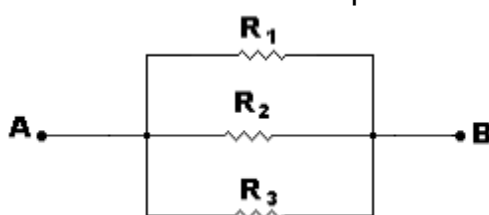
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

Saiba que na associação série a intensidade de corrente elétrica é igual nos três resistores ou seja:  $I = I_1 = I_2 = I_3$  e a tensão elétrica é a soma das tensões em cada resistor ou seja:  $V = V_1 + V_2 + V_3$

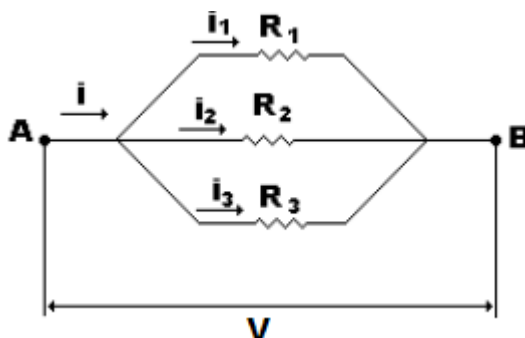
### Associação de Resistores em Paralelo

Um grupo de resistores está associado em paralelo quando todos eles estiverem submetidos a uma mesma diferença de potencial elétrico (ddp).

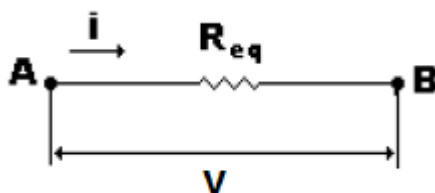
Consideremos 3 resistores associados em paralelo:



A intensidade de corrente elétrica é dividida para cada resistor de acordo com o valor de cada resistência elétrica, mas a ddp é igual para todos os resistores.



A resistência equivalente  $R_{eq}$ , seria a representada abaixo:



Saiba que na associação em paralelo a intensidade de corrente elétrica total no circuito é a soma da corrente elétrica em cada resistor, ou seja:

$I = I_1 + I_2 + I_3$  e as tensões  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  correspondem às resistências  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , respectivamente, portanto:  $V = V_1 = V_2 = V_3$

Portanto para associações em paralelo, calculamos a resistência

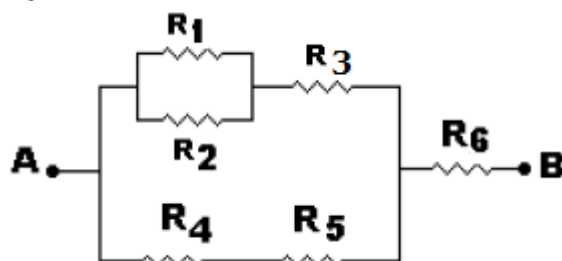
equivalente da seguinte forma:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

### Associação de Resistores Mista

Na maioria dos exercícios e na prática do dia-a-dia encontraremos associações em série e paralelo no mesmo circuito, este tipo de associação é chamada mista. Para resolução do circuito faremos a resolução das associações conforme cada caso.

Exemplo de associação de resistores mista:



Note que  $[(R_1 // R_2 + R_3) // (R_4 + R_5)] + R_6$

### GERADORES

O Gerador é um dispositivo elétrico que possui a função de transformar energia qualquer em energia elétrica, como exemplo podemos citar a pilha que transforma energia química em energia elétrica.

É importante dizer que o Gerador como sendo um dispositivo elétrico está sujeito a resistência elétrica, ou seja, energia dissipada. Até agora não considerávamos esta dissipação.

A ddp realmente criada dentro do gerador é chamada de força eletromotriz ( $\epsilon$ ). Para sabermos quanto é liberada para fora do Gerador devemos descontar a parte dissipada pela resistência interna ( $r$ ), logo teremos:

$$U = \epsilon - ri$$

Esta equação é chamada de Equação Característica do Gerador, onde:

**NOMENCLATURA:**

$U \rightarrow$  ddp fornecida pelo gerador

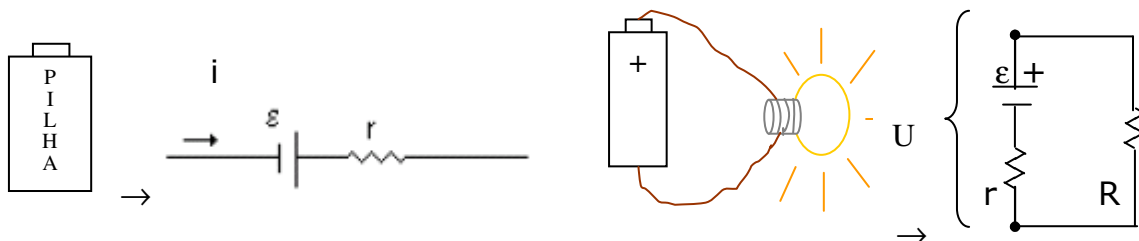
$\varepsilon \rightarrow$  força eletromotriz do gerador (fem)

$r \rightarrow$  resistência interna do gerador

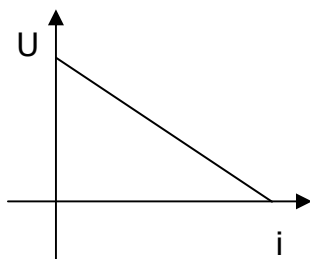
$i \rightarrow$  corrente elétrica que atravessa o gerador.

Esquemáticamente temos:

Circuito Simples



Curva Característica do Gerador



Equação do gerador  $U = \varepsilon - ri$

Se,  $i = 0$  (circuito aberto)  $\rightarrow U = \varepsilon$

Se,  $U = 0$  (curto circuito)  $\rightarrow 0 = \varepsilon - r \cdot i \rightarrow i = \varepsilon / r$

**Potências no Gerador**

a) Potência Dissipada ( $P_d$ )  $\rightarrow P_d = r \cdot i^2$

b) Potência Útil ( $P_u$ )  $\rightarrow P_u = U \cdot i$

c) Potência Total ( $P_t$ )  $\rightarrow P_t = P_u + P_d$

$$P_t = U \cdot i + R \cdot i^2 \quad \therefore P_t = i(U + r \cdot i)$$

Lembrando...  $U = \varepsilon - r \cdot i$  então  $\varepsilon = U + r \cdot i \rightarrow$  logo  $P_t = \varepsilon \cdot i$

**Rendimento ( $\eta$ )**

$$\eta = \frac{P_u}{P_t} = \frac{U \cdot i}{\varepsilon \cdot i} \rightarrow \eta = U / \varepsilon$$

## Corrente Elétrica no Circuito Gerador-Resistor

$$U = \varepsilon - r.i \quad e \quad U = R.i \quad \therefore R.i = \varepsilon - r.i \quad \therefore R.i + r.i = \varepsilon \quad \therefore i(R + r) = \varepsilon$$

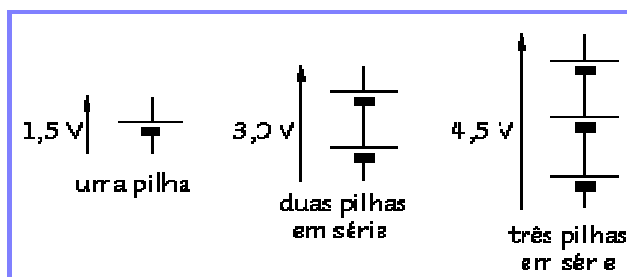
$$i = \varepsilon / (R + r)$$

## Fonte de tensão

A função de uma fonte (pilha, bateria, etc.) é manter uma ddp constante entre dois pontos, mesmo que uma corrente esteja fluindo no circuito. Como há dissipação de energia elétrica num circuito (Efeito Joule) em calor, a função da fonte de tensão é converter outra forma de energia em energia elétrica.

- Energia química: Pilhas e baterias
- Energia mecânica: dínamos e alternadores
- Energia térmica: termopares
- Energia luminosa: células fotovoltaicas

## Representação de uma fonte de tensão contínua (DC)



Terminal positivo: maior potencial elétrico ( $V_A$ ) – traço maior e fino

Terminal negativo: menor potencial elétrico ( $V_B$ ) – traço menor e grosso

No circuito (fora da fonte) os portadores de carga (positivos no sentido convencional da corrente) deslocam-se do maior para o menor potencial, ou seja, a corrente flui do terminal positivo para o negativo da fonte. Para que o circuito se feche, é necessário que dentro da fonte os portadores de carga sejam trazidos do potencial menor (-) para o maior (+) pela ação de um campo não-eletrostático (devido, por exemplo, à reação química dentro da bateria).

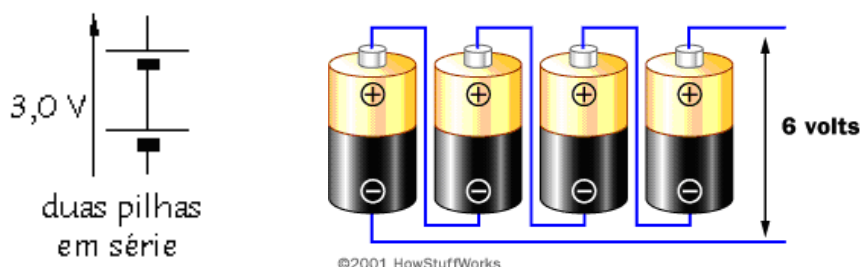
## Força eletromotriz (fem)

É o trabalho por unidade de carga realizada pelo campo não-eletrostático para levar os portadores do terminal negativo para o positivo.

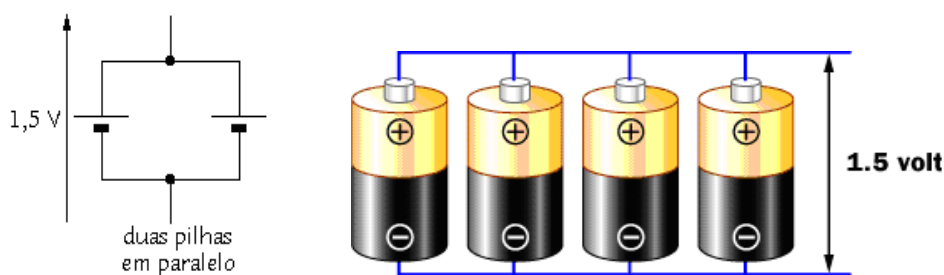
Símbolo:  $\epsilon$  Unidade no S.I (a mesma de potencial elétrico - volt)

## Associações de baterias

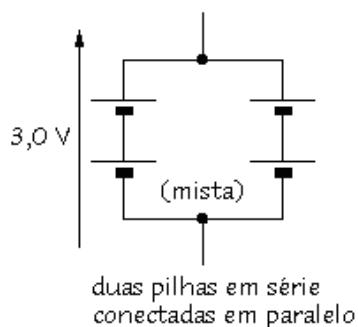
1. Associação em série: a corrente que passa por cada bateria é a mesma, mas as fem's em cada bateria se somam (são elevações de potencial). Usamos esse tipo de associação para conseguir altas tensões. O termo pilha ou bateria vem dessa característica.



2. Associação em paralelo: a fem da associação é a mesma fem de cada bateria. No entanto, a corrente na associação é a soma das correntes em cada bateria. Usamos esse tipo de associação para conseguir altas correntes.

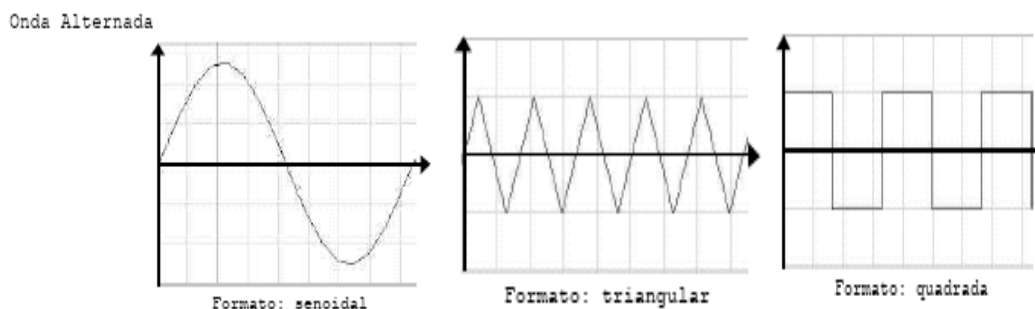


3. Associação Mista



## TENSÃO E CORRENTE ALTERNADAS

Uma forma de onda de um sinal de tensão ou corrente alternada é aquela onde a **intensidade e a polaridade** alteram-se ao longo do tempo. Em geral são sinais periódicos como as formas de onda apresentadas:



A forma de onda periódica mais importante e de maior interesse é a alternada senoidal de tensão e de corrente, porque a energia gerada nas usinas das concessionárias e a maioria dos equipamentos usam tensão e corrente alternadas senoidais.

A maior parte da energia elétrica consumida é gerada e distribuída na forma de tensão e corrente alternadas para os consumidores que são as residências, o comércio e principalmente, as indústrias.

A principal razão pela qual a energia elétrica gerada e distribuída em grande escala ser em tensão e corrente alternadas é que ela apresenta uma facilidade tanto na geração como na transformação dos níveis de tensão (elevação ou redução). Para transportar a energia a longas distâncias é necessário elevar a tensão a níveis que chegam a 500kV, para reduzir as perdas no transporte (principalmente por Efeito Joule). Nos centros de consumo a tensão é novamente reduzida e distribuída aos consumidores.

Os motores de corrente alternada são construtivamente menos complexos que os motores de corrente contínua. Isto é uma grande vantagem, pois reduz custos e cuidados com a manutenção. Por isso são os mais baratos e os mais usados nos equipamentos.

Além disso, os sinais senoidais de tensão e de corrente são muito estudados porque são, em muitos casos, a base para vários outros sinais. Isto quer dizer que muitos sinais podem ser analisados pela combinação de mais de um sinal senoidal.

O objetivo é apresentar o processo de geração da corrente alternada senoidal e especificar as suas características, parâmetros e terminologias.

## PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO GERADOR DE CORRENTE ALTERNADA.

Um gerador de corrente alternada funciona com base na indução de força eletromotriz num condutor em movimento dentro de um campo magnético.

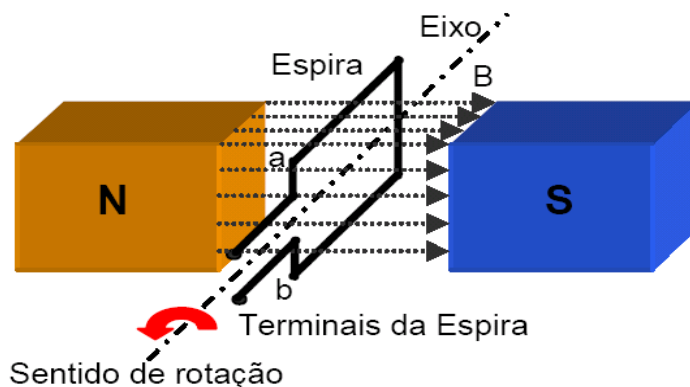
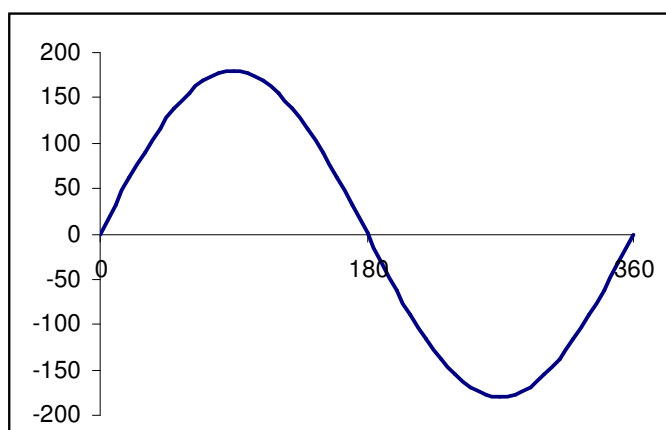


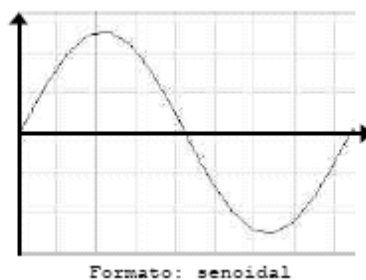
Figura 2.2.1 – Gerador de Corrente Alternada Elementar: espira girando num campo magnético

Abaixo a tensão gerada:



**Tensão ou Corrente Alternada Senoidal** é aquela cuja forma de onda é representada por uma senóide. Dizemos que é um sinal senoidal.

Onda Alternada

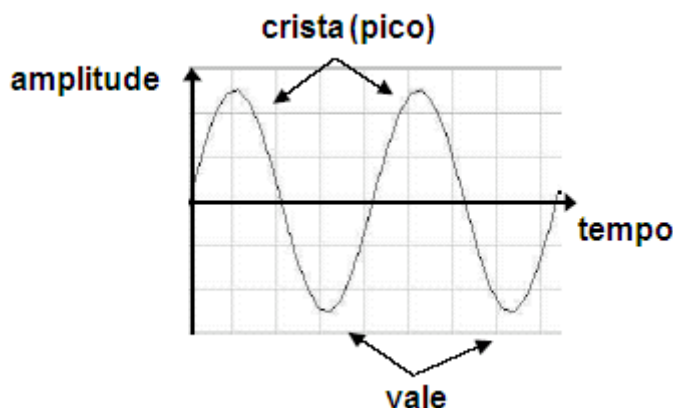




## Composição da Onda

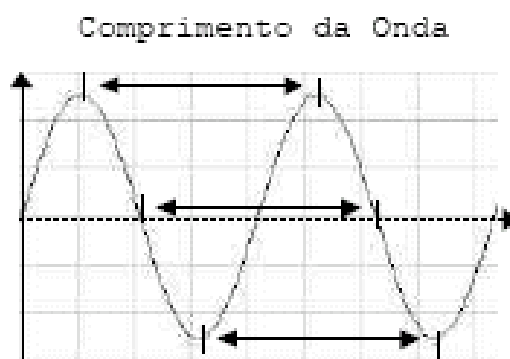
A região mais alta da onda, isto é, o maior valor de amplitude é denominado de crista ou pico da onda. A região mais inferior da onda, isto é, o menor valor de amplitude é denominado de vale.

Acima do eixo do tempo, a amplitude é positiva e abaixo do mesmo, a amplitude é negativa. Portanto, também está correto determinar que a onda tem picos positivos e negativos, que correspondem à crista e ao vale respectivamente.



## Comprimento de Onda

A distância entre dois picos, sejam eles positivos ou negativos, é denominado de comprimento da onda.



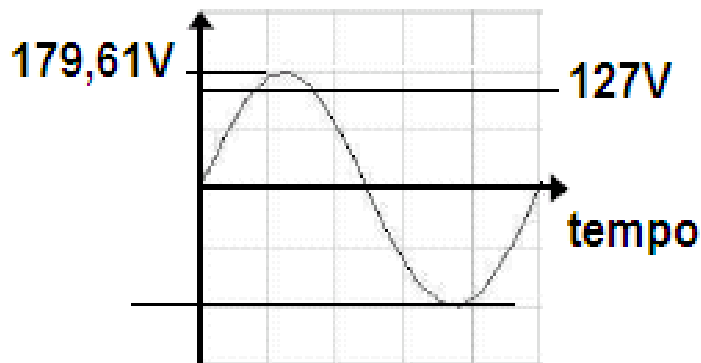
## Amplitude da Onda

O eixo vertical do gráfico abaixo representa o valor da amplitude da onda, cuja unidade é o Volt, logo a amplitude da onda representa a tensão do sinal elétrico. Durante um ciclo, a corrente e a tensão tomam valores diferentes de instante a instante: esses são ditos valores momentâneos ou instantâneos, dentre os quais cumpre destacar o valor máximo (I máx.).

Entretanto, na prática, não é o valor máximo o empregado, e sim o valor eficaz. Pôr exemplo, um motor absorve uma corrente de 5A, que é

o valor eficaz. Define-se como valor eficaz de uma corrente alternada o valor de uma corrente contínua que produzisse a mesma quantidade de calor na mesma resistência.

**amplitude**



Esse valor é expresso pôr:

$$I \text{ eficaz} = \frac{\sqrt{2}}{2} I_{\text{máx}} \text{ ou } I_{\text{ef}} = I_{\text{máx}} / \sqrt{2} \text{ ou } I_{\text{ef}} = 0,707 I_{\text{máx}}$$

Por analogia  $V_{\text{eficaz}} = \frac{\sqrt{2}}{2} V_{\text{máx}}$  ou  $V_{\text{ef}} = v_{\text{máx}} / \sqrt{2}$  ou  $V_{\text{ef}} = 0,707 V_{\text{máx}}$

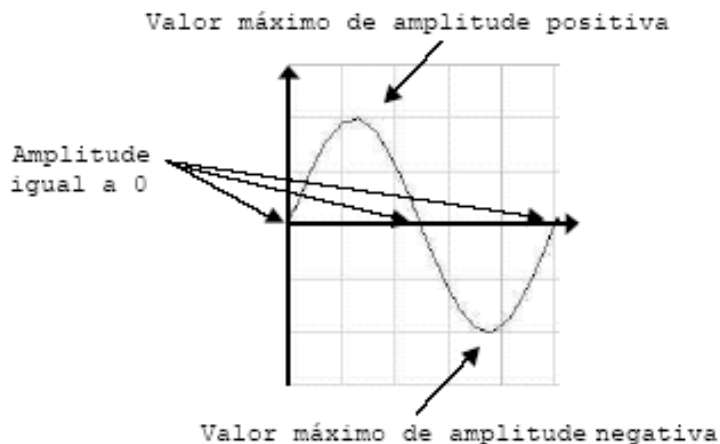
No exemplo do gráfico acima temos  $V_{\text{máx}} = 179,61\text{V}$  portanto

$$V_{\text{ef}} = V_{\text{máx}} / \sqrt{2} \text{ então } V_{\text{ef}} = 127\text{V}$$

### **Ciclos da Onda**

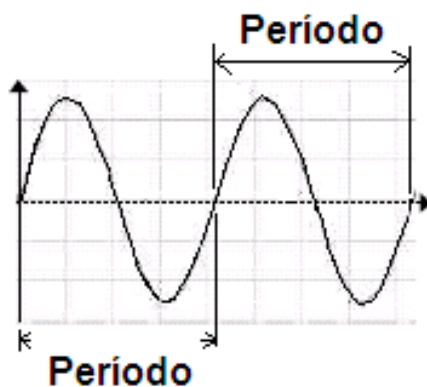
Em uma onda alternada, temos picos positivos e negativos, os quais também são chamados de fases positivas e negativas da onda. Um ciclo de onda é determinado por um trecho da onda. Esse trecho se inicia quando a fase positiva está com valor igual a zero e em seguida a fase positiva atinge o máximo de amplitude positiva, depois atinge novamente o valor zero, passando a existir nesse momento a fase negativa, que vai atingir o valor máximo de amplitude negativa e finalmente retorna novamente a zero.

Esse trajeto compõe um ciclo de onda que é caracterizado pelo traçado completo da fase positiva e da negativa. A essa variação completa, em ambos os sentidos, sofrida pela corrente alternada, dá-se o nome de ciclo. O número de ciclos descritos pela corrente alternada, na unidade de tempo, chama-se freqüência. Sua unidade é o Hertz. É medida em instrumentos chamados freqüencímetros.



### Período da Onda ( T )

É o tempo em segundos necessário para se gerar em os ciclos de onda, que podem ser compreendidos como o intervalo de tempo entre o surgimento do primeiro ciclo em relação ao surgimento do segundo ciclo de onda.

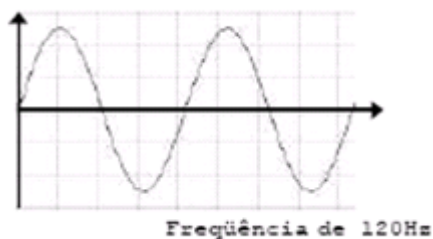


Onde : Período =  $1 / \text{freqüência}$  ou  $T = 1 / f$

### Freqüência ( f )

É a quantidade de ciclos de onda gerados em um espaço de tempo. Quanto mais rápida for a oscilação entre a fase positiva e a negativa, maior será a freqüência da onda. O comprimento da onda ou o período (T) é inversamente proporcional à freqüência da onda.

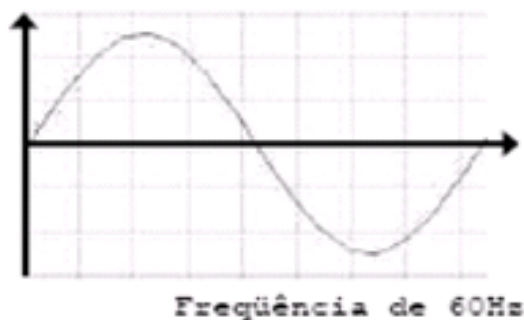
Unidade de freqüência é Hz (Hertz) e  $1\text{Hz} = 1\text{ciclo por segundo}$ .



Freqüência é muito utilizada na análise de performance do computador. Há dispositivos em que a sua velocidade é determinada através da sua freqüência de operação, como é o caso do processador, tornando possível distinguir os mais velozes e os lentos.

Portanto:  $f = 1 / T$  [Hz] e  $T = 1 / f$  [s]

Exemplo: Tendo o gráfico abaixo:



Como a freqüência da rede de energia elétrica é igual a 60 Hz. Então  $f = 60$  Hz portanto o período (  $T$  ) desta forma de onda será de:

$T = 1 / f$  portanto  $T = 1 / 60$  teremos  $T = 0,0167$  ou  $T = 16,7$ ms

