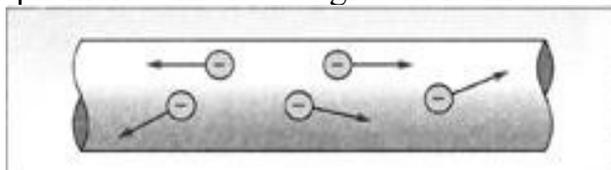


GRANDEZAS ELÉTRICAS – CONCEITOS BÁSICOS

1.1- Condutores e isolantes

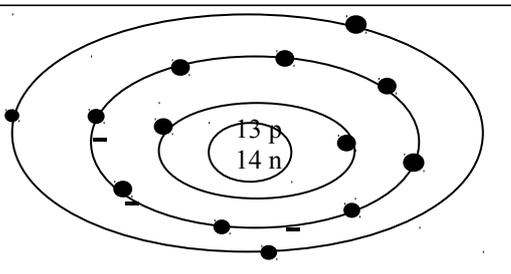
Nos átomos dos materiais os elétrons são distribuídos em camadas (ou níveis de energia) em torno do núcleo, sendo a última, a mais externa, denominada camada de valência. Dessa camada, elétrons podem se liberar com maior ou menor facilidade, dependendo do tipo de material considerado, ao receberem energia adicional (campo elétrico, luz, calor), produzindo “elétrons livres”, que aparecem em movimento desordenado entre os átomos do material.

Nos metais em geral (prata, cobre, ouro, alumínio etc), onde são poucos os elétrons na última camada, já nas condições ambientes observa-se uma grande quantidade de elétrons livres, fato que indica um elevado grau de facilidade de liberação de elétrons.



Elétrons livres num fio condutor.

A seguir são apresentadas as distribuições eletrônicas nos átomos de cobre e de alumínio, onde se verifica a existência de poucos elétrons na última camada.

Cobre	Alumínio	
K – 2 elétrons L – 8 elétrons M – 18 elétrons N – 1 elétron	K – 2 elétrons L – 8 elétrons M – 3 elétrons	

Classificação Elétrica dos Materiais:

O grau de facilidade ou de dificuldade de liberação de elétrons permite se classificar os materiais em:

Materiais condutores

São materiais que apresentam grande facilidade de liberação de elétrons.

Exemplos: cobre, prata, ouro, alumínio.

Materiais isolantes

São materiais que apresentam extrema dificuldade de liberação de elétrons.

Exemplos: vidro, borracha, plástico.

Materiais semicondutores

São materiais com grau de dificuldade intermediário entre condutores e isolantes.

Exemplos: carbono, silício, germânio.

Na prática são utilizadas as propriedades “**condutividade**” e “**resistividade**” para fazer a distinção dos materiais quanto a facilidade ou dificuldade de condução de corrente elétrica. Segue tabela com exemplos de materiais e suas respectivas **resistividades**.

Material	Classificação	Resistividade à 20° C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Cobre	condutor	0,0172
germânio	semicondutor	470000
Mica	isolante	90000000000

(resistividade de alguns materiais)

==> CARGA ELÉTRICA:

Propriedade elétrica das partículas atômicas que compõem a matéria. Sua unidade no SI é o Coulomb (C)

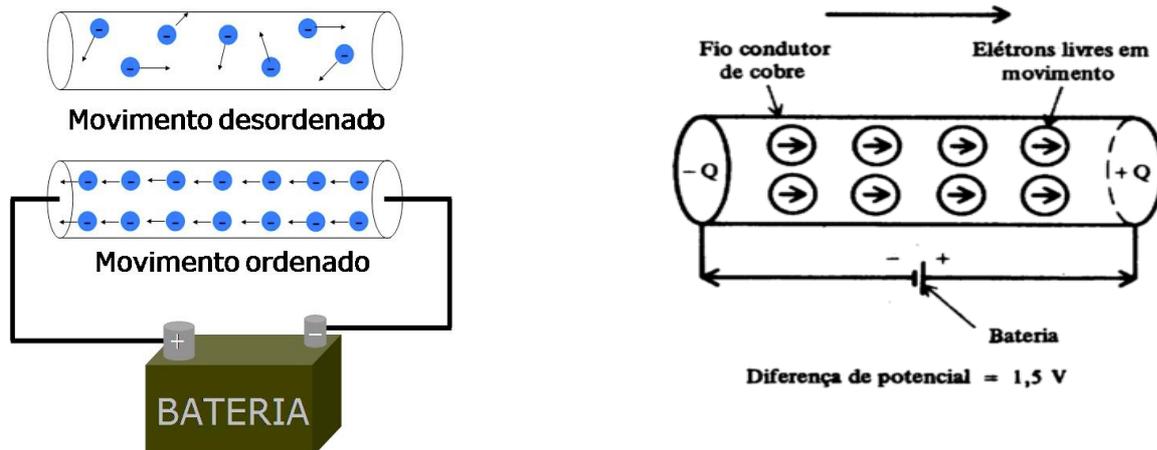
- **Carga elementar: $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$** - A carga elétrica é uma propriedade natural do próton e do elétron, que se manifesta por meio de forças elétricas de atração ou de repulsão entre eles.
- **cargas positivas (p) e negativas (e)/ atração e repulsão:** A carga que se movimenta de um corpo para outro é do tipo negativa, mais precisamente trata-se do elétron.
- **conservação da carga elétrica:** carga elétrica não pode ser criada nem destruída, apenas transferida de um corpo para outro.

Os efeitos elétricos podem ser atribuídos à separação de cargas e ao seu movimento. Na teoria de circuitos, a separação das cargas dá origem a uma tensão elétrica, e o movimento das cargas origina uma corrente elétrica.

1.2 – A corrente elétrica: I, i

Quando um elemento condutor é ligado aos pólos de uma fonte de energia elétrica, cria-se as condições necessárias (**campo elétrico**) para a liberação dos elétrons, que são portadores de carga elétrica do tipo negativa, bem como para a movimentação dos mesmos ao longo do caminho fechado estabelecido. Portanto, o caminho condutor passa a ser percorrido por cargas elétricas, que se movimentam continuamente em único sentido, ou, ora em um sentido, ora noutro, dependendo do comportamento da fonte.

Esse é o fenômeno da corrente elétrica.



Portanto, de uma forma geral, **corrente elétrica é o movimento ordenado de cargas elétricas através de um meio condutor**, sendo nos condutores metálicos (cobre, alumínio etc.) formada por elétrons livres que se movimentam no sentido do pólo negativo para o pólo positivo da fonte.

A bem da verdade, esse “movimento ordenado” é uma simplificação, pois, na realidade, a movimentação dos elétrons é marcada por choques entre si e contra os átomos do próprio material, resultando numa arrastada e lenta progressão, no sentido determinado pelo pólo positivo da fonte, ou seja, no sentido contrário ao campo elétrico estabelecido através do condutor.

Note que a presença de uma corrente elétrica é indicada por uma seta associada a letra “I”(maiúscula ou minúscula), sendo o sentido da seta oposto ao real de movimento dos elétrons.

Tipos de correntes:

a) Quanto a natureza, ou origem:

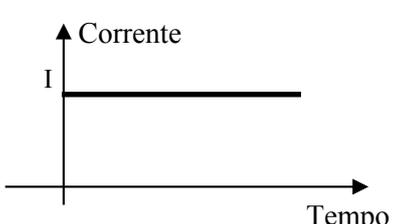
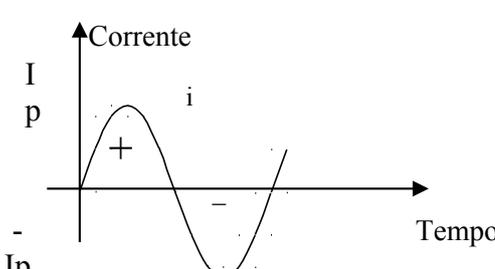
Corrente eletrônica – É o tipo de corrente formado por elétrons em movimento ordenado, através de um condutor sólido.

Este é o tipo mais comum, a ser estudado no presente curso.

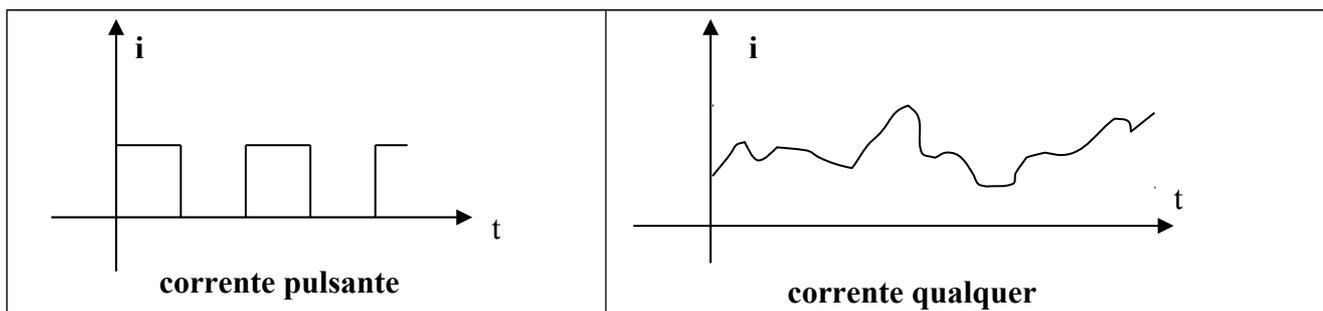
Corrente iônica – É o tipo formado por íons em movimento ordenado, que ocorre através de uma solução condutora.

Íons são átomos carregados eletricamente, pela doação ou recebimento de elétrons.

b) Quanto ao regime, ou comportamento:

<p style="text-align: center;"><u>Corrente contínua (CC ou DC)</u></p> <p>É o tipo de corrente onde o sentido e a intensidade (taxa de carga no tempo) se mantêm constantes, no passar do tempo.</p> <p><i>Este tipo de corrente é produzido em circuitos alimentados por pilhas e baterias, por exemplo.</i></p>	<p style="text-align: center;">Graficamente:</p>  <p style="text-align: center;">Corrente Contínua</p>
<p style="text-align: center;"><u>Corrente alternada (CA ou AC)</u></p> <p>É o tipo de corrente onde o sentido e a intensidade (taxa de carga no tempo) variam de modo alternado, no passar do tempo, podendo assumir um comportamento senoidal.</p> <p>Neste caso a corrente será do tipo alternada senoidal.</p> <p><i>O modo “alternado” considera que sejam atingidos, periodicamente, picos positivos e negativos de igual intensidade ou amplitude, resultando numa média nula.</i></p> <p><i>A corrente alternada senoidal é aquela encontrada no nosso sistema elétrico residencial, comercial, etc.</i></p>	<p style="text-align: center;">Graficamente:</p>  <p style="text-align: center;">Corrente Alternada Senoidal (+) num sentido (-) noutra sentido</p>

Existem outros tipos de correntes, quanto ao comportamento, como por exemplo as mostradas nos gráficos abaixo:



Intensidade de corrente elétrica: I, i

Estudamos até aqui a corrente elétrica de modo qualitativo, como sendo o fenômeno de movimentação ordenada de cargas elétricas. Agora vamos considerar seu aspecto quantitativo, ou seja, a sua intensidade, que pode ser definida, medida e expressa através de uma unidade do SI (Sistema Internacional de Unidades).

A **intensidade de corrente elétrica** é definida como sendo a razão entre a quantidade de carga que atravessa o condutor, e o intervalo de tempo considerado.

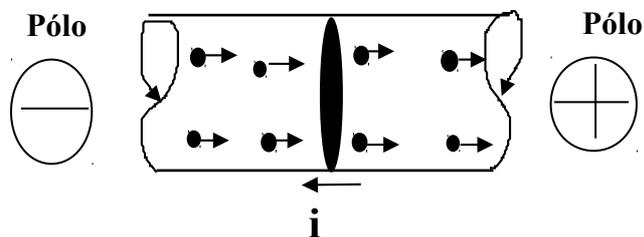
Resumidamente, corrente é **taxa de carga no tempo**.

Então, por definição, intensidade de corrente é: $i = \Delta q / \Delta t$ (A)

(onde $\Delta q = n \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Unidade (SI): ampère (A)

onde $1A = 1C/s$



Observe que:

1- o sentido da corrente, indicado por seta, é oposto ao sentido real de movimento dos elétrons, ocorrendo do pólo positivo para o pólo negativo da fonte. Este sentido inverso, adotado na análise dos circuitos elétricos, tem origem no tempo em que se achava que corrente era fluxo de cargas positivas.

2- O valor de corrente é médio, se a corrente não for constante no intervalo considerado. Se o intervalo de tempo tender a zero, o valor da corrente será instantâneo.

Aplicação 1 - Determine a intensidade de corrente elétrica que atravessa um condutor, se por sua seção transversal passam, à cada 5 s, uma quantidade de $2 \cdot 10^{20}$ elétrons.

(Resp.: $i = 6,4 \text{ A}$)

1.3 – A tensão elétrica: (V, v ou U, u)

a- Introdução

Do campo da Eletrostática vamos importar um conceito e um princípio que vão ajudar a explicar e compreender a natureza da tensão elétrica:

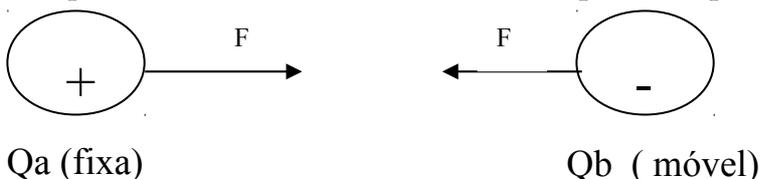
Carga elétrica: É a propriedade dos prótons (carga positiva) e dos elétrons (carga negativa), de valor absoluto $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, que produz interação atrativa/repulsiva entre eles, obedecendo o princípio:

“cargas de mesmo nome se repelem e cargas de nomes diferentes se atraem”.

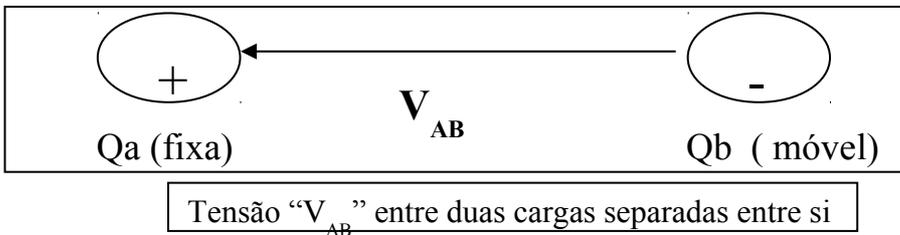
Portanto, prótons e elétrons, se atraem mutuamente, através da ação de forças elétricas.

Assim, quando duas cargas elétricas, uma positiva fixa (Q_a) e outra negativa móvel (Q_b) estão separadas entre si, a carga negativa apresentará, em relação à carga positiva, uma energia potencial, ou capacidade de realizar trabalho, de modo semelhante ao observado quando um corpo é elevado em relação à superfície da Terra, ou quando uma mola sofre esticamento, por exemplo.

Se a separação das cargas se der à velocidade constante, “ Q_b ” apresentará uma energia potencial igual ao trabalho realizado na sua separação, a ser liberada no seu retorno espontâneo para junto da carga fixa “ Q_a ”.



Dividindo-se o valor dessa energia em “ Q_b ” pela sua quantidade carga, obtém-se a sua **energia potencial unitária**, isto é, a sua **energia por unidade de carga**, denominada de **tensão elétrica** que, por razões históricas, é referida de “A” para “B”, na forma de V_{AB}



Por exemplo:

Desprezando-se os sinais, se na separação (à velocidade constante) de uma carga negativa de 10 C, de uma positiva qualquer, é realizado um trabalho de 20 joules, existirá entre elas uma tensão elétrica de valor igual a $20 \text{ J} / 10 \text{ C} = 2 \text{ J/C}$ ou 2 volts. Ou seja, cada unidade de carga acumulará 2 J de energia, que permitirá o seu retorno espontâneo ao ponto inicial de partida.

Diante do exposto, pode-se estabelecer o seguinte princípio:

“Se houver a separação entre cargas positivas e negativas haverá entre elas uma tensão elétrica”.

b- Definição de Tensão Elétrica

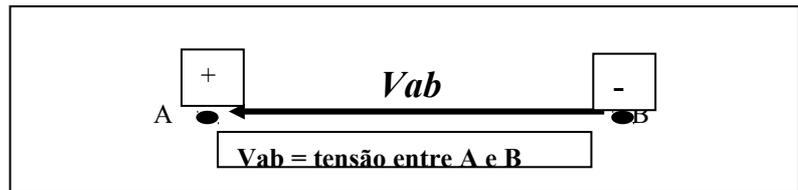
Muito embora não tenha emprego direto na prática dos circuitos elétricos, a definição matemática da tensão elétrica se faz necessária, na medida em que carrega consigo informações fundamentais como símbolos, unidade de medida, sinônimos de tensão etc. Vejamos:

Se entre dois pontos A e B existe uma tensão elétrica “ V_{ab} ”, sua medida é a razão entre o trabalho “ W_{ba} ” necessário para deslocar, à velocidade constante, uma carga “ q ” de “B” até “A”, e o próprio valor da carga “ q ” deslocada.

Ou seja:

$$V_{ab} = W_{ba}/q$$

(De modo geral: $V = W/q$)



- Unidade de Tensão Elétrica (SI): volt (V),..... onde $1V = 1 \text{ J/C}$
- Símbolo de Tensão: V, v, U, u

Por exemplo: Se $W_{ba} = 20 \text{ J}$ e $q = 2C$, então $V_{AB} = 10 \text{ V}$

- Sinônimos: A tensão elétrica é também denominada: **diferença de potencial elétrico (ddp), força eletromotriz (fem), ou, simplesmente, potencial elétrico.**

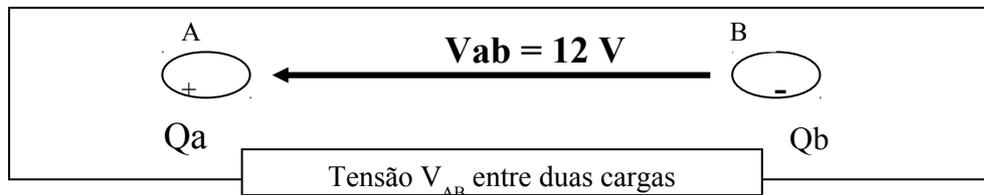
A expressão “Potencial Elétrico” é geralmente usada para se referir à tensão medida em relação à terra (referência zero), ou seja, “dizer potencial elétrico” equivale dizer “ddp contra terra”.

Note que, sendo a terra (o solo) referência zero de potencial, uma carga positiva tem potencial maior que o da terra, enquanto a carga negativa tem menor.

Na análise de circuitos normalmente se está interessado na variação do potencial (ddp) que ocorre entre os terminais de um elemento. Daí o uso comum das expressões “elevação de tensão” e “queda de tensão”, respectivamente, para indicar variação positiva e negativa de potencial. Assim, seguindo-se o sentido da corrente, no elemento resistor ocorrerá sempre queda de tensão, enquanto no elemento fonte poderá ocorrer elevação ou queda, dependendo de sua situação no circuito.

• Representação da Tensão:

Como a tensão é uma grandeza relativa, medida de um local (ou corpo) em relação a outro, pode assumir valores positivos ou negativos e ser representada através do uso de seta (ou de sinais positivo/negativo), onde a ponta da seta (ou sinal positivo) aponta onde está o maior potencial.

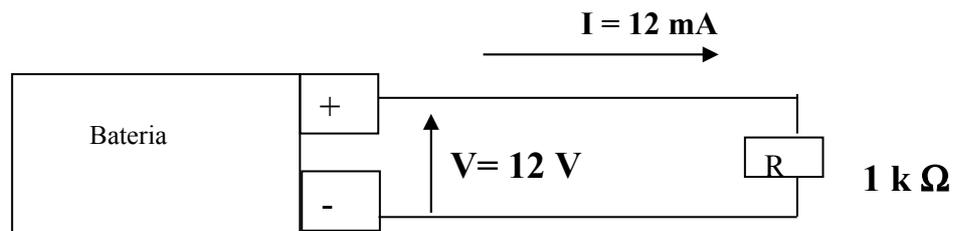


Na prática, a seta ou o sinal positivo, apontará para o pólo positivo de uma fonte de tensão (bateria, por exemplo), que é o terminal com excesso de cargas positivas, que indica carência de elétrons.

c- Conceito prático da Tensão Elétrica

Ao se ligar os pólos positivo/negativo de uma bateria aos terminais de um circuito elétrico, se observará o aparecimento de uma **corrente elétrica**, cuja intensidade dependerá diretamente da **tensão entre os pólos** e inversamente da dificuldade de movimento (ou **resistência “R”**) encontrada pelos elétrons.

Se, por exemplo, a medida dessa tensão for $V = 12 V$ e dessa resistência $1 k\Omega$, a corrente no circuito resultará em $12 mA$ ($I=V/R$).



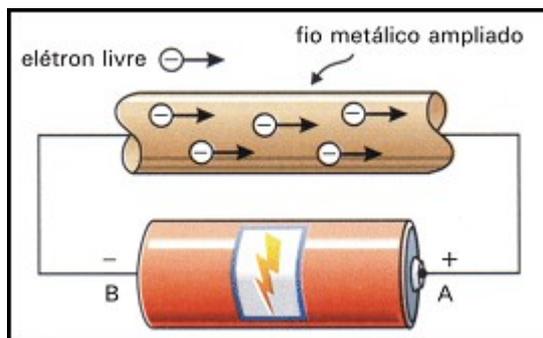
Percebe-se assim que a **tensão elétrica** é uma **causa** e a **corrente elétrica** é um **efeito**.

Neste contexto, lembrando-se de que, na sua essência, **tensão** é o mesmo que **energia potencial** unitária (ou ainda, **taxa de energia**), pode-se adotar o seguinte conceito prático para a tensão elétrica, a ser adotado na análise de circuitos elétricos:

Tensão Elétrica é a capacidade de produção de corrente elétrica.

Assim, de um modo geral, as fontes ou geradores elétricos apresentam, entre seus pólos, a tensão elétrica, decorrente da concentração de elétrons no pólo negativo e da falta de elétrons no pólo positivo, que é, como vimos, efeito resultante da separação de cargas positivas e negativas.

Se aplicada aos extremos de um elemento condutor, ou de um circuito elétrico, essa energia representada pela tensão elétrica será responsável pela aceleração e movimento de elétrons, do pólo negativo (que atua como fornecedor de elétrons) ao pólo positivo (que atua como receptor de elétrons), produzindo uma corrente elétrica, cujo sentido indicado é oposto ao real de movimento dos elétrons.



Elétrons em movimento ordenado formando uma corrente elétrica (i), provocada pela tensão elétrica (v)

Como existe a inversão na indicação da corrente, pode-se considerar que a fonte de tensão fornece a energia necessária para a manutenção da corrente elétrica ao longo do circuito, e não que fornece energia para a movimentação dos elétrons. Ou seja, em geral, esqueça os elétrons e fale da corrente.

Aprofundando-se um pouco mais:

Esse fornecimento de energia à corrente ocorre de modo contínuo ao longo de todo um circuito, pela ação de um “campo elétrico”(que é um campo de forças elétricas), sobre os elétrons ação esta representada pela tensão elétrica em cada ponto.

d- Tipos de Tensão Elétrica

Dependendo de sua fonte ou gerador, a tensão produzida pode ser do tipo **contínua** ou **alternada**, ou ter um comportamento qualquer, no passar do tempo:

- **Tensão Contínua: (Vcc ou Vdc)**

É o tipo de tensão que apresenta polaridade e intensidade constantes (a).

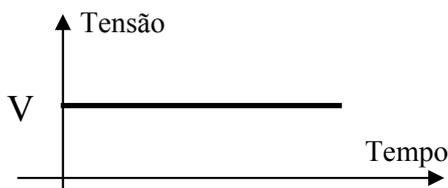
É produzida por pilha, bateria e dínamo.

- **Tensão Alternada: (Vac ou Vca)**

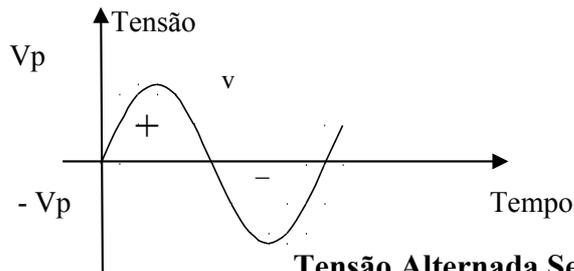
É o tipo de tensão que apresenta variação alternada de polaridade e de intensidade.

Quando essa variação assume comportamento senoidal, tem-se a **tensão alternada senoidal** (b).

Esse é o tipo de tensão produzida nos alternadores, estando presente em nossas instalações elétricas residenciais, comerciais, etc....



Tensão contínua



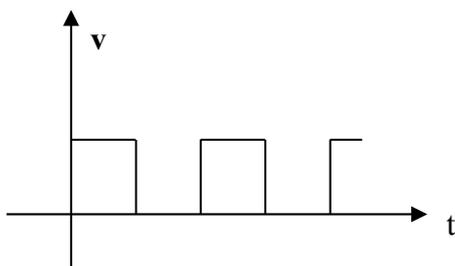
Tensão Alternada Senoidal

Como existe uma relação direta de causa-efeito entre a tensão (a causa) e a corrente (o efeito), então, conclui-se que:

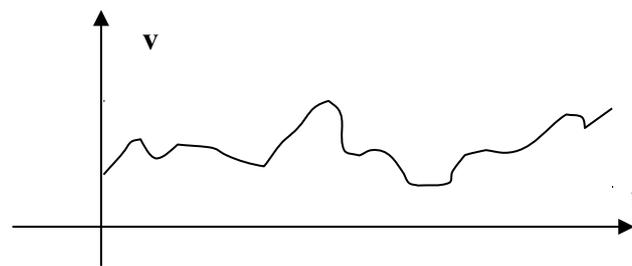
- Tensão contínua produz corrente contínua;
- Tensão alternada produz corrente alternada.

*A tensão presente nas tomadas elétricas de nossas residências é do tipo alternada senoidal, cujos máximo e mínimo são aproximadamente $+311\text{ V}$ e (-311 V) , muito embora os multímetros indiquem a medida contínua de 220 V . Este valor, corresponde a $70,7\%$ do valor máximo, representa a chamada **tensão eficaz**.*

Note que existem ainda outros tipos de tensão, como por exemplo a tensão pulsante (c) e a tensão de variação qualquer (d), ilustradas a seguir:



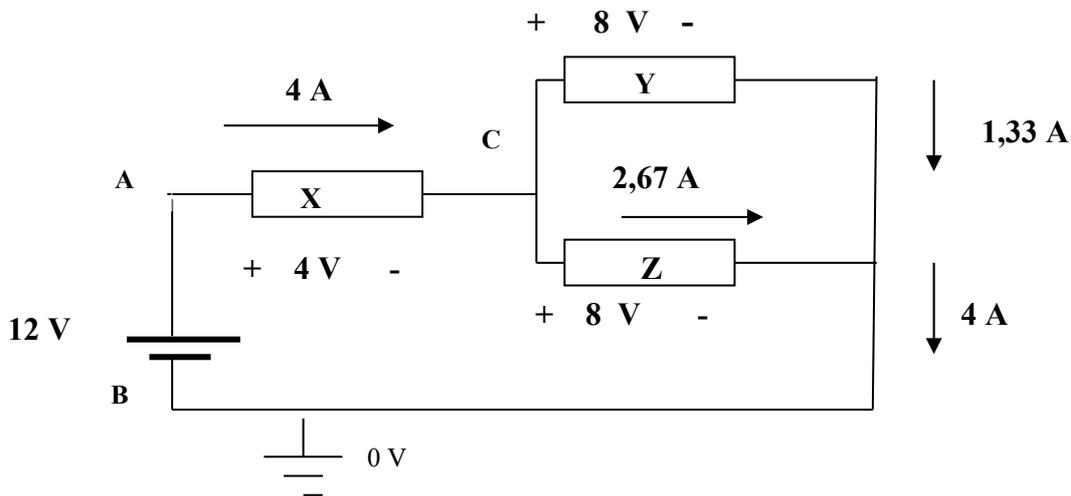
c - tensão pulsante



d - tensão qualquer

Representações de tensões e correntes nos diagramas elétricos

O diagrama seguinte mostra um esquema de um circuito elétrico, onde uma fonte de tensão DC de 12 V , alimenta um conjunto de 3 componentes limitadores de corrente (X,Y,Z), com indicações das tensões e correntes em cada um deles.



Observa-se que:

- Na simbologia adotada para a fonte, o traço maior indica o pólo positivo (potencial +12 V) e, o traço menor o negativo, ligado à terra (0V). Na fonte está indicada a ddp (ou tensão) em seus pólos (12 V);
- As tensões estão indicadas por polaridades positivo-negativas, em lugar de setas, onde a polaridade positiva está associada ao pólo positivo da fonte e indica o lado de maior potencial e a polaridade negativa indica o contrário, o de menor potencial, apesar de ser no pólo negativo onde os elétrons recebem energia para a produção da corrente elétrica e não no positivo. Esta inversão decorre de quando a corrente era considerada “ fluxo de cargas positivas”;
- Como “ potencial elétrico” é sinônimo de tensão ou ddp em relação à terra, então,
 $V_A = 12 \text{ V}$, $V_B = 0 \text{ V}$ e $V_C = 8 \text{ V}$;
- A corrente elétrica na fonte tem seu sentido indicado de modo a entrar pelo lado de menor potencial (negativo) e sair pelo de maior (positivo), sugerindo um ganho de energia, enquanto que nos demais elementos, do maior para o menor potencial, sugerindo uma queda de energia da corrente. Na realidade, nesses casos, ocorre **elevação de tensão** e **queda de tensão**, respectivamente, enquanto a corrente mantém seu regime inalterado;
- Seguindo-se a indicação da corrente: a “queda de tensão” ocorre quando há uma variação negativa de potencial, da entrada para a saída do elemento (em X,Y e Z) e, “elevação de tensão” quando ocorre o inverso (fonte);
- Assim sendo, na **fonte** observa-se uma variação positiva de **0 V** para **12 V** (elevação de **12 V**), e, ao se atravessar o elemento “**X**” o potencial varia negativamente de **12 V** para **8 V** (queda de **4 V**). Ao se atravessar os elementos (**Y** e **Z**), o potencial cai de **8 V** para **0 V**, chegando-se ao nível do pólo negativo da fonte, cujo potencial é zero, por conta de seu terra.
- O potencial cai de 12 V para 0 V para sustentar a corrente em 4 A, ao longo do circuito, da seguinte forma: de 12 V para 8 V para manter 4 A através do elemento “X”; de 8 V para 0 V para manter 4 A através de “Y” e “Z”, sendo parte por “Y” parte pelo “Z”.

1.4 – Resistência elétrica e resistor elétrico

No fenômeno da corrente elétrica, os elétrons livres em movimento ordenado realizam sucessivos choques entre si e contra os átomos do material, resultando numa certa dificuldade para a passagem da corrente .

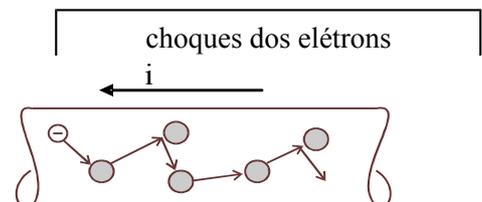
Pode-se dizer então que:

Resistência Elétrica é a grandeza que expressa a dificuldade oferecida pelo condutor à passagem da corrente elétrica.

Por definição:

A resistência elétrica de um resistor é a razão entre a tensão aplicada e a corrente resultante ($R = V/I$)

Símbolo de resistência elétrica: R , r - Unidade (SI): ohm (Ω)



Portanto, a resistência elétrica representa o fator limitador da intensidade de corrente elétrica através de um condutor, de modo que: quanto maior a resistência, menor será a intensidade de corrente observada ($I = V/R$), desde que mantida a tensão constante.

O valor da resistência elétrica varia com as dimensões e com o material do próprio condutor, de acordo com a expressão:

$$R = \rho \cdot l / A \quad (\Omega)$$

Onde:

“ ρ ” (rô) é a resistência específica, ou resistividade do material (veja quadro abaixo);

“ l ” é o comprimento do condutor (m);

“ A ” é bitola ou seção transversal do condutor (mm^2)

Note que a resistência de um elemento condutor depende diretamente do seu comprimento e inversamente de sua bitola, além de variar de material para material (ρ).

A rigor, nos metais a resistência elétrica cresce com a temperatura do condutor, que aumenta cresce com o aumento da corrente que o percorre.

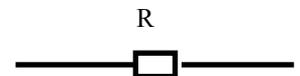
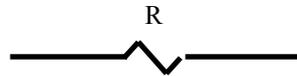
Material Condutor	Resistividade à 20° C ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Prata	0,0164
Cobre	0,0172
Ouro	0,0230
Alumínio	0,0289

(resistividade de alguns materiais condutores)

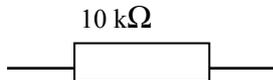
Resistor Elétrico

É todo elemento condutor elétrico que tem por finalidade a produção de determinada resistência elétrica.

Símbolos de resistor elétrico:



Exemplo:



É comum, em Eletricidade e em outras áreas do conhecimento, a adoção de múltiplos e submúltiplos das unidades SI, formados pela associação de prefixos métricos decimais às unidades, como por exemplo kW, mA, MHz, etc. Segue quadro com os principais prefixos utilizados em nossa área.

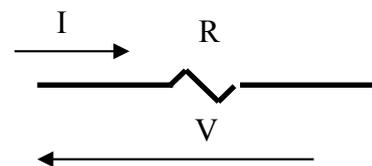
prefixo	valor associado	prefixo	valor associado
quilo (k)	10^3	mili (m)	10^{-3}
mega (M)	10^6	micro (μ)	10^{-6}
giga (G)	10^9	nano (n)	10^{-9}
téra (T)	10^{12}	pico (p)	10^{-12}

(prefixos métricos decimais do SI)

1.5- Lei de Ohm – Relação Tensão x Corrente

Como vimos, no resistor, a razão entre a tensão nos terminais e a sua intensidade de corrente é igual a sua resistência elétrica, ou seja:

$$R = V / I$$



Por exemplo, se a aplicação de 12 V resultar numa corrente de 2 A, então, a resistência elétrica será igual a $12 / 2 = 6 \Omega$.

Essa relação entre tensão e corrente no resistor escrita na forma $V = R \cdot I$ sugere uma aparente proporcionalidade entre elas, que em geral não ocorre devido a variação da resistência elétrica com temperatura, que por sua vez depende da intensidade de corrente elétrica que o atravessa.

Portanto, se eliminada a influência da temperatura no valor da resistência elétrica, a tensão e a corrente no resistor seriam diretamente proporcionais.

É o que garante a lei de Ohm, como veremos a seguir:

A lei de Ohm:

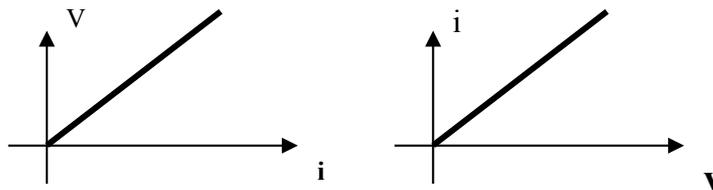
“ Num resistor à temperatura constante, a tensão e a corrente são diretamente proporcionais ”

Matematicamente:

$$V = R I$$

Onde: $R = \text{constante}$

Graficamente :



Expressando a lei de Ohm de uma outra forma:

“ Mantida a temperatura constante, a resistência elétrica de um resistor se mantém constante, para qualquer valor de tensão ou corrente ”

Na prática, como não se consegue manter a temperatura constante, aqueles condutores/resistores que apresentam, dentro de certos limites, pouca variação da resistência com a temperatura são considerados ôhmicos.

- Exemplo de material ôhmico: constantan

Caso contrário, são considerados não-ôhmicos.

- Exemplo de material não-ôhmico: tungstênio

Aplicação 2 - lei de Ohm:

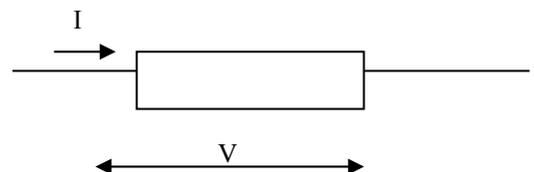
Um resistor de material **ôhmico** é submetido a tensão **12 V**, sendo percorrido por uma corrente de **2 A**.

a - Calcule o valor de sua resistência elétrica;

b - Calcule o novo valor da corrente, se for dobrado o valor da tensão aplicada (**24 V**).

1.6 – Potência Elétrica: P

Considere um elemento elétrico qualquer, onde se observa uma tensão e uma corrente.



Define-se:

A Potência Elétrica de um elemento é igual ao produto de sua tensão pela sua corrente.

Isto é:

$$P = V \cdot I$$

Unidade (SI): watt (W), onde $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$

Por exemplo, para uma tensão de **12 V** e uma corrente de **2 A**, a potência será de **24 W**.

Note que: Como tensão elétrica expressa a energia por unidade de carga ($V = W/q$) e corrente a taxa de carga no tempo ($i = q/t$), então o produto **tensão x corrente** de fato representará a **taxa de energia transformada na unidade de tempo** ($p = w/t$), taxa esta denominada **potência elétrica**.

Conceito de Potência Elétrica

Com o exposto, pode-se conceituar **potência elétrica** de um elemento qualquer como sendo **a sua taxa de fornecimento ou de consumo de energia, na unidade de tempo**.

Considerando-se um elemento de consumo (carga), a **potência elétrica representa a sua taxa de consumo de energia elétrica, no tempo**, ou seja, a **sua velocidade de consumo**.

Tomemos por exemplo uma lâmpada incandescente de 100 W/ 220 V.

Como 1 W corresponde a 1 J/s, pode-se dizer que 100 W é a velocidade de consumo de energia dessa lâmpada, uma vez que 100 W representa 100 J/s.

No elemento resistor essa potência é denominada de potência dissipada

Por outro lado, considerando-se um elemento de fornecimento de energia (fonte ou gerador), a **potência elétrica representa a sua taxa de fornecimento de energia elétrica, no tempo**, ou seja, a **sua velocidade de fornecimento de energia**.

Assim, uma bateria de 12 V, alimentando uma corrente de 5 A, estará fornecendo energia na razão de 60 W ou 60 J/s.

No elemento fonte essa potência é denominada de potência fornecida.

Note que, em qualquer caso, a potência elétrica consumida ou fornecida está condicionada a existência simultânea da tensão e da corrente no elemento.

Outras formas de cálculo da potência elétrica dissipada no resistor

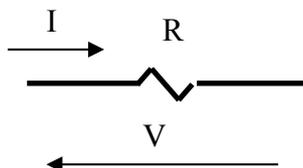
Potência dissipada é sinônimo de potência consumida, ou seja, é a taxa de transformação de energia elétrica em energia térmica, que se dispersa em forma de calor.

Combinando-se as expressões:

$$V = R \cdot I$$

e

$$P = V \cdot I$$



Obtêm-se duas novas expressões para o cálculo da potência dissipada no resistor:

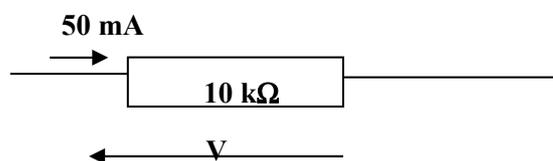
$$P = R I^2$$

$$P = V^2 / R$$

Aplicação 3:

Um resistor de **10 kΩ** é percorrido por uma corrente de **50 mA**.

Determine a sua potência dissipada nessa situação.

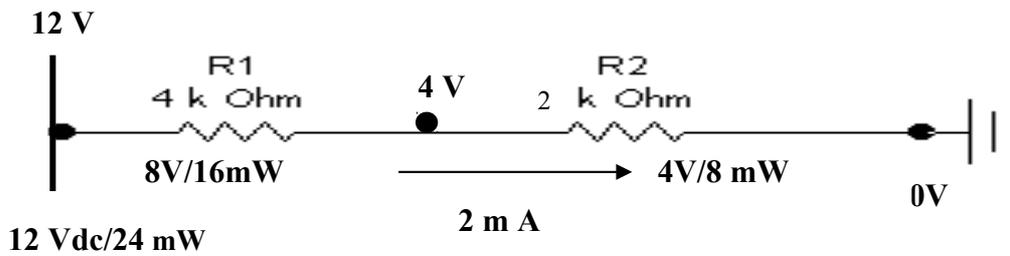


1.7 – Energia elétrica: E

Ao gerar uma tensão elétrica, a fonte estará gerando capacidade de produzir a corrente elétrica. Ligada a fonte aos terminais de um resistor ocorrerá a transferência de energia aos elétrons livres, na razão correspondente ao valor da tensão produzida (ex.: 12 V = 12 J/C), resultando no aparecimento da corrente elétrica, cuja intensidade dependerá diretamente da tensão e inversamente da resistência encontrada no resistor.

Essa corrente elétrica ao atravessar um resistor transforma a energia recebida em energia térmica, por conta do fenômeno chamado **efeito joule**, na razão representada por sua potência elétrica.

Observe como ficaria esta análise em um circuito exemplo:



Essa forma de energia transferida pela fonte à corrente elétrica, que é transformada em energia térmica nos resistores, será denominada energia elétrica.

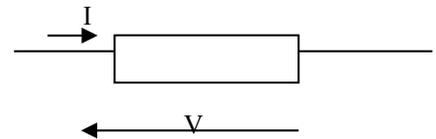
Assim, nesse contexto, pode-se adotar o seguinte **conceito** para **energia elétrica**:

Energia elétrica é a energia presente na corrente elétrica.

***Entrando em detalhes:** A fonte, pela ação de seu campo elétrico, transmite tensão às cargas representadas pelos elétrons livres do condutor (energia potencial), que ao se movimentarem produzem a corrente elétrica (energia cinética). Assim, ambas, energia potencial e cinética presentes nos elétrons livres em movimento, ou seja na corrente, são modalidades de energia elétrica.*

Analogia:

Pode-se fazer a comparação com a energia mecânica de um corpo que cai, onde em cada ponto aparece a energia potencial se transformando em energia cinética, sendo a potencial associada à posição e a cinética associada à velocidade e ambas energia mecânica.



No resistor, essa energia elétrica é transformada em energia térmica, resultando na produção de calor, luz etc, devido ao atrito provocado pelos sucessivos choques de elétrons entre si e contra os átomos do material.

Esse fenômeno da transformação de energia elétrica em energia térmica, no resistor, é conhecido por Efeito Joule e tem importantes aplicações práticas, como lâmpada incandescente e chuveiro elétrico.

Obs. : Futuramente, após o estudo do capacitor e do indutor, o conceito de energia poderá ser ampliado para: Energia elétrica é a energia associada a presença da tensão e/ ou da corrente elétrica, englobando assim as energias potenciais dos capacitores e dos indutores.

Energia Elétrica: E

Por definição, A energia elétrica (consumida ou fornecida) é igual ao produto da potência pelo tempo considerado.

Ou seja:

$$E = P \cdot t \quad (\text{J})$$

Onde : “P” é a potência (W); “t” é o tempo (s)

Unidade (SI) = joule (J)

Note que para haver consumo ou fornecimento de energia, deve haver ocorrência simultânea da tensão e da corrente, pois $P = V \cdot I$ e $E = V \cdot I \cdot t$