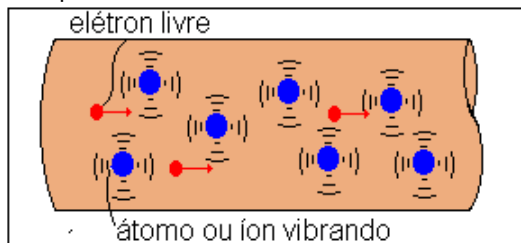


**I - CORRENTE ELÉTRICA**

**“OS APARELHOS ELÉTRICOS NÃO FUNCIONAM SEM ELA”  
“FLUXO ORDENADO DE ELÉTRONS”.**

**CONDUTOR:** Chama-se *condutor* o material ou a substância que possui *cargas livres*, isto é, cargas que são facilmente movimentadas quando sujeitas à ação de forças originadas por um campo elétrico que atue no interior do condutor.

**CORRENTE ELÉTRICA:** *Corrente elétrica* em um condutor é o movimento ordenado de suas cargas livres devido à ação de um campo elétrico estabelecido em seu interior pela aplicação de uma ddp entre dois pontos desse condutor.



**Obs.** A corrente elétrica não é consumida nos aparelhos elétricos, isto é, os elétrons não são “digeridos” nos aparelhos. O que é consumido é a energia elétrica que é transportada pelos portadores de carga. É bom lembrar que, para se consumir energia não é necessário se consumir o veículo que a transporta.

**VELOCIDADE DA CORRENTE ELÉTRICA e VELOCIDADE DOS PORTADORES DE CARGA:** A velocidade que nós corriqueiramente chamamos de “Velocidade da corrente” é aquela com a qual as mudanças do campo se propagam, e não a velocidade dos portadores de carga. A velocidade dos portadores de carga num fio metálico é da ordem de alguns milímetros por segundo.

**CONDIÇÕES PARA SURGIMENTO E MANUTENÇÃO DE UMA CORRENTE ELÉTRICA:**

- A) CIRCUITO FECHADO (Trajetória fechada)
- B) Existência de uma força atuando nas cargas elétricas.
- C) Existência de cargas livres.

**CORRENTE DE CONDUÇÃO:** *Corrente de condução* ou *corrente eletrônica* é aquela resultante do movimento de *elétrons* em condutores *metálicos*.

**CORRENTE DE CONVECÇÃO:** *Corrente de convecção* é aquela devida ao movimento de íons positivos e negativos em condutores líquidos, ou seja, em *eletrólitos* e em condutores gasosos. Nestes últimos temos movimento tanto de íons positivos e negativos quanto de elétrons livres.

**SENTIDO DA CORRENTE ELÉTRICA:** Por convenção, o sentido da corrente é o do deslocamento das cargas livres positivas do condutor, ou seja, o mesmo do campo elétrico que a mantém.

**CORRENTE CONVENCIONAL:** É chamada *corrente convencional* a corrente imaginária de cargas positivas num condutor metálico.

**INTENSIDADE MÉDIA DA CORRENTE ELÉTRICA:** *Intensidade média da corrente elétrica* no condutor é a quantidade de carga ( $\Delta q$ ) que atravessa uma seção transversal do condutor na unidade de tempo ( $\Delta t$ ).

- Intensidade média da corrente elétrica

$$i = \Delta q / \Delta t \text{ ou } i = ne / \Delta t$$

n = número de cargas elementares  
e = carga elementar =  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

**UNIDADE DE INTENSIDADE DE CORRENTE ELÉTRICA:** No S.I. a intensidade de corrente elétrica tem como unidade o ampère (A), sendo  $1 \text{ A} = \text{C/s}$ .

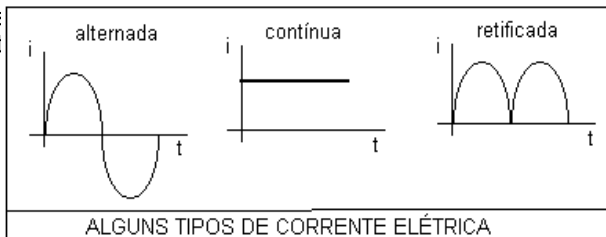
**TIPOS DE CORRENTE ELÉTRICA**

**CORRENTE ALTERNANTE (ALTERNADA):** A *corrente alternante* é caracterizada pelo fato de o sentido do campo que a produz se inverter periodicamente. Nesse tipo de corrente as cargas apresentam movimentos vibratórios e a corrente é positiva num intervalo de tempo e negativa num igual e sucessivo.

**CORRENTE CONTÍNUA:** A *corrente contínua* é caracterizada pelo fato de o sentido do campo elétrico que a produz permanecer invariável. Numa corrente contínua a intensidade da corrente não é necessariamente constante.

**CORRENTE RETIFICADA:** *Corrente retificada* ou *corrente pulsante* é a corrente contínua de intensidade variável, obtida a partir de corrente alternada por meio de dispositivos chamados *retificadores*.

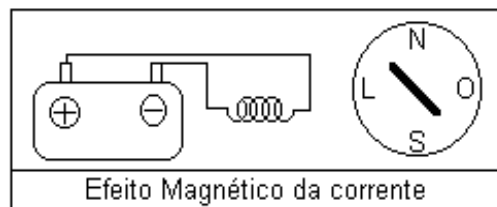
**Obs:** elét carga



**EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA**

**EFEITO JOULE:** O *efeito Joule* ou *efeito térmico* de uma corrente elétrica de condução é o aquecimento que observamos num condutor devido à passagem dessa corrente por ele. É resultante da maior vibração dos átomos do condutor em razão dos choques entre os elétrons livres em movimento e estes átomos.

**EFEITO MAGNÉTICO DA CORRENTE ELÉTRICA:** Quando qualquer condutor é percorrido por uma corrente elétrica a região que envolve o condutor é modificada pela passagem dela. Chamamos de *campo magnético* à região em torno do condutor modificada pela presença da corrente elétrica e de *efeitos magnéticos* da corrente elétrica aos efeitos resultantes da existência desse campo magnético.



**EFEITO QUÍMICO DA CORRENTE ELÉTRICA:** Chamamos *efeitos químicos* da corrente elétrica às reações químicas que a passagem da corrente elétrica por um eletrólito provoca.

**EFEITO LUMINOSO DA CORRENTE ELÉTRICA:** Certos gases, ao serem percorridos pela corrente elétrica, se ionizam e emitem luz. A essas emissões de luz chamamos de *efeito luminoso* da corrente elétrica.

**EFEITOS FISIOLÓGICOS DA CORRENTE ELÉTRICA:** A corrente elétrica, ao percorrer o corpo de qualquer animal, provoca certos efeitos, chamados *efeitos fisiológicos* da corrente elétrica, que dependem da intensidade da corrente e que são devidos, basicamente, interferência da corrente nos impulsos nervosos (contrações musculares) e a produção de calor por efeito Joule (queimaduras).

**II - RESISTÊNCIA ELÉTRICA**  
 “OPOSIÇÃO A PASSAGEM DA CORRENTE”

**RESISTÊNCIA ELÉTRICA(R):** Chama-se *resistência elétrica* de um bipolo a constante de proporcionalidade igual à razão entre a ddp(V) mantida entre os terminais do condutor, e a intensidade da corrente(i) que passa por ele.

Resistência = ddp entre os terminais de um bipolo / intensidade de corrente que o percorre  $R = V / i$



**OHMÍMETRO:** é o instrumento utilizado para medir a resistência elétrica.

**SIGNIFICADO FÍSICO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA:** A resistência de um bipolo representa a oposição que este oferece à passagem da corrente elétrica.

A resistência elétrica de um sólido depende basicamente de dois fatores: 1º) do número de elétrons livres existentes em sua estrutura e 2º) da mobilidade dos elétrons livres ao se deslocarem através da rede cristalina.

**UNIDADE DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA:** No S.I. a unidade de resistência elétrica é o *ohm* ( $\Omega$ ), sendo  $1\Omega = V/A$ .

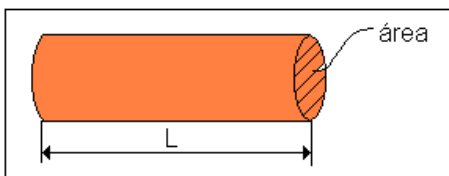
**LEI DE OHM:** Um condutor obedece a lei de Ohm se o valor da sua resistência ( $r = V / i$ ), for independente da diferença de potencial V que foi aplicada, considerando-se que a temperatura foi mantida constante. A lei de Ohm é uma lei empírica e vale para alguns materiais, não para todos.

$V = R i$

Obs. A lei de Ohm é obedecida somente pelos condutores metálicos, mas não pelos condutores gasosos ou líquidos e nem por alguns dispositivos eletrônicos com transistores, tubos de imagem e diodos.

**RESISTIVIDADE( $\rho$ ) (2ª Lei de Ohm):** Podemos afirmar que, para um fio condutor de um dado material e a certa temperatura, sua resistência elétrica será diretamente proporcional ao seu comprimento(L) e inversamente proporcional à área(A) de sua seção transversal. Chama-se *resistividade* a essa constante de proporcionalidade.

$R = \rho \cdot (L / A)$



**CONDUTÂNCIA(G):** Condutância é o inverso da resistência elétrica.

• Condutância  $G = 1 / R$

**UNIDADE DE CONDUTÂNCIA:** No S.I. a unidade de condutância elétrica é o *siemens* (S), sendo  $1S = 1\Omega^{-1}$ .

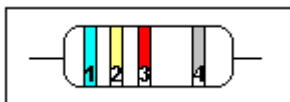
**CONDUTIVIDADE( $\sigma$ ):** Condutividade é o inverso da resistividade

• Condutividade  $\sigma = 1 / \rho$

**RESISTOR:** Denominamos oferece resistência a passagem da corrente elétrica e que transforma energia elétrica em energia térmica.

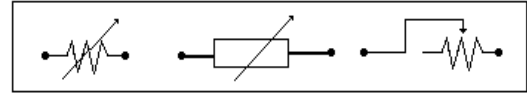
**FUNÇÃO DOS RESISTORES:** Os resistores são muito usados na eletricidade aplicada como:

- A- geradores de calor (ferros elétricos, fornos etc)
- B- limitadores de correntes elétricas
- C- divisores de tensão etc.



**REOSTATOS:** São chamados *reostatos* os resistores de resistência variável. Existem reostatos cujas resistências variam de modo

contínuo, entre certos limites, e reostatos cujas resistências variam descontinuamente, podendo assumir apenas alguns valores.



**CONDUTORES NÃO ÔHMICOS:** Vários condutores não obedecem à lei de Ohm, isto é, os gráficos da variação da ddp com a intensidade de corrente não são retas. Estes são chamados condutores *não ôhmicos* ou *não lineares*. Podemos entretanto, afirmar que: *para pequenas variações de ddp quase todos os condutores da natureza obedecem à lei de Ohm.*

**CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES –**

COR	1 alg	2 alg	multip	tolerância
Nenhuma	-	-	-	20 %
Prata	-	-	$10^{-2}$	10 %
Ouro	-	-	$10^{-1}$	5 %
Preto	-	0	$10^0$	-
Marrom	1	1	$10^1$	1 %
Vermelha	2	2	$10^2$	2 %
Laranja	3	3	$10^3$	-
Amarela	4	4	$10^4$	-
Verde	5	5	$10^5$	0,5 %
Azul	6	6	$10^6$	
Violeta	7	7	$10^7$	
Cinza	8	8	$10^8$	
Branca	9	9	$10^9$	

**VARIAÇÃO DA RESISTÊNCIA COM A TEMPERATURA:** A obediência da lei de Ohm por um condutor qualquer é inteiramente dependente da ocorrência de variação de sua resistência com a temperatura.

- Variação da resistência com a temperatura
- 

$R = R_0 [ 1 + \alpha ( t - t_0 ) ]$

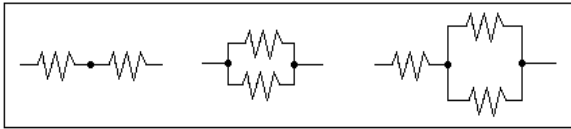
**COEFICIENTE DE VARIAÇÃO TÉRMICA DA RESISTÊNCIA DE UM CONDUTOR:** O coeficiente de variação térmica da resistência de um condutor é uma constante de proporcionalidade que relaciona a variação da resistência de um condutor com a variação de temperatura.

Material	Coefficiente de temperatura
Prata	0,0038
Cobre	0,00393
Ferro	0,0045 a 0,006
Níquel	0,0037 a 0,006
Tungstênio	0,0041
Carbono	- 0,00045

### III - ENERGIA E POTÊNCIA ELÉTRICA

“ENERGIA O GRANDE INTERESSE”  
“TAXA DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA ELÉTRICA”

**INTRODUÇÃO-** A corrente elétrica ao percorrer um circuito pode produzir vários efeitos. Além de esquentar o condutor, transformações químicas podem ocorrer (condutores eletrolíticos), ou uma agulha magnética pode se mover. Quando um ímã é movimentado a corrente elétrica realiza um trabalho mecânico. O trabalho é o processo através do qual a energia é transformada ou transferida entre sistemas, e portanto é um conceito importante no estudo das várias transformações que envolva a energia elétrica.



**POTÊNCIA:** A potência ou taxa de transferência de energia da corrente elétrica contínua, que passa num dispositivo na unidade de tempo. É igual ao produto da corrente que o percorre pela diferença de potencial entre seu terminais.

- Potência em um bipolo

$$P = \tau_{AB} / \Delta t = i \cdot V_{AB}$$

**LEI DE JOULE:** A quantidade de calor dissipada em um condutor que esteja passando uma corrente elétrica é diretamente proporcional a resistência  $R$  do condutor, e ao quadrado da corrente  $I$  e ao intervalo de tempo  $\Delta t$  durante o qual a corrente foi mantida no mesmo.

$$E = i^2 \cdot R \cdot \Delta t$$

- Potência dissipada em um resistor.

$$P = V_{AB}^2 / R = i^2 \cdot R = i \cdot V_{AB}$$

**DISSIPACÃO RESISTIVA:** Num resistor, a energia potencial elétrica é transferida para rede iônica pela corrente de arraste dos portadores de carga e aparece como energia térmica interna.

**QUILOWATT-HORA (KWh)- Uma unidade de energia.** Um quilowatt-hora é a quantidade de energia que é transferida no intervalo de tempo de 1 h com potência de 1 KW.

$$\text{Quilowatt-hora } 1\text{kwh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

**Características de aparelhos elétricos.** É comum encontramos nos aparelhos elétricos as suas principais características elétricas, isto é, a potência elétrica que ele consome e a ddp a que deve ser ligado.

TABELA DA POTÊNCIA ELÉTRICA MÉDIA DE ALGUNS EQUIPAMENTOS.

EQUIPAMENTO	POTENCIA MÉDIA Watts
Televisor	
Geladeira	
Computador	200
Chuveiro elétrico	1500
Lâmpada incandescente	60
Lâmpada eletrônica	15

### IV - ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

“OBTENDO OS VALORES DAS RESISTÊNCIAS DESEJADAS”

**ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES:** Uma associação de resistores pode ser realizada das seguintes maneiras: em série, em paralelo ou *mista*, sendo esta última uma combinação entre as duas modalidades de associação anteriores.

**SÉRIE PARALELA MISTA**  
**RESISTOR EQUIVALENTE( $R_e$ ):** Entendemos por *resistor equivalente* de uma associação aquele que, submetido à mesma ddp da associação, fica percorrido por uma corrente de mesma intensidade que a da associação.

**ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE:** Dois ou mais resistores constituem uma *associação em série* quando estão ligados de modo a que a mesma corrente percorra cada um deles. Quanto ao resistor equivalente de uma associação em série, podemos dizer que:

- a intensidade da corrente que o percorre é igual à intensidade da corrente que percorre cada resistor associado;
- a ddp entre os seus terminais é a soma das ddp entre os terminais de cada associado;
- a sua resistência é igual à soma das resistências de cada um dos associados.

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

**ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES EM PARALELO:** O que caracteriza uma *associação de resistores em paralelo* é o fato de a ddp entre os terminais de cada resistor associado ser a mesma da associação. Quanto ao resistor equivalente de uma associação em paralelo podemos dizer que:

- a intensidade da corrente que percorre o resistor equivalente é igual à soma das intensidades das correntes que percorrem cada um dos resistores associados;
- a ddp entre os terminais do resistor equivalente é igual à ddp entre os terminais de cada um dos resistores associados;
- o inverso da resistência do resistor equivalente é a soma dos inversos das resistências dos associados.

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$$

**CURTO-CIRCUITO:** Um bipolo é colocado em curto-circuito quando ligamos seus terminais por meio de um fio de resistência desprezível, ou seja, de resistência nula. Neste caso a ddp entre os terminais do bipolo é nula e ele fica sem função nenhuma no circuito.

**REGRA PRÁTICA; DETERMINAÇÃO DO RESISTOR EQUIVALENTE DE UMA ASSOCIAÇÃO MISTA.**

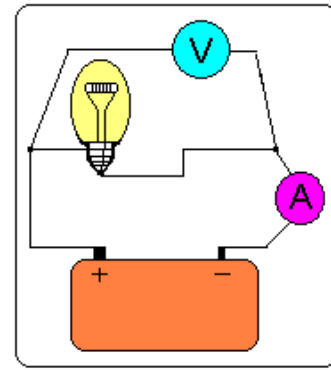
1ª) Colocam-se letras em todos os nós da associação (Lembrete: nó é o ponto de encontro de três ou mais resistores)

2ª) Substitui-se por um resistor equivalente aqueles resistores que estiverem associados em série ou em paralelo, desde que estejam entre dois nós consecutivos (ou entre um terminal e um nó consecutivo). Redesenha-se o esquema, já com o resistor equivalente.

3ª) Repete-se a operação anterior, tantas vezes quantas forem necessárias, sempre desenhando o novo esquema. O resistor equivalente é aquele que fica entre os terminais da associação.

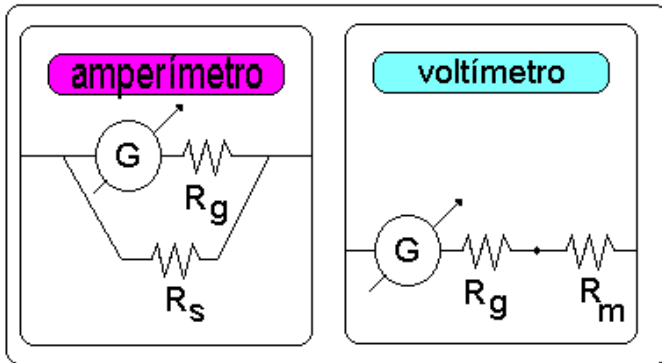
**V - APARELHOS DE MEDIÇÃO ELÉTRICA**

“MEDIR É CONHECER UM POUCO MAIS ALÉM”



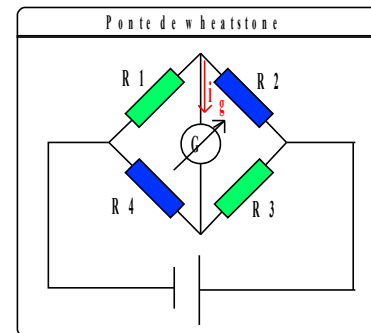
**GALVANÔMETRO:** é um instrumento que têm a propriedade de detectar correntes (pequenas) que passam por ele, por meio de um ponteiro cuja deflexão é proporcional à corrente que o atravessa. O maior valor de corrente que o galvanômetro mede é denominado corrente de fundo de escala.

**PONTE DE WHEATSTONE:** A *ponte de Wheatstone* é um circuito constituído de quatro resistores (um dos quais com resistência desconhecida) ligados em forma de losango. Entre dois vértices opostos desse losango está ligada uma fonte de f.e.m. e entre os outros dois vértices, um galvanômetro. Este circuito permite determinar a resistência desconhecida de um dos resistores. Para isso, devemos ajustar um dos resistores (que possui resistência variável) até equilibrar a ponte, isto é, até que o galvanômetro não acuse passagem de corrente. Nesta situação, os produtos das resistências dos ramos opostos são iguais.



- Resistência desconhecida ( $R_x$ ) em uma ponte de Wheatstone equilibrada:

$$R_x = R_2 \cdot R_3 / R_1$$



**AMPERÍMETRO:** Um galvanômetro pode ser utilizado para medir intensidades de corrente elétrica, se forem feitas associações adequadas de resistores e se a ele for adaptado uma escala conveniente. Se a escala estiver graduada em ampères, teremos um *amperímetro*; se a escala estiver graduada em miliampères teremos um *miliamperímetro*; se ela estiver graduada em microampères, teremos um *microamperímetro*.

**LIGAÇÃO DE UM MEDIDOR DE CORRENTE:** Um medidor de corrente (amperímetro, miliamperímetro ou microamperímetro) deve ser *ligado em série* no ramo onde se deseja medir a intensidade da corrente. Deve possuir resistência interna pequena para não alterar a corrente a medir e deve ser ligado como os demais receptores ativos, isto é, a corrente deve entrar por seu terminal positivo e sair pelo negativo, quando se trata de corrente contínua.

**POTENCIÔMETRO DE POGGENDORFF:** Com o auxílio de uma pilha padrão de f.e.m. conhecida, de um amperímetro e de um fio homogêneo dotado de um cursor, pode-se determinar a f.e.m. desconhecida de uma pilha. Isso é feito por intermédio de um circuito denominado *potenciômetro de Poggendorff*.

**AMPERÍMETRO IDEAL:** Um *amperímetro ideal* é aquele que tem resistência interna nula.

**VOLTÍMETRO:** Para que um galvanômetro funcione como medidor de diferenças de potencial devemos associar a ele, *em série*, um resistor com resistência muito grande, chamado *multiplicador*. Se a escala deste galvanômetro adaptado para medir ddp for graduada em volts, ele se chama *voltímetro*.

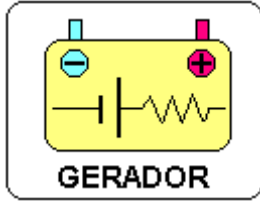
Equação de correção do multiplicador

$$V_{AB} = (1 + r_M / r_g) \cdot V_g$$

**LIGAÇÃO DE UM VOLTÍMETRO:** Um voltímetro deve ser ligado *em paralelo* com o elemento de circuito cuja ddp se deseja medir. Se se tratar de corrente contínua, o voltímetro deve ser ligado de tal modo que a corrente penetre pelo seu terminal positivo e saia pelo negativo, pois trata-se de um receptor ativo.

**VI - GERADORES**

“ONDE AS OUTRAS FORMAS DE ENERGIA SE TRANSFORMAM EM ELÉTRICA”



**GERADOR**

**APARELHO ELÉTRICO:** *Aparelho elétrico* é todo dispositivo capaz de transformar uma modalidade qualquer de energia em energia elétrica ou de transformar energia elétrica em outra modalidade qualquer de energia. Os aparelhos elétricos podem ser classificados em geradores e receptores.

**GERADOR:** O aparelho elétrico que transforma uma modalidade qualquer de energia em energia elétrica é denominado *gerador*. Nos seus terminais é mantida uma ddp que é devida a essa transformação. Os geradores são classificados de acordo com a modalidade da energia que é transformada em energia elétrica.

**GERADOR ELETROQUÍMICO:** Os aparelhos elétricos que transformam energia química em energia elétrica são chamados de *geradores eletroquímicos*. Eles são constituídos por placas de metais diferentes, convenientemente escolhidos, mergulhadas parcialmente em soluções ácidas, básicas ou salinas. Os tipos mais comuns de geradores eletroquímicos são as pilhas secas e os acumuladores; ambos produzem uma ddp contínua entre seus terminais e diferem entre si pelo fato de a pilha seca não poder ser recarregada enquanto o acumulador pode ser recarregado.

**BATERIA:** Chamamos *bateria* a uma associação em série de geradores eletroquímicos.

**GERADOR ELETROMECAÂNICO:** Os dispositivos capazes de transformar energia mecânica em energia elétrica são chamados *geradores eletromecânicos*. Os principais tipos são os dinamos e os alternadores, sendo que os primeiros são capazes de estabelecer corrente contínua enquanto os últimos estabelecem corrente alternada.

**FORÇA ELETROMOTRIZ:** *Força eletromotriz* (f.e.m.) é o trabalho realizado sobre a unidade de carga durante o seu transporte do terminal negativo para o positivo do gerador. *A f.e.m. representa um acréscimo de potencial elétrico* que sofrem as cargas constituintes da corrente ao atravessarem um gerador.

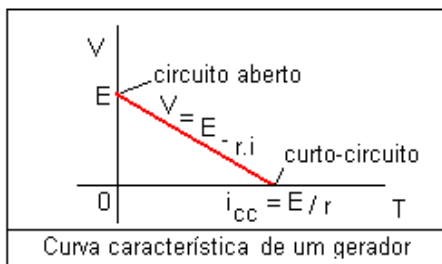
$$E = \tau \text{ forças não eletrostáticas} / q$$

**UNIDADE DE F.E.M.:** A unidade de f.e.m. é a mesma da ddp, ou seja, no S.I. a unidade de f.e.m. é o *volt* (V). Portanto,  $U(\epsilon) = U(\tau) / U(q) = J/C = V$

**ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE UM GERADOR:** Os elementos característicos de um gerador são a sua *f.e.m.* e a sua *resistência interna*. A resistência interna é inevitável no gerador como em qualquer aparelho elétrico, porque o meio que o constitui é um condutor e portanto apresenta resistência elétrica.

DDP entre os terminais de um gerador

$$V_B - V_A = V_{BA} = \epsilon - r \cdot i$$



Curva característica de um gerador

**CURVA CARACTERÍSTICA DO GERADOR:** é o gráfico cartesiano que representa a tensão “V” nos terminais do gerador, em função da corrente “i” que o atravessa.

**POTÊNCIAS NO GERADOR**

**POTÊNCIA DISSIPADA ( P<sub>d</sub> ):** é a potencia elétrica desperdiçada pelo gerador, por Ter uma resistência interna (dissipação interna). Significa quantos joules de energia elétrica são dissipados inutilmente dentro do gerador, por segundo.

**POTÊNCIA ÚTIL ( P<sub>u</sub> ):** é a potência que o gerador fornece a quem ele alimenta. Significa quantos joules de energia elétrica o gerador efetivamente fornece a quem ele alimenta, em cada segundo.

$$P_u = V \cdot i \quad \text{ou} \quad P_u = E \cdot i - r \cdot i^2$$

**POTÊNCIA TOTAL ( P<sub>T</sub> ):** é a potência elétrica total produzida pelo gerador. Assim, ela é a soma da potência útil com a desperdiçada. Significa quantos joules de algum tipo de energia (energia química no caso de pilhas e baterias) são transformados em energia elétrica, em cada segundo.

$$P_T = P_u + P_D \quad \text{ou} \quad P_T = E \cdot i$$

**RENDIMENTO DE UM GERADOR:** O *rendimento de um gerador* é dado pela razão entre a potência útil por ele posta em jogo e a potência por ele fornecida. O rendimento de um gerador é tanto maior quanto menor for a sua resistência interna e quanto menor for a sua intensidade da corrente que o percorre.

Rendimento de um gerador

$$\eta = P_u / P_f = V_{BA} / \epsilon = 1 - r \cdot i / \epsilon$$

**GERADOR IDEAL:** *Gerador ideal* é aquele capaz de fornecer energia elétrica às cargas da corrente que o percorre sem dissipar nenhuma parcela desta energia, isto é, o gerador ideal é aquele que tem resistência interna nula. Trata-se, naturalmente, de um modelo hipotético.

**CURTO-CIRCUITO EM UM GERADOR:** Um gerador está em *curto-circuito* se seus terminais estão ligados a um fio de resistência desprezível. A ddp entre os terminais de um gerador em curto-circuito é nula e a intensidade da corrente que o percorre é máxima. Na condição de curto-circuito a potência útil de um gerador é nula e, conseqüentemente, a potência por ele fornecida é totalmente dissipada na sua resistência interna, o que acaba por deteriorá-lo.

Corrente de curto-circuito  $i_{cc} = \epsilon / r$

**GERADOR EQUIVALENTE DE UMA ASSOCIAÇÃO DE GERADORES:**

Entende-se por *gerador equivalente de uma associação de geradores* o gerador que fica percorrido por corrente de mesma intensidade que a da associação quando existe entre seus terminais a mesma ddp da associação.

**ASSOCIAÇÃO DE GERADORES**

**ASSOCIAÇÃO DE GERADORES EM SÉRIE:** Quando vários geradores estão associados em série, a f.e.m. do gerador equivalente é igual à soma das f.e.m. dos geradores associados e a resistência interna do equivalente é igual à soma das resistências internas dos associados.

Associação de geradores em série

$$\epsilon_e = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \dots + \epsilon_n$$

$$r_e = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

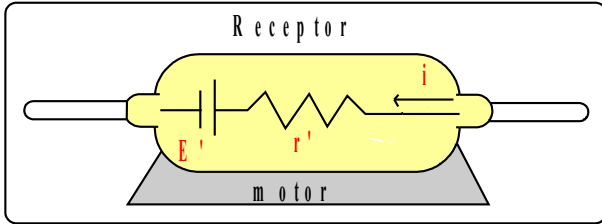
**ASSOCIAÇÃO DE GERADORES EM PARALELO:** Para se evitar que alguns dos geradores associados funcione como receptor, costuma-se numa *associação em paralelo de geradores* usar apenas geradores de mesma f.e.m. e mesma resistência interna. O gerador equivalente da associação tem f.e.m. igual à de cada um dos associados e resistência interna igual à de cada associado dividida pelo número de geradores da associação.

Associação de geradores em paralelo

$$\epsilon_e = \epsilon \quad R_e = r / n$$

**VII - RECEPTORES**

“ONDE A ENERGIA ELÉTRICA É TRANSFORMADA EM OUTRAS FORMAS”



**RECEPTOR:** Um aparelho elétrico que pode transformar energia elétrica em outra modalidade qualquer de energia é denominado *receptor*. Exemplos de aparelhos receptores elétricos: ferro de passar, ventilador, motor elétrico, geladeira, computador etc.

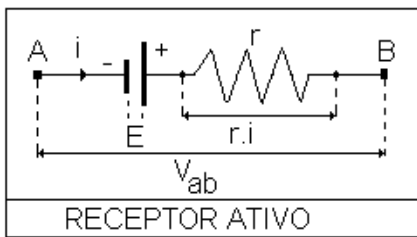
- Ddp entre os terminais de um receptor  

$$V_B - V_A = V_{BA} = \varepsilon + r \cdot i$$

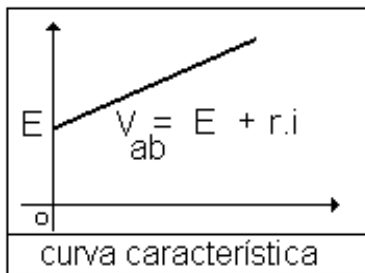
**RECEPTOR PASSIVO:** Quando um receptor transforma energia elétrica exclusivamente em calor, ele é classificado como *receptor passivo*. São exemplos de receptores passivos os resistores, os chuveiros elétricos, os aquecedores elétricos, etc.

**RECEPTOR ATIVO:** Se o receptor transforma energia elétrica em outra modalidade de energia além da térmica, ele é classificado como *receptor ativo*. É importante lembrar que é inevitável que qualquer gerador dissipe uma certa quantidade de calor. São exemplos de receptores ativos, entre outros, um motor elétrico, um medidor de ddp ou de corrente e um acumulador enquanto está sendo carregado.

SÍMBOLO DO RECEPTOR ATIVO



**CURVA CARACTERÍSTICA**



**FORÇA CONTRA-ELETROMOTRIZ:** *Força contra-eletromotriz* (f.c.e.m.) é a energia elétrica cedida pela unidade de carga da corrente ao receptor para ser totalmente transformada em outra modalidade de energia que não a térmica. A f.c.e.m. representa um *decréscimo de potencial elétrico* das cargas da corrente ao atravessarem o receptor.

**POTÊNCIAS NO RECEPTOR**

**POTÊNCIA DISSIPADA (  $P_d$  ):** é a potencia elétrica desperdiçada pelo receptor, por Ter uma resistência interna (dissipação interna). Significa quantos joules de energia elétrica são dissipados inutilmente dentro do receptor, por segundo.

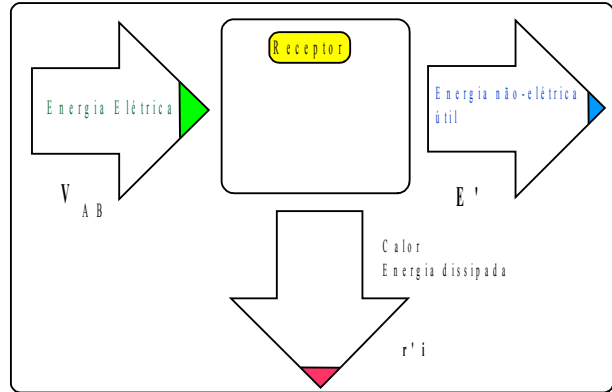
**POTÊNCIA ÚTIL (  $P_U$  ):** é a potência elétrica útil para o receptor, ou seja, a potência elétrica que o receptor efetivamente converte em

potência não-térmica. Significa quantos joules de energia elétrica são convertidos em energia não térmica, em cada segundo.

$$P_U = E' \cdot i$$

**POTÊNCIA TOTAL (  $P_T$  ):** é a potência elétrica total oferecida ao receptor: corresponde à potência útil que do gerador que alimenta o receptor. Significa quantos joules de energia elétrica o receptor recebe do gerador, em cada segundo.

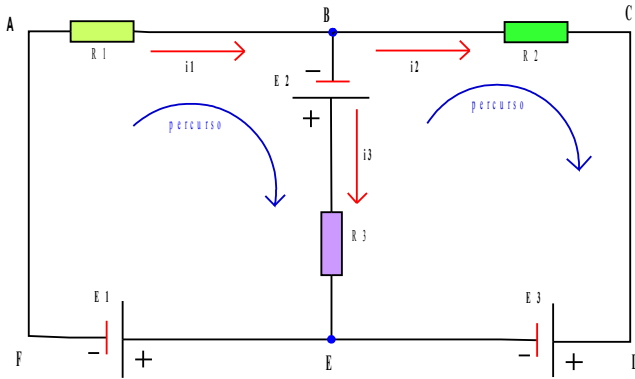
$$P_T = V \cdot i$$



**VIII - CIRCUITOS ELÉTRICOS**

“DO BÁSICO PARA O COMPLEXO, DAS PARTES PARA O TODO”  
 “NOVAMENTE OS PRINCÍPIOS DA CONSERVAÇÃO DA ENERGIA E DA CARGA ELÉTRICA SE APLICAM”.

**CIRCUITO ELÉTRICO** é todo percurso estabelecido para movimentação de cargas elétricas. Para que a corrente possa circular pelo circuito é necessário que o circuito esteja fechado, isto é, exista um percurso fechado para circulação dos elétrons.



**REGRAS DE KIRCHHOFF.**

Na resolução de problemas referentes a circuitos elétricos, utilizamos dois princípios básicos:

- 1º. Princípio da conservação das cargas elétricas (primeira lei de Kirchhoff) e
- 2º. Princípio da conservação da energia (segunda lei de Kirchhoff).

Antes porém devemos dar algumas definições básicas:

**NÓ:** Um nó de um circuito elétrico é o ponto de encontro de três ou mais condutores.

Exemplos. Pontos “D” e “E” do circuito acima

**RAMO:** Chama-se ramo de um circuito elétrico qualquer trecho de circuito compreendido entre dois nós consecutivos.

Exemplos. Trechos: BE, BCDE e EFAB.

**MALHA:** Chama-se malha de um circuito elétrico qualquer conjunto fechado de ramos do circuito.

Exemplos. ABEFA, BCDEB e ABCDEFA.

**PRIMEIRA REGRA DE KIRCHHOFF ou REGRA DOS NÓS:**

O enunciado da primeira lei de Kirchhoff (lei dos nós) é o seguinte: a soma das intensidades das correntes que convergem para um nó é igual à soma das intensidades das correntes que dele divergem. Simbolicamente:

$$\sum i_c = \sum i_d$$

**SEGUNDA REGRA DE KIRCHHOFF OU REGRA DAS MALHAS:**

Enunciado 1- Quando se percorre a malha de um circuito, num sentido arbitrariamente escolhido (horário ou anti-horário), a soma algébrica das variações de potencial é necessariamente nula.

$$\sum U = 0$$

**ROTEIRO PARA RESOLUÇÃO DE CIRCUITOS.**

- 1) Marcar com letras todos os nós no diagrama do circuito.
- 2) Marcar todas as malhas no diagrama do circuito.
- 3) Escolher, arbitrariamente, os sentidos das correntes nos diversos ramos do circuito, tomando-se o cuidado para que num nó não estejam só chegando ou só saindo correntes.
- 4) Adotar, arbitrariamente, um sentido de percurso nas malhas (horário ou anti-horário).
- 5) Aplicar a regra dos nós a cada nó do circuito.  
Considerando que haja **n** nós e **m** malhas no circuito.
- 6) escrever a 1ª Lei de Kirchhoff para **n-1** nós.
- 7) Escrever a 2ª Lei de Kirchhoff para as **m** malhas principais.
- 8) Escritas as leis, deve-se ter tantas equações quanto forem as incógnitas (sempre verificar isto).
- 9) Resolver o sistema de equações nas incógnitas. Caso resulte algum valor negativo para a corrente de um determinado ramo, deve-se inverter o sentido escolhido arbitrariamente colocando-o no sentido convencional e expressar o resultado em valor absoluto.
- 10) Devemos adotar uma convenção de sinais.

$\epsilon$	$\epsilon$	R i	R i
positivo	negativo	positivo	negativo
Percurso do terminal negativo para o positivo	Percurso do terminal positivo para o negativo	Percurso e corrente com mesmo sentido	Percurso e corrente com sentidos contrários

Obs. A dificuldade principal não é a compreensão das idéias básicas, mas não se enganar nos sinais algébricos.

**COMENTÁRIOS**

Lei de Ohm generalizada. Alguns autores costumam apresentar esta lei. Porém ela é uma consequência do princípio da conservação da energia, e todos os seus resultados podem ser obtidos pela simples aplicação deste princípio.