

Valdemar Carlos de Moraes

Eletricista Instalador Predial

Projetos e Instalações



editora
VIENA

1ª Edição
Bauru/SP
Editora Viena
2014

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	17
1. CONCEITOS FUNDAMENTAIS	19
1.1. Matéria	21
1.2. Circuito Elétrico	22
1.2.1. Dispositivo de Manobra.....	23
1.3. Grandezas Elétricas	23
1.3.1. Carga Elétrica	23
1.3.2. Corrente Elétrica (I).....	24
1.3.3. Tensão Elétrica (E).....	24
1.3.4. Resistência Elétrica (R)	25
1.3.5. Efeito Joule.....	26
1.3.6. Condutância Elétrica (G).....	26
1.3.7. Lei de Ohm	27
1.3.8. Potência Elétrica (P)	28
1.4. Associações	30
1.4.1. Leis de Kirchhoff	30
1.4.1.1. Lei dos Nós ou Lei das Correntes.....	31
1.4.1.2. Lei da Malha ou Lei das Tensões	31
1.4.2. Associação de Resistores.....	32
1.4.2.1. Resistores em Série.....	32
1.4.2.2. Resistores em Paralelo	35
1.4.2.3. Associação Mista.....	38
1.5. Unidades de Medida.....	40
1.6. Corrente Contínua e Corrente Alternada.....	41
1.6.1. Corrente ou Tensão Contínua.....	41
1.6.2. Corrente ou Tensão Alternada.....	42
1.6.2.1. Corrente ou Tensão Eficaz	42
1.6.2.2. Defasagem	43
1.6.2.3. Sistemas Alternados Trifásicos	45
1.6.3. Potência Elétrica em Circuitos de Corrente Alternada (P).....	46
1.6.3.1. Potência Ativa.....	46
1.6.3.2. Potência Reativa.....	46
1.6.4. Fator de Potência	46
2. ENERGIA ELÉTRICA DE POTÊNCIA.....	49
2.1. Conceitos	51
2.2. Geração de Energia Elétrica	53
2.3. Transmissão de Energia Elétrica	55
2.4. Distribuição de Energia Elétrica.....	56
2.5. Padrões	57
2.6. Normas para Fornecimento de Energia	57
3. DADOS PARA PROJETOS	59
3.1. Conceitos de Luminotécnica.....	61
3.1.1. Conceitos e Grandezas.....	61
3.1.1.1. Fluxo Luminoso (Φ).....	61
3.1.1.2. Intensidade Luminosa (I).....	61

3.1.1.3.	Iluminância ou Iluminamento (E)	62
3.1.1.4.	Luminância (L)	62
3.1.2.	Tipos de Lâmpadas e Características	62
3.1.2.1.	Lâmpadas Incandescentes	62
3.1.2.2.	Lâmpadas Fluorescentes	63
3.1.2.3.	Lâmpadas Dicroicas	63
3.1.2.4.	Lâmpadas de Descarga	64
3.1.2.5.	LEDs	64
3.1.2.6.	Outros Tipos de Lâmpadas	65
3.1.3.	Iluminâncias Recomendadas	65
3.1.4.	Interferências na Iluminação	67
3.1.5.	Tabelas	67
3.1.6.	Cálculos de Luminárias	77
3.1.6.1.	Pelo Método do Índice Médio	78
3.1.6.2.	Pelo Método do Fluxo Luminoso	79
3.1.7.	Considerações	80
3.2.	Previsões de Cargas	81
3.2.1.	Previsão de Cargas em Habitação	82
3.2.1.1.	Iluminação	82
3.2.1.2.	Tomadas	82
3.2.2.	Divisão da Instalação	83
3.2.3.	Potências Típicas de Equipamentos	84
3.3.	Simbologia Gráfica	85
3.3.1.	Dutos e Distribuição	85
3.3.2.	Quadros Distribuição	87
3.3.3.	Interruptores	87
3.3.4.	Luminárias, Refletores e Lâmpadas	89
3.3.5.	Tomadas	90
3.4.	Elaboração de Projetos	90
3.5.	Esquemas Unifilares e Multifilares	94
3.5.1.	Esquema Unifilar	94
3.5.2.	Esquema Multifilar	95
3.6.	Potência Instalada	97
3.7.	Potência de Alimentação	97
3.7.1.	Demanda Provável	97
3.7.2.	Demanda Geral Provável	100
3.7.3.	Seletividade da Instalação	101
3.8.	Normas Técnicas	101
3.9.	Instalação	101
3.9.1.	Tensão	102
3.9.2.	Número de Fios	102
3.9.3.	Tipo da Entrada	103
3.10.	Esquemas de Distribuição	104
3.10.1.	Esquema de Condutores Vivos	104
3.10.2.	Esquemas de Aterramento	104
3.10.2.1.	Esquema TN	104
3.10.2.2.	Esquema TT	106
3.10.2.3.	Esquema IT	107
4.	FERRAMENTAS E COMPONENTES	111
4.1.	Ferramentas	113
4.1.1.	Alicates	113

4.1.2.	Chaves de Fenda.....	114
4.1.3.	Chaves Philips	115
4.1.4.	Chave Inglesa.....	115
4.1.5.	Canivete ou Estilete	115
4.1.6.	Trena	115
4.1.7.	Martelo.....	116
4.1.8.	Chave de Teste	116
4.1.9.	Prumo e Nível	116
4.1.10.	Fita Passa-fio	116
4.1.11.	Lanterna	117
4.1.12.	Serra de Arco	117
4.1.13.	Furadeira	117
4.1.14.	Serra Copo	117
4.1.15.	Fita Isolante	118
4.1.16.	Multímetro	118
4.1.17.	Alicate Amperímetro.....	118
4.1.18.	Outras Ferramentas	118
4.1.19.	Jogos de Ferramentas	119
4.2.	Tomadas	119
4.3.	Dispositivos de Comando de Sinalização e Iluminação	121
4.3.1.	Lâmpadas e Interruptores	122
4.3.2.	Combinados ou Conjuntos.....	124
4.3.3.	Dimmer.....	125
4.3.4.	Pulsadores.....	126
4.3.4.1.	Minuterias	127
4.3.4.2.	Sensores de Presença ou Movimento	127
4.3.4.3.	Multifunções	127
4.4.	Relés de Impulso e Fotoelétrico.....	128
4.4.1.	Relé de Impulso	128
4.4.2.	Relé Fotoelétrico.....	129
4.4.3.	Outros Acionadores	129
4.5.	Associações e Ligações.....	130
4.5.1.	Ligações.....	131
4.5.1.1.	Ligação Estrela.....	131
4.5.1.2.	O Sistema Triângulo ou Delta.....	133
4.6.	Materiais Isolantes	133
4.7.	Medidas de Segurança.....	134
5.	CONDUTORES.....	139
5.1.	Tipos de Condutores	141
5.1.1.	Isolamento.....	142
5.1.2.	Identificação e Cores.....	142
5.2.	Dimensionamento dos Condutores.....	142
5.2.1.	Seções Mínimas	143
5.2.2.	Métodos de Referência e Instalação.....	144
5.2.3.	Tipos de Linhas Elétricas	144
5.2.4.	Temperaturas Características dos Condutores	146
5.2.5.	Capacidade de Condução de Corrente.....	146
5.2.6.	Fatores de Temperatura Ambiente.....	151
5.2.7.	Fatores de Agrupamento	152
5.2.8.	Carregamento	154
5.2.9.	Critérios e Cálculos.....	155

5.2.9.1.	Cálculos de Queda de Tensão	157
5.3.	Conexões	160
5.3.1.	Conectores.....	160
5.3.1.1.	Conectores para Condutores Isolados	160
5.3.1.2.	Conectores para Condutores sem Isolamento.....	161
5.3.2.	Emendas	161
5.3.2.1.	Emendas de Prolongamento	162
5.3.2.2.	Emendas de Ligação	163
5.3.2.3.	Emendas de Derivação.....	164
5.3.2.4.	Emendas de Condutores Grossos.....	165
5.4.	Soldagem	167
5.5.	Terminais.....	168
6.	ELETRODUTOS.....	171
6.1.	Eletrodutos e Instalação	173
6.1.1.	Eletrodutos Metálicos	174
6.1.2.	Eletrodutos de Materiais Isolantes.....	175
6.1.3.	Eletrodutos Flexíveis	177
6.1.4.	Instalação dos Eletrodutos	179
6.1.4.1.	Taxa de Ocupação dos Eletrodutos	179
6.1.4.2.	Outros Fatores Normativos em Relação aos Eletrodutos	181
6.2.	Leito, Bandeja e Eletrocalha.....	182
6.2.1.	Leito	182
6.2.2.	Bandeja.....	182
6.2.3.	Eletrocalha.....	183
6.2.4.	Instalações	183
6.3.	Canaletas e Perfilados.....	183
7.	QUADROS E CAIXAS.....	187
7.1.	Quadro de Medição.....	189
7.2.	Caixa Seccionadoras.....	190
7.3.	Caixas ou Quadros de Distribuição.....	191
7.4.	Caixas de Passagem	192
7.5.	Caixas de Luz.....	194
7.5.	Outras Caixas	194
7.5.1.	Caixa para o DPS	195
7.5.2.	Caixa para o BEP.....	195
8.	PROTEÇÕES.....	199
8.1.	Patologias nas Instalações Elétricas Prediais	201
8.2.	Proteções em Instalações Elétricas Prediais	202
8.2.1.	Fusíveis.....	202
8.2.1.1.	Tipo Cartucho.....	203
8.2.1.2.	Tipo Cilíndrico.....	204
8.2.1.3.	Tipo Rolha	204
8.2.2.	Disjuntores	205
8.2.2.1.	Disjuntores de Alta e Média Tensão	206
8.2.2.2.	Disjuntores de Baixa Tensão.....	206
8.2.2.3.	Diferença entre Disjuntores NEMA e IEC.....	209
8.3.	Aterramento	210
8.4.	Condutores de Proteção	213
8.4.1.	Condutor de Proteção (PE).....	213

8.4.2.	Condutor de Proteção e Neutro Combinados (PEN)	216
8.5.	Dispositivo de Proteção Contra Surto (DPS)	216
8.6.	Choque Elétrico.....	219
8.6.1.	Dispositivo Diferencial Residual (DR)	221
8.6.1.1.	Tipos de Dispositivo DR	222
8.7.	Descargas Atmosféricas	222
8.7.1.	Descargas Nuvem-Solo	223
8.7.2.	Raios de Polaridade Negativa	223
8.7.3.	Líder Escalonado	224
8.7.4.	Descarga de Retorno.....	224
8.7.5.	Líder Contínuo.....	225
8.7.6.	Raios Múltiplos	226
8.7.7.	Raios de Polaridade Positiva.....	226
8.8.	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA)	226
8.8.1.	Sistema Externo de Proteção Contra Descargas Atmosféricas	228
8.8.1.1.	Captores	228
8.8.2.	Condutores de Descida.....	231
8.8.2.1.	Descidas para SPDA isolados.....	232
8.8.2.2.	Descidas para SPDA não Isolados	232
8.8.2.3.	Construção das Descidas não Naturais.....	233
8.8.2.4.	Construção das Descidas Naturais	233
8.8.2.5.	Conexão de Medição	234
8.8.3.	Aterramento	234
8.8.3.1.	Eletrodos de Aterramento	235
8.8.3.2.	Aterramento para Condições Normais	235
8.8.3.3.	Elétrodos não Naturais.....	236
8.8.4.	Fixações e Conexões do SPDA.....	236
8.8.4.2.	Conexões.....	236
8.9.	Equipotencialização	237
9.	ENSAIOS, INSPEÇÕES E MANUTENÇÕES.....	241
9.1.	Norma NBR 5410.....	243
9.2.	Materiais.....	243
9.3.	Análise de Projetos.....	246
9.4.	Ensaio e Manutenção.....	247
9.4.1.	Inspeção Visual.....	247
9.4.2.	Ensaíos	248
9.4.3.	Manutenção.....	248
REFERÊNCIA.....		253

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Ω	<i>ohm.</i>
ABNT	<i>Associação Brasileira de Normas Técnica.</i>
ANEEL	<i>Agencia Nacional de Energia Elétrica.</i>
BEP	<i>Barramento de Equipotencialização.</i>
cm	<i>Centímetro.</i>
DPS	<i>Dispositivo de Proteção Contra Surto.</i>
DR	<i>Dispositivo Diferencial Residual.</i>
ETI	<i>Equipamentos de Tecnologia da Informação.</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission.</i>
kA	<i>Quiloampere.</i>
Km	<i>Quilometro.</i>
Km/h	<i>Quilometro por hora.</i>
mA	<i>miliAmpère.</i>
mm	<i>Milimetro.</i>
ms	<i>Milissegundos.</i>
MTE	<i>Ministério do Trabalho e Emprego.</i>
NBR	<i>Norma Brasileira.</i>
NEMA	<i>National Electrical Manufacturers Association.</i>
NPF	<i>Não perfura.</i>
NPQ	<i>Não gera ponto quente.</i>
NR	<i>Norma regulamentadora do MTE.</i>
ONS	<i>Operador Nacional do Sistema Elétrico.</i>
PE	<i>Condutor de Proteção.</i>
PEN	<i>Condutor de Proteção Neutro.</i>
PPF	<i>Pode perfurar.</i>
SPDA	<i>Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas.</i>
SI	<i>Sistema Internacional de Unidades.</i>
V	<i>Volt.</i>

C A P Í T U L O



CONCEITOS FUNDAMENTAIS

MATÉRIA

•

CIRCUITO ELÉTRICO

•

GRANDEZAS ELÉTRICAS

•

ASSOCIAÇÕES

•

UNIDADES DE MEDIDA

•

CORRENTE CONTÍNUA E CORRENTE ALTERNADA



CONCEITOS FUNDAMENTAIS

1

CAPÍTULO

1.1. MATÉRIA

No universo, toda a matéria existente é constituída de partículas minúsculas que são os átomos. Cada átomo é constituído de um núcleo e da eletrosfera. No núcleo encontram-se os prótons e os nêutrons, e na eletrosfera estão localizados os elétrons.

No núcleo do átomo os prótons possuem carga elétrica positiva e os nêutrons não possuem carga elétrica.

Na eletrosfera que é disposta em camadas ao redor do núcleo, estão os elétrons do átomo que possuem cargas elétricas negativas e, movimentam-se girando em torno do núcleo em órbitas elípticas.

Os elétrons (-) se repelem e os prótons (+) também, havendo atração entre elétrons (-) e prótons (+), ou seja, cargas de sinais contrário se atraem.

Desta forma, o núcleo efetua uma força de atração sobre a eletrosfera mantendo os elétrons orbitando no átomo.

Os materiais possuem números diferentes de prótons, nêutrons e elétrons, e é o que os diferencia uns dos outros.

Exemplo:

- » O carbono possui 6 prótons, 6 nêutrons e 6 elétrons.
- » O oxigênio possui 8 prótons, 8 nêutrons e 8 elétrons.
- » O cobre possui 29 prótons, 34 nêutrons e 29 elétrons.
- » O ouro possui 79 prótons, 118 nêutrons e 79 elétrons.

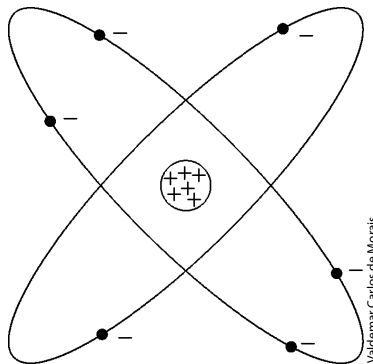
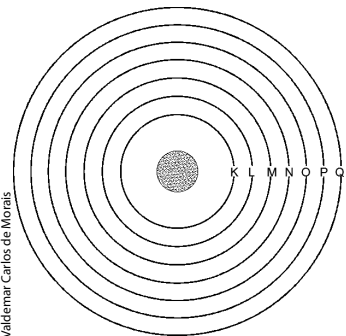


Fig. 01 - Átomo de carbono.

Valdemar Carlos de Moraes

Cada camada da eletrosfera pode possuir um número máximo de elétrons que são:



Camada	Máximo de Elétrons
K	2
L	8
M	18
N	32
O	32
P	18
Q	2

Quanto maior o número de elétrons, maior será o número de camadas e, por consequência, menor será a atração do núcleo em relação às últimas camadas, tornando o material mais instável eletricamente, que é a característica dos materiais considerados bons condutores de eletricidade.

Da mesma forma, quanto menor o número de elétrons, menor será o número de camadas e mais estável eletricamente é o material, sendo as características dos materiais isolantes, que também são chamados de dielétricos.

1.2.CIRCUITO ELÉTRICO

Circuito elétrico é a ligação de elementos elétricos formando um caminho fechado da corrente elétrica.

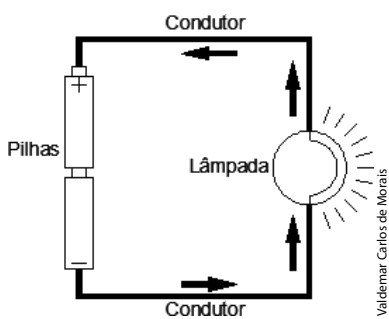


Fig. 02 - Circuito elétrico fechado com a corrente representada no sentido real.

Para a formação de um circuito elétrico são necessários:

- » Uma fonte geradora de eletricidade (pilha, bateria, gerador).
- » Uma carga elétrica (lâmpada, motor).
- » Condutores.

Ao analisar uma lanterna, observa-se que a corrente elétrica sai das pilhas, passando pelos condutores até o filamento da lâmpada e retorna no outro polo das pilhas.

Na antiguidade, convencionou-se que as correntes elétricas saíam do polo positivo para o negativo o que define-se como **sentido convencional da corrente elétrica**. Com os estudos sobre o átomo, percebeu-se que o sentido da corrente depende da natureza do condutor, e que, nos condutores sólidos o fluxo das cargas é através dos elétrons livres que são negativos. Portanto, o **sentido real da corrente elétrica** em condutores sólidos é do polo negativo para o polo positivo.

Na Fig. 02 a lâmpada acenderá e permanecerá acesa até que se queime ou esgote a carga das pilhas.

1.2.1. DISPOSITIVO DE MANOBRA

É o componente instalado nos condutores, que permite ou impede a passagem de corrente da fonte geradora para a carga elétrica, através de manobras (ligar e desligar).

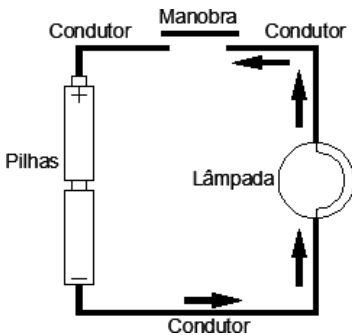


Fig. 03 - Circuito elétrico desligado.

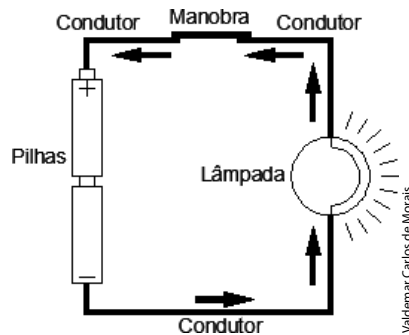


Fig. 04 - Circuito elétrico ligado.

Valdemar Carlos de Moraes

1.3. GRANDEZAS ELÉTRICAS

Uma grandeza é tudo aquilo que possa ser comparado quantitativamente através de uma escala predefinida. Exemplo: Quando dizemos que uma pessoa pesa 60 kg e tem 1,70 m de altura, estamos comparando a sua massa com um peso de referência que, no caso, é em quilogramas e estamos comparando a sua altura com uma medida de referência que é o metro.

Em eletricidade, há várias grandezas elétricas que podem ser medidas e comparadas com uma unidade de referência.

1.3.1. CARGA ELÉTRICA

Em um material, pode haver desequilíbrio elétrico, ocasionando o deslocamento de elétrons. Esse fluxo de deslocamento dos elétrons é denominado de carga elétrica e é medido em Coulomb (C).

O Coulomb (C) é a unidade de carga elétrica pelo Sistema Internacional (SI).

O deslocamento de 6.250.000.000.000.000.000 (seis quintilhões e duzentos e cinquenta quatrilhões) ou $6,25 \times 10^{18}$ de elétrons por um condutor é equivalente a circulação de uma corrente elétrica de 1 Coulomb.

Como não é uma unidade muito prática de se medir por ser muito extensa, definiu-se que a carga elétrica é medida em função do tempo, criando-se uma unidade mais prática de medição, o Ampère (A).

Dessa maneira, definiu-se que 1 Coulomb é a quantidade de carga carregada pela corrente de 1 Ampère durante o intervalo de tempo de 1 segundo ($1A = 1C/s$).

1.3.2. CORRENTE ELÉTRICA (I)

A movimentação ordenada dos elétrons é denominada corrente elétrica. Sua intensidade é medida em **Ampères** (A) em homenagem ao francês André Marie Ampère (1775-1836).

Portanto, a corrente elétrica é uma relação entre o fluxo de cargas elétricas (ΔQ) atravessando transversalmente a superfície do condutor em um intervalo de tempo (Δt).

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

1.3.3. TENSÃO ELÉTRICA (E)

É a força necessária para que os elétrons circulem de forma ordenada movendo-se de um átomo para o outro. Pode ser definida também como **Força eletro motriz** (f.e.m), **Diferença de potencial** (d.d.p) ou simplesmente **Tensão**.

Sua intensidade é medida em **Volt**(V) em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta (1745-1827).

Fazendo uma analogia para entendimento, entre corrente e tensão, podemos tomar como exemplo uma caixa cheia de água. Haverá uma mínima movimentação de água, quase imperceptível.

Ao colocar esta mesma caixa no alto da casa e ligá-la, através de mangueiras, a uma torneira no jardim, estamos criando uma diferença de pressão entre a caixa e a torneira (analogicamente, uma diferença de tensão entre o gerador e a carga).

Analogicamente, ao abrir a torneira, haverá um fluxo muito grande da água fluindo em direção a ela (analogicamente, uma corrente elétrica).

Deste modo, podemos dizer que a tensão elétrica, é a maneira que temos de inicializar e potencializar a corrente elétrica. E, de certa forma, concluir que pode haver tensão sem necessariamente haver corrente (Exemplo: torneira fechada) e não haver corrente sem tensão.

1.3.4. RESISTÊNCIA ELÉTRICA (R)

A capacidade de um material se opor à passagem de corrente é denominada Resistência elétrica. Seu resultado é obtido em **Ohms** (Ω) (George Simon Ohm - Alemão - 1789-1854).

A resistência elétrica está diretamente relacionada a resistividade (ρ) do material e é obtida pela equação:

$$R = \frac{\rho \ell}{S}$$

Onde:

- » **R:** É a resistência elétrica (em ohms, Ω).
- » **ρ :** É a resistividade elétrica ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$).
- » **ℓ :** É o comprimento (em metros).
- » **S:** É a área da seção (em mm^2).

Resistividades de alguns materiais a 20 °C:

- » Prata = 0,016.
- » Cobre = 0,0172.
- » Ouro = 0,0230.
- » Alumínio = 0,02857.

Exemplo:

- a) Calcular a resistência de um fio de cobre com 50 metros e seção 2,5 mm^2 .

A resistividade do cobre é 0,0172 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, então, temos:

$$R = \frac{0,0172 \times 50}{2,5} \rightarrow \frac{0,86}{2,5} = 0,34 \Omega$$

- b) Calcular a resistência de um fio de cobre com 200 metros e seção 4,0 mm^2 .

$$R = \frac{0,0172 \times 200}{4} \rightarrow \frac{3,44}{4} = 0,86 \Omega$$

- c) Calcular a resistência de um fio de alumínio com 500 metros e seção 16 mm^2 .

A resistividade do alumínio é 0,02857 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$, então, temos:

$$R = \frac{0,02857 \times 500}{16} \rightarrow \frac{14,285}{16} = 0,89 \Omega$$

1.3.5. EFEITO JOULE

O físico inglês Giacomo Presscott Joule (1818-1889) estudou um fenômeno físico que transforma a energia elétrica em calor sempre que uma corrente elétrica percorre um condutor pela resistência à passagem da corrente. Ele percebeu que quanto maior a corrente, maior é a resistência à sua passagem, aumentando proporcionalmente o calor produzido.

Este fenômeno é utilizado em equipamentos de aquecimento, tais como aquecedores, chuveiro, ferro elétrico, etc, onde a corrente elétrica percorre suas resistências, transformando energia elétrica em energia térmica.

O fenômeno pode também ser facilmente notado nas lâmpadas incandescentes onde a corrente elétrica percorre o filamento interno de tungstênio (metal cujo ponto de ebulição é elevado) esquentando a temperatura de até 2.500 °C, até torná-lo incandescente e dessa forma emitindo luz.

Devido a esse fenômeno, todos os equipamentos elétricos em funcionamento produzirão a energia a que são destinados (mecânica, luminosa, etc.), mas devido ao efeito Joule, produzem energia térmica (calor).

1.3.6. CONDUTÂNCIA ELÉTRICA (G)

Todo material condutor de energia possui uma facilidade de conduzir corrente e uma certa resistência ao mesmo tempo.

A facilidade de conduzir corrente é denominada de condutância (G) e é medida em Siemens.

A condutância é o oposto da resistividade:

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Condutâncias dos materiais a 20 °C:

- » Prata = 62,5.
- » Cobre puro = 61,7.
- » Ouro = 43,5.
- » Alumínio puro = 34,2.
- » Cobre condutores = 56.
- » Alumínio condutores = 32.

1.3.7. LEI DE OHM

Em 1827, o filósofo alemão George S. Ohm estabeleceu a Lei de Ohm, que indica como se comportam tensões e corrente quando submetidas a uma resistência em um circuito.

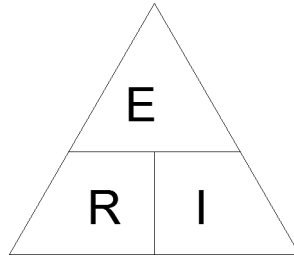


Fig. 05 - Triângulo da tensão.

A equação é:

$$E = R \times I$$

Onde:

- » **E:** Tensão ou diferença de potencial (d.d.p) em Volts (V).
- » **R:** Resistência em Ohms (Ω).
- » **I:** Corrente em Ampères (A).

Da Lei de Ohm, obtemos as outras expressões que são:

$$R = \frac{E}{I} \quad \text{e} \quad I = \frac{E}{R}$$

De acordo com as expressões podemos concluir que:

- » Quanto maior a tensão, maior será a corrente.
- » Quanto maior a resistência, menor será a corrente.

Ou:

A corrente (I) é proporcional à tensão (E) e inversamente proporcional à resistência (R).

Exemplos:

- a) Em um circuito, qual será a corrente se a tensão for de 12 V e a resistência de 6 Ω ?

$$I = \frac{12}{6} = 2A$$

- b) Se a resistência for de $12\ \Omega$, a corrente será de?

$$I = \frac{12}{12} = 1\text{ A}$$

Ou seja, aumenta-se a resistência, diminui-se a corrente.

- c) Considerando as mesmas resistências e aumentando a tensão para 24 V qual serão as correntes resultantes?

$$I = \frac{24}{6} = 4\text{ A}$$

$$I = \frac{24}{12} = 2\text{ A}$$

R: Aumenta a tensão e a corrente proporcionalmente.

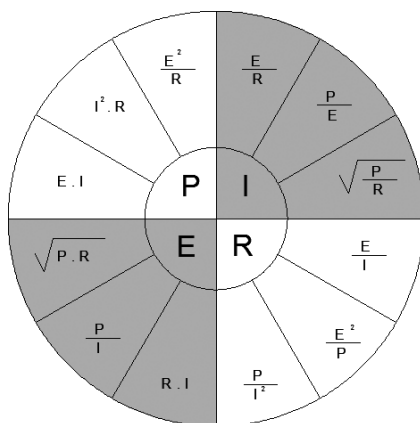


Fig. 06 - Roda de conversão da Lei de Ohm.

1.3.8. POTÊNCIA ELÉTRICA (P)

A capacidade de um equipamento produzir um trabalho utilizando a energia elétrica e transformando-a em outro tipo de energia é denominado de potência elétrica do equipamento.

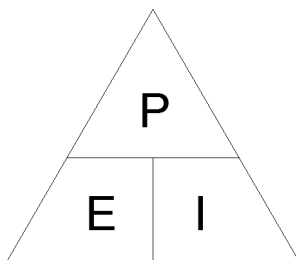


Fig. 07 - Triângulo das potências.

Para potência temos a equação:

$$P = E \times I$$

Segundo a Lei de Ohm, $E = R \times I$, substituindo a tensão temos:

$$P = (R \times I) \times I$$

Em um resistor onde a corrente é conhecida, a potência é dada pela equação:

$$P = R \times I^2$$

Onde a tensão é conhecida, obtemos a potência pela equação:

$$P = \frac{E^2}{R}$$

Exemplos:

- a) Uma lâmpada de 100 Watts é alimentada na tensão de 220 V, ao acendê-la qual será a corrente elétrica?
- » $P = 100 \text{ W}$
 - » $E = 220 \text{ V}$
 - » $I = (x) \text{ A}$

Pela equação temos:

$$I = \frac{P}{E} = 100/220 = 0,45 \text{ A}$$

- b) Essa mesma lâmpada sendo alimentada na tensão de 110 V, qual será a corrente ao acendê-la?

$$I = 100/110 = 0,91 \text{ A}$$

- c) Ligamos um chuveiro na tensão de 220 V, e obtemos a corrente de 22 A. Qual é a potência do chuveiro?

$$P = 220 \times 22 = 4840 \text{ Watts}$$

- d) Qual é a potência de um resistor de 10Ω ligado em uma tensão de 220 V?

$$P = \frac{220^2}{10} = \frac{48.400}{10} = 4840 \text{ Watts}$$

- e) Qual é a potência de um resistor de 10Ω alimentado por uma corrente de 22 A?

$$P = 10 \times 22^2 = 4840 \text{ Watts}$$

Podemos observar que, quanto menor a tensão, maior a corrente.

Resumo das grandezas:

- » E = Tensão elétrica em Volt (V).
- » I = Corrente elétrica em Ampère (A).

» R = Resistência Elétrica em Ohm (Ω).

$$R = \frac{E}{I}$$

» P = Potência elétrica em Watt (W).

$$P = E \times I$$

$$\text{Com } E \text{ fixa} \rightarrow P = \frac{E^2}{R}$$

$$\text{Com } I \text{ fixa} \rightarrow P = I^2 \times R$$

A potência elétrica de um equipamento, é diretamente relacionada à sua tensão (E) e corrente elétrica (I). Como a tensão é obtida em volts (V) e a corrente em ampères (A), a potência elétrica é obtida em Volt-Ampère (VA), que denominamos de potência aparente.

1.4.ASSOCIAÇÕES

Em algumas instalações, a fim de obtermos uma determinada resistência ou uma determinada potência, temos a necessidade de ligar vários componentes em um mesmo circuito, com intuito de suprirem determinada necessidade.

Exemplo: ligar duas ou mais lâmpadas para iluminar melhor um ambiente.

Essa interligação é denominada de associação de componentes ou associação de cargas.

Para entendermos como se comportam as grandezas elétricas nos componentes individualmente em um circuito, utiliza-se as Leis de Ohm das tensões e das corrente.

Em associações, necessitamos do conhecimento de outras leis que indicam como se comportam as grandezas elétricas em um circuito onde existam vários componentes e como será a ação e o resultado dessa ação após a passagem das tensões e correntes por esses componentes.

1.4.1.LEIS DE KIRCHHOFF

Formuladas em 1845, as Leis de Kirchhoff (em homenagem ao físico alemão Gustav Kirchhoff (1824-1887)), baseiam-se nas leis de conservação de carga e da energia existentes no circuito, estabelecendo o comportamento de tensões e correntes nos diversos elementos de um circuito.