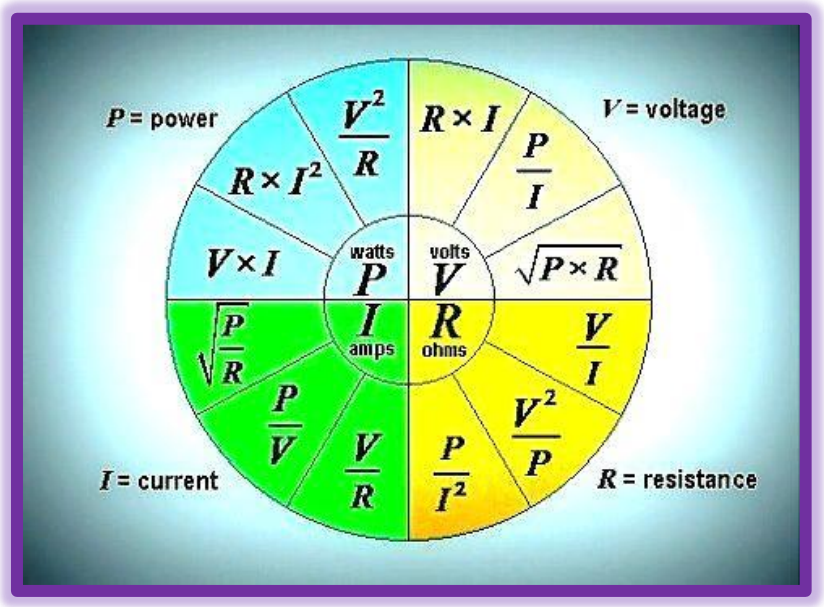
Jurandir Primo

Eletricidade & Eletrotécnica
Fundamentos e Cálculos Básicos



Eletricidade & Eletrotécnica
Fundamentos e Cálculos Básicos

Jurandir Primo
Copyright @ 2019
1ª edição – janeiro de 2020

Capa: Jurandir Primo – Sorocaba/SP

Primotech - Engineering Manuals

Primo, Jurandir

Eletricidade, Magnetismo, Sistemas Elétricos.

Índice para pesquisas: Sistemas Elétricos.

ISBN:

Livro no sistema de auto-publicação cuja edição, revisão, diagramação e capa foram selecionadas pelo próprio autor, para diminuir custos e facilitar a todos os interessados em engenharia e tecnologia.

O autor permite que todas as partes do livro possam ser copiadas ou reproduzidas para fundamentos educacionais, instrutivos e treinamento técnico.

Para adquirir esta ou outras publicações do autor, enviar solicitação para:

primotechcourses@hotmail.com

INDICE:

1. **INTRODUCÃO:**
2. **ÁTOMOS E GERAÇÃO DE ELETRICIDADE:**
3. **ELETRICIDADE – TERMOS E DEFINIÇÕES:**
4. **TERMOS DE TELECOM:**
5. **CABOS ELÉTRICOS & FIOS:**
6. **TRANSFORMADORES:**
7. **QUESTÕES DE CÁLCULOS DE ELÉTRICA:**

1. Tensão, Corrente, Resistência e Potência:

2. Circuitos em Série e Paralelo:

3. Análise Nodal de Circuitos:

4. Transformadores Trifásicos:

5. Eletromagnetismo:

6. Capacitores:

7. Transformadores, Geradores and Motores:

8. LEDs, Resistores, Baterias, UPS e Iluminação:

8. **REFERÊNCIAS E LINKS:**

I. INTRODUCÃO:

Eletricidade: É definido como "*um fluxo de elétrons através de materiais e dispositivos simples*" ou "*uma força que move elétrons*", ou um "*conjunto de fenômenos físicos associados à presença e fluxo de uma carga elétrica*". Existem **dois** tipos de cargas elétricas; **positivo e negativo**. Cargas iguais são repelidas e cargas desiguais são atraídas. Esses fatos são conhecidos como a Primeira Lei da Eletrostática e às vezes referidos como a "*lei das cargas elétricas*".

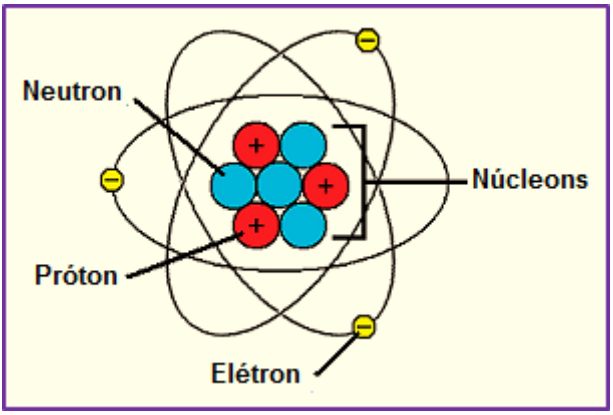
A unidade de carga elétrica no SI (Sistema Internacional) é o Coulomb (C). Na engenharia elétrica, também é comum o uso da ampere-hora (Ah), e em química é comum usar a *carga elementar* (e) como unidade. O Coulomb é definido como a quantidade de carga que passa pela seção transversal de um condutor elétrico carregando um ampere em um segundo. O símbolo "*Q*" é frequentemente usado para denotar uma quantidade de eletricidade ou carga.

A Lei de Coulomb quantifica a força eletrostática entre duas partículas, afirmando que a força é proporcional ao produto de suas cargas, e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. O Coulomb, no Sistema Internacional (SI), equivale a cerca de $+6.242\times10^{18}$ e ("e" é a carga de um próton). Assim, a carga de um elétron é aproximadamente -1.602×10^{-19} Coulomb (C).

II. ÁTOMOS E GERAÇÃO DE ELETRICIDADE:

Átomos: Toda a matéria no universo é feita de átomos. Os átomos são as unidades básicas da matéria e a estrutura definidora dos elementos. Os átomos são **compostos** basicamente de **três partículas**: **prótons, elétrons e nêutrons.**

Prótons e nêutrons são mais pesados que elétrons e residem no **centro** do átomo, que é chamado de núcleo. Cada átomo é composto de um núcleo com um ou mais elétrons ligados ao núcleo. O núcleo é feito de um ou mais prótons e tem tipicamente um número semelhante de nêutrons. Prótons e nêutrons são chamados de "*núcleons*".



Um átomo é a menor partícula da matéria comum, que tem as propriedades de um elemento químico. Por convenção, a carga de um elétron é −1, enquanto a de um próton é +1. Partículas carregadas cujas cargas têm o mesmo sinal se **repelem**, e partículas cujas cargas têm sinais diferentes se **atraem**. Um **íon** é um átomo (ou grupo de átomos) que perdeu um ou mais elétrons, dando-lhe uma carga positiva líquida (cátion), ou que ganhou um ou mais elétrons, dando-lhe uma carga negativa líquida (ânion). Cada sólido, líquido, gás ou plasma são compostos de átomos neutros ou ionizados.

Mais de 99,94% da massa de um átomo está no núcleo. Os prótons têm uma carga elétrica positiva, os elétrons têm uma carga elétrica negativa, e os nêutrons não têm carga elétrica. Quando o número de prótons e elétrons são **iguais**, esse

átomo é eletricamente **neutro**. Se um átomo tem mais ou menos elétrons do que prótons, então ele tem uma carga **negativa** ou **positiva**, respectivamente, e é chamado de **íon**. Os átomos normalmente têm o mesmo número de prótons e elétrons, nesse caso suas cargas se cancelam, produzindo uma **carga** líquida de **zero**, tornando o átomo neutro.

Eletricidade Estática: A eletricidade estática ou a descarga eletrostática cria uma mudança na carga de dois objetos. Isso pode ser facilmente produzido **esfregando** dois materiais diferentes juntos, como esfregar âmbar com pele ou vidro com seda. Desta forma, materiais não condutores podem ser carregados em um grau positivo ou negativo. Quando a carga elétrica líquida de um objeto **não é zero** e imóvel, o fenômeno é conhecido como eletricidade estática.

Quando o elétron e o núcleo se atraem, essa atração é chamada de **força eletrostática**, que é uma força que mantém o elétron em **órbita**. Alguns átomos podem **perder** elétrons e outros podem **ganha**r elétrons; assim, é possível transferir elétrons de um objeto para outro. Um objeto conterá um excesso de elétrons e se tornará negativamente carregado, e o outro se tornará deficiente em elétrons e se tornará positivamente carregado. Quando isso ocorre, a distribuição igualitária de cargas negativas e positivas não existe mais.

Corrente Elétrica: É simplesmente o movimento da carga elétrica, cuja intensidade é medida em **Ampere** (A). A corrente pode consistir de partículas carregadas no movimento; que são os **elétrons**. O movimento de elétrons carregados **negativamente** em torno de um circuito elétrico é então considerado **positivo** na direção oposta à dos elétrons. No entanto, dependendo das condições, uma corrente elétrica também pode também consistir de partículas carregadas em

qualquer direção ou mesmo em ambas as direções ao mesmo tempo. A convenção positiva para negativa é amplamente utilizada para simplificar essa situação.

O processo pelo qual uma corrente elétrica passa por um material é definido como condução elétrica, e sua natureza varia conforme as partículas são carregadas e o material pelo qual estão viajando. Exemplos de correntes elétricas incluem **condução** metálica, onde os elétrons fluem através de um condutor como **metal**, e **eletrólise**, onde íons (átomos carregados) fluem através de líquidos ou plasmas como faíscas elétricas. O campo elétrico que aciona essas correntes pode se propagar perto da velocidade da luz, permitindo que os sinais elétricos passem rapidamente ao longo dos fios.

Correntes DC e AC: Em aplicações de engenharia ou gerais, a corrente pode ser **corrente direta** (DC) ou corrente **alternada** (AC). A corrente direta, (produzida a partir de uma bateria, por exemplo), é um fluxo unidirecional da parte positiva de um circuito para o negativo. A corrente alternada (utilizada nas residências, por exemplo), inverte a direção repetidamente; quase na forma de uma onda senoidal. A corrente contínua é simplesmente constituída por polos positivo e negativo, a corrente alternada é composta por fases (e geralmente utilizada com fios neutros).

A corrente alternada é afetada por propriedades elétricas que não são observadas sob condições estáveis, como indutância e capacitância. Um circuito elétrico é uma interconexão de componentes elétricos, pois a carga elétrica é feita para fluir ao longo de um caminho fechado (um circuito), geralmente para realizar alguma tarefa útil. Os componentes de um circuito elétrico podem assumir muitas formas, que po-

dem incluir elementos, como resistores, capacitores, interruptores, transformadores, etc.

Lei de Ohm: É simplesmente uma lei básica da teoria do circuito, afirmando que a corrente que passa por uma resistência é diretamente proporcional à diferença potencial através da mesma. O Ohm, que é a unidade de resistência elétrica, foi nomeado em homenagem a Georg Ohm, simbolizado pela letra grega Ω. 1 Ω é a resistência que pode produzir uma diferença potencial de **um volt** em resposta a uma corrente de **um ampere**. A resistência da maioria dos materiais é relativamente constante sobre determinadas faixas de temperaturas e correntes, conhecidos como "*ohmicos*".



Circuitos Eletrônicos: Contêm componentes ativos, geralmente semicondutores, e normalmente exibem comportamento não linear exigindo análise complexa. Os componentes elétricos mais simples são definidos como passivos e lineares, e podem armazenar temporariamente energia, não conter fontes e exibir respostas lineares a estímulos. O **resistor** é geralmente o mais simples dos elementos do circui-

to passivo, e como seu nome sugere, resiste à corrente através dele, dissipando sua energia como calor. A resistência é uma consequência do movimento de carga através de um condutor. Em metais, por exemplo, a resistência é principalmente devido a **colisões** entre elétrons e íons.

Indutância: O indutor é geralmente uma **bobina** de fios que armazena energia em um campo magnético, em resposta a uma corrente elétrica. Quando a corrente muda, o campo magnético também muda, induzindo uma tensão entre as extremidades do condutor. A tensão induzida é proporcional à taxa de tempo de mudança da corrente. A constante da proporcionalidade é denominada como indutância. A unidade de indutância é o Henry, em homenagem a Joseph Henry, um contemporâneo de Faraday. Um Henry é a **indutância** que irá induzir uma diferença potencial de **um volt**, se a corrente mudar a uma taxa de um ampere por segundo.

Energia Elétrica: É o quantitativo na qual a energia elétrica é transferida por um circuito elétrico. A unidade SI de **potência** é o **Watt**, que é um **joule por segundo**. A energia elétrica (como a energia mecânica), é a taxa de trabalho, medida em Watts, e representada pela letra P. O termo "*watagem*" (ou vatagem) é usado coloquialmente para significar "*energia elétrica em watts*". No sistema SI, a potencia em watts é produzida por uma corrente elétrica "I" que consiste em uma carga de coulombs "Q" a cada "t" segundos que passam por uma diferença de potencial elétrico (tensão) de V é:

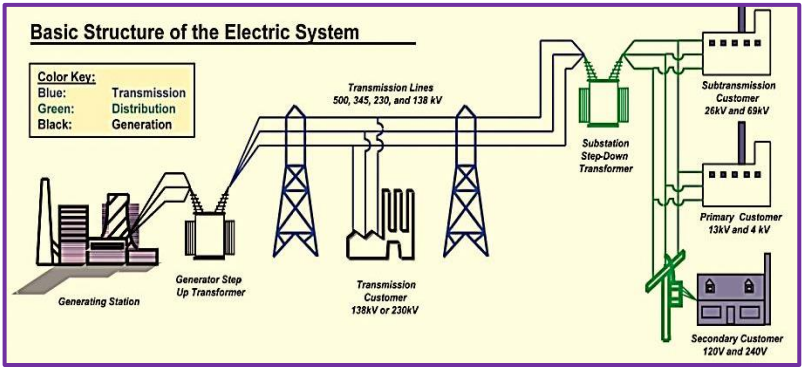
P(Watt) = Q x V / t = I x V or **(I x E)** =

Onde:

P = Trabalho feito na unidade de tempo, W;

Q = Carga elétrica em Coulomb, (C);
V = Potencial elétrico ou tensão em volts (V);
t = Tempo em segundos, (t);
I = Corrente elétrica em Ampere (A).

Geração de Eletricidade: Muitas vezes é fornecida por poderosas usinas geradoras elétricas, mas também pode ser gerada através fontes químicas como **baterias**, ou por outros meios, como energia solar e eólica. No entanto, a energia elétrica é geralmente fornecida a empresas e residências pela indústria de energia elétrica, geralmente vendida por **quilowatt-hora** que é o produto da energia em quilowatts multiplicado pelo tempo de execução em horas. As concessionárias de energia elétrica medem a energia consumida, utilizando medidores elétricos, que indicam o total de energia elétrica entregue ao cliente. Ao contrário dos combustíveis fósseis, a eletricidade é uma forma de baixa entropia e que pode ser convertida em movimento mecânico, ou muitas outras formas de energia com alta eficiência.



Potência Elétrica: A unidade em SI é o Watt, um joule por segundo, que é a taxa em que a energia elétrica é transferida por um circuito elétrico, geralmente produzida por geradores

elétricos, mas também pode ser fornecida por baterias elétricas. A potência elétrica é geralmente produzida por geradores eletromecânicos movidos a vapor, através da condução de calor na água, por reações nucleares, ou de outras fontes, como energia cinética extraída do sol, vento ou água corrente. A moderna turbina a vapor foi inventada por Sir Charles Parsons em 1884, hoje gera cerca de 80% da energia elétrica no mundo usando uma variedade de fontes de calor.

A invenção do **transformador**, no final do século XIX, definiu adequadamente que a energia elétrica poderia ser transmitida de forma mais eficiente, usando uma fonte de tensão muito alta e convertendo para uma distribuição de corrente mais baixa. Gradualmente, foram desenvolvidos transformadores de grande capacidade, na faixa de vários **KVA** (Quilovolt-Ampere) e MVA (Megavolt-Ampere). No ano de 1950, o primeiro transformador de energia elétrica de 400 KV foi introduzido em um sistema de energia elétrica de alta tensão. No início da década de 1970, um transformador de 1100 MVA foi produzido. Em 1980, transformadores de 800 KV e ainda de maior potência em KV foram desenvolvidos.

Aplicações: A eletricidade é uma maneira muito conveniente de transferir energia, adaptada a um enorme e crescente número de usos. A invenção da **lâmpada incandescente** na década de 1870, por **Thomas Edison**, tornou-se uma das primeiras aplicações mais importantes publicamente disponíveis de energia elétrica. A lâmpada, opera pelo aquecimento Joule, com a passagem da corrente elétrica através de uma resistência gerando calor. Embora a eletrificação trouxesse seus próprios perigos, a substituição de chamas da iluminação a gás, reduziu consideravelmente os riscos de incêndio dentro de casas e fábricas.

A eletricidade é um conjunto de fenômenos físicos associados à presença e fluxo de uma carga elétrica, que pode produzir uma grande variedade de efeitos, como raios, eletricidade estática, indução eletromagnética e corrente elétrica. A eletricidade também permite a criação e recepção de radiação eletromagnética, como ondas de rádio e campos eletromagnéticos. A eletricidade ocorre devido a vários tipos de física e em grande parte aplicada em engenharia elétrica, conforme definido abaixo:

- **Corrente Elétrica:** É propriedade de algumas partículas subatômicas, que determina interações eletromagnéticas. Questões de carga elétrica produzem campos eletromagnéticos, positivos ou negativos.
- **Campo Eletrostático:** É uma carga cercada por um campo elétrico, que produz uma força em outras cargas. Essas forças viajam a velocidade da luz.
- **Potencial Elétrico:** É a capacidade de um campo elétrico para fazer um trabalho com uma carga elétrica, normalmente medida em volts.
- **Eletromagnetismo:** É uma carga móvel que produz um campo magnético. Correntes elétricas geram campos magnéticos, e a mudança nos campos magnéticos gera correntes elétricas.
- **Energia Elétrica:** É uma corrente elétrica que é usada para energizar equipamentos.
- **Eletrônica:** Trata-se de circuitos elétricos que envolvem componentes elétricos ativos, como tubos de vácuo, transistores, diodos, circuitos integrados e tecnologias de interconexão passiva associadas.

Os efeitos do eletromagnetismo são hoje, mais visivelmente empregados no motor elétrico, que fornece um meio limpo e

eficiente de energia de movimento. Um motor estacionário também fornece uma fonte de energia e veículos elétricos usam baterias como fonte de energia. Dispositivos eletrônicos que fazem uso de transistores e blocos de construção de circuitos modernos são algumas das invenções mais importantes do século XX. Um circuito integrado moderno pode conter vários bilhões de transistores miniaturizados em apenas alguns centímetros quadrados.

A eletricidade aplicada nas telecomunicações, e certamente no **telégrafo** elétrico, inventado na **Inglaterra** por Cooke e Wheatstone com um sistema de agulhas magnéticas em 1830 e demonstrado comercialmente em 1837, teve um impacto comercial, social e cultural na época, tão significativo como a internet é para os dias atuais. No entanto, praticamente na mesma época, foi o americano **Samuel Morse** que explorou com sucesso o eletroímã telegráfico quando começou fazendo esboços de um "*ímã magnetizado*" e fez uma demonstração pública em 1838 com um dispositivo modificado para gravar no papel com pontos e traços.

Até 1877, toda a comunicação rápida de longa distância dependia do telégrafo. Entretanto, naquele ano, desenvolveu-se uma tecnologia rival que mudaria novamente a face da comunicação: o **telefone**, cujo primeiro registro de transmissão elétrica de voz foi feito pelo escocês naturalizado americano, **Alexander Graham Bell** em 10 de março de 1876. Em 1879, após muitos litígios em matéria de patentes entre a Western Union e o sistema telefônico, terminaram em um acordo que separou amplamente os dois serviços. Mais tarde, a fibra ótica e a comunicação via satélite se fixaram com sucesso nos nossos sistemas de comunicação.