

ELETRICIDADE CC

José Antonio Barata Marques de Almeida

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS

ELETRICIDADE CC

José Antonio Barata Marques de Almeida

CONTROLE E PROCESSOS INDUSTRIAIS



Autor

José Antonio Barata Marques de Almeida

Engenheiro eletricitista. Atuação profissional na área de Projetos Elétricos; área de montagens de instalações elétricas de Alta Tensão e Baixa Tensão; área de fabricação de equipamentos elétricos, painéis e centros de controle de motores. Professor da Escola Técnica de Brasília (ETB), atual Coordenador do Curso de Técnico em Eletrotécnica. Na ETB foi autor do material didático e ministrou aulas de: Eletricidade de Corrente Contínua, Laboratório de Eletricidade de Corrente Contínua, Eletricidade de Corrente Alternada, Laboratório de Eletricidade de Corrente Alternada, Sistemas trifásicos, Instalações Elétricas, Projetos Industriais, Comandos Elétricos, Eletromagnetismo, Máquinas Elétricas (motor de indução, transformador, máquinas de corrente contínua, alternador e motor síncrono) e Sistemas Elétricos de Potência.

Design Instrucional

NT Editora

Projeto Gráfico

NT Editora

Revisão

Priscilla dos Santos

Capa

NT Editora

Editoração Eletrônica

NT Editora

Ilustração

Daniel Motta

NT Editora, uma empresa do Grupo NT

SCS Quadra 2 – Bl. C – 4º andar – Ed. Cedro II

CEP 70.302-914 – Brasília – DF

Fone: (61) 3421-9200

sac@grupont.com.br

www.nteditora.com.br e www.grupont.com.br

Almeida, José Antonio Barata Marques de.

Eletricidade CC. / José Antonio Barata Marques de Almeida –
1. ed. – Brasília: NT Editora, 2014.

202 p. il. ; 21,0 X 29,7 cm.

ISBN 978-85-8416-031-0

1. Eletricidade. 2. Circuitos.

I. Título

Copyright © 2014 por NT Editora.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida por qualquer modo ou meio, seja eletrônico, fotográfico, mecânico ou outros, sem autorização prévia e escrita da NT Editora.

ÍCONES

Prezado(a) aluno(a),

Ao longo dos seus estudos, você encontrará alguns ícones na coluna lateral do material didático. A presença desses ícones o ajudará a compreender melhor o conteúdo abordado e a fazer os exercícios propostos. Conheça os ícones logo abaixo:



Saiba mais

Este ícone apontará para informações complementares sobre o assunto que você está estudando. Serão curiosidades, temas afins ou exemplos do cotidiano que o ajudarão a fixar o conteúdo estudado.



Importante

O conteúdo indicado com este ícone tem bastante importância para seus estudos. Leia com atenção e, tendo dúvida, pergunte ao seu tutor.



Dicas

Este ícone apresenta dicas de estudo.



Exercícios

Toda vez que você vir o ícone de exercícios, responda às questões propostas.



Exercícios

Ao final das lições, você deverá responder aos exercícios no seu livro.

Bons estudos!

Sumário

1. ELETROSTÁTICA	9
1.1 Leis fundamentais da Eletrostática	9
1.2 Lei de Coulomb	12
1.3 Campo elétrico	14
1.4 Potencial elétrico	18
1.5 Diferença de potencial ou tensão elétrica	19
1.6 Medição da tensão elétrica – voltímetros	22
1.7 Tensão contínua e tensão alternada.....	23
2. ELETRODINÂMICA	27
2.1 Corrente elétrica	27
2.2 Medição de corrente elétrica	33
2.3 Corrente contínua e corrente alternada	34
2.4 Resistência elétrica e leis de Ohm – ohmímetros	34
2.5 Associação de resistências	43
2.6 Potência e energia elétrica.....	50
2.7 Geradores de tensão e de corrente	54
3. ANÁLISE DE CIRCUITOS EM CC COM UMA SÓ FONTE.....	59
3.1 Divisor de tensão e de corrente	59
3.2 Método da resistência equivalente.....	68
3.3 Método de análise de tensões e correntes	75
3.4 Método geral	77
4. ANÁLISE DE CIRCUITOS CC – LEIS DE KIRCHHOFF	81
4.1 Lei das malhas e lei dos nós.....	81
4.2 Convenções para aplicar as leis de Kirchhoff	83
4.3 Aplicação das leis de Kirchhoff.....	85
4.4 Regra de Cramer	94
5. TEOREMA DA SUPERPOSIÇÃO	111
5.1 Enunciado do teorema da superposição	111
5.2 Convenções para aplicar o teorema da superposição	112
5.3 Aplicações do teorema da superposição.....	113

6. TEOREMA DE THÉVENIN.....	138
6.1 Enunciado do teorema de Thévenin	139
6.2 Resistência de Thévenin	139
6.3 Gerador de Thévenin	139
6.4 Aplicações do teorema de Thévenin.....	141
7. TEOREMA DE NORTON	165
7.1 Enunciado do teorema de Norton	165
7.2 Resistência de Norton.....	165
7.3 Gerador de Norton.....	166
7.4 Aplicações do teorema de Norton.....	166
8. AULAS PRÁTICAS DE LABORATÓRIO	183
8.1 Associação de resistores	183
8.2 Lei de ohm	192
8.3 Leis de Kirchhoff	194
8.4 Teorema da superposição	195
8.5 Teorema de thévenin	196
8.6 Teorema de Norton.....	198
GLOSSÁRIO.....	200
BIBLIOGRAFIA	202

Olá aluno(a)! Seja muito bem-vindo ao curso Eletricidade em Corrente Contínua (CC)!

O curso de Eletricidade CC visa preparar os alunos para entenderem e poderem aplicar os princípios da eletricidade em corrente contínua (CC), capacitando-os para analisar e resolver circuitos de corrente contínua, desenvolvendo raciocínios que serão aplicados no estudo da corrente alternada.

O conhecimento dos fenômenos elétricos permite entender os segredos da eletricidade, conhecimento fundamental para os profissionais de eletrotécnica, eletrônica e Telecomunicações.

A sociedade em que vivemos depende da eletricidade para obter a energia necessária à vida pelo que o papel desempenhado pelos profissionais que lidam com a eletricidade, não só no que se refere à geração, transmissão e distribuição, mas também no que se refere à utilização, é fundamental nos dias atuais.

Sem energia não há vida e a energia de que dispomos é principalmente a eletricidade.

Em nosso curso veremos como:

- Conceituar as grandezas elétricas, tensão, corrente, resistência, potência e energia.
- Resolver circuitos simples, com uma única fonte de tensão e circuitos mais complexos com várias malhas e várias fontes de tensão.
- Utilizar vários processos de resolução de circuitos que fornecerão caminhos alternativos, de forma a permitir conferir e confirmar nossos cálculos.
- Executar experiências de Laboratório que permitirão confirmar os conceitos e as leis da Eletricidade.

Tenham a certeza de que “quanto mais profundo e consistente for o conhecimento dos fenômenos da Eletricidade, menor será o risco de acidentes, não só pessoais, mas também para aqueles que fazendo parte da equipe de trabalho confiam em vocês.”

A você, desejo um bom estudo e que tenha a certeza que, ao final do curso, novos horizontes lhes serão abertos.

Bons estudos!

1. ELETROSTÁTICA

Objetivo

- Estabelecer os conceitos de **potencial elétrico** e diferença de potencial (d.d.p.) ou **tensão elétrica**.

Ao final desta lição, você deve ser capaz de:

- Definir o que é e como se mede tensão elétrica.



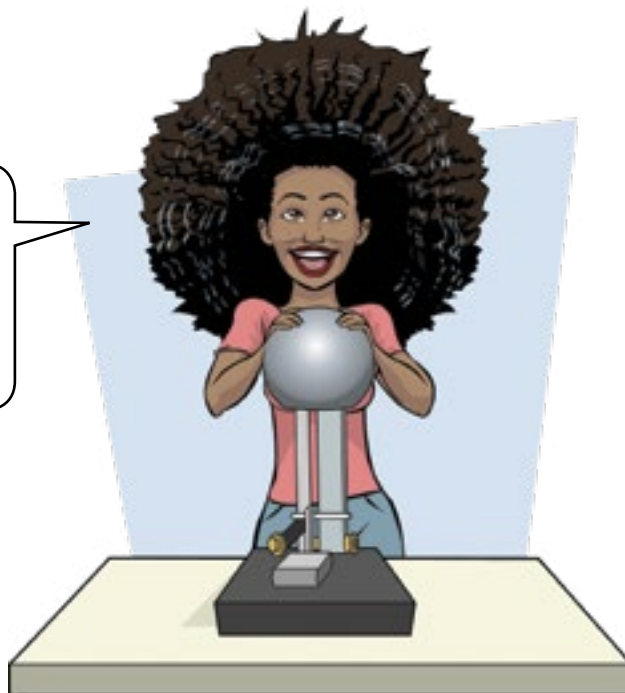
Potencial elétrico: energia potencial adquirida por uma carga unitária. A unidade de medida do potencial elétrico é o Volt.

Tensão elétrica: ou diferença de potencial (ddp) entre dois pontos A e B é o trabalho realizado para deslocar uma carga unitária entre o ponto A e o ponto B e corresponde ao aumento ou diminuição da energia potencial da carga motivado pela movimentação dela.

Numericamente, a tensão pode ser obtida dividindo o trabalho em joule, realizado para deslocar a carga, pelo valor da carga em Coulomb.

1.1 Leis fundamentais da Eletrostática

A Eletrostática estuda as interações entre as cargas elétricas em repouso que obedecem a dois princípios, as **leis fundamentais da Eletrostática**. Vamos conhecê-las?



1) Lei de conservação da carga elétrica

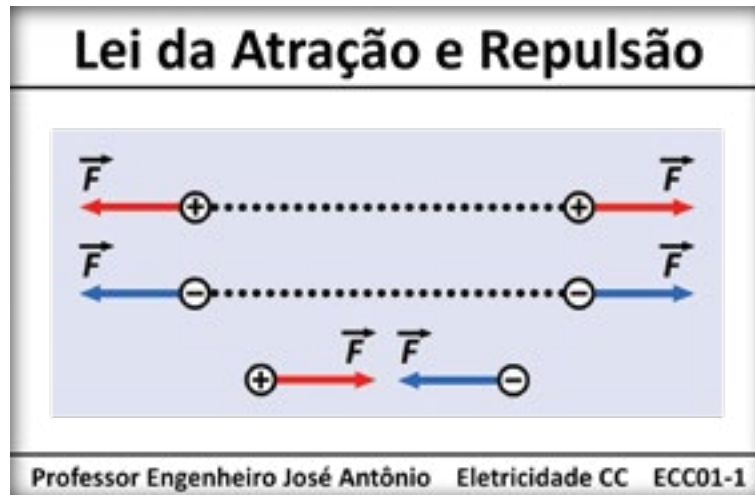
A soma algébrica das cargas elétricas de um sistema isolado mantém-se constante.

2) Lei de atração e repulsão

Um conceito importante a se aprender é a lei de atração e repulsão. Cargas de sinais iguais repelem-se e cargas de sinais diferentes atraem-se.

A figura 1.1 ilustra esta lei da Eletrostática. Veja abaixo:

Figura 1.1 – Lei da atração e repulsão.



Antes de iniciarmos propriamente a Eletrostática vamos estabelecer alguns conceitos, necessários para entender o que vamos estudar.

Matéria

Matéria é tudo o que tem massa e ocupa espaço. Não é matéria, por exemplo, o som, a eletricidade e as telecomunicações.

A Matéria pode ser dividida em partes cada vez menores até se obterem as menores partículas que as conservam propriedades da matéria original, que são as **moléculas**.

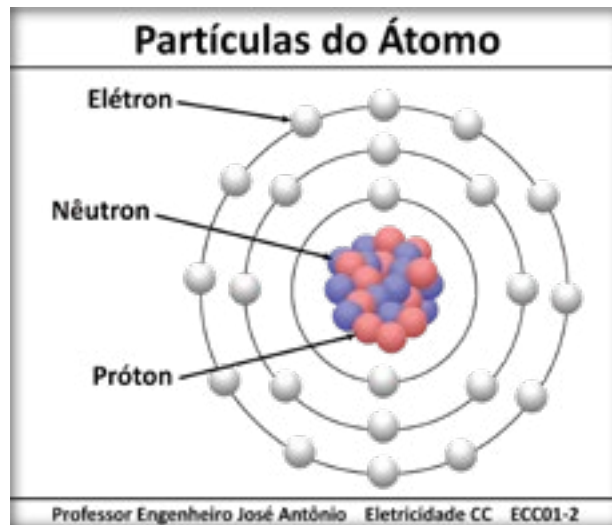
As moléculas são formadas por átomos, que são os elementos químicos que as constituem.

Nos átomos existem diversas partículas das quais interessam ao estudo da eletricidade, como os **prótons**, os **nêutrons** e os **elétrons**.

Um átomo é composto basicamente por um **núcleo**, onde se concentram **prótons** e **nêutrons** que permanecem fixos e uma **eletrosfera**, que rodeia o núcleo, onde se situam os **elétrons** que giram em órbitas ou **camadas** distintas à volta do núcleo.

Entre os prótons e os elétrons do átomo existem **forças de interação** devido ao fato de prótons e elétrons terem cargas elétricas, **positivas** e **negativas**. A figura 1.2 mostra a constituição de um átomo elementar.

Figura 1.2 – Partículas do átomo.



Carga elétrica

E o que é **carga elétrica**? A **carga elétrica** é uma propriedade dos prótons e dos elétrons do átomo, devido à qual eles interagem entre si.

Um átomo, em geral é **neutro**, o que não significa que não tem cargas elétricas. Num átomo neutro o número de elétrons (cargas negativas) é igual ao número de prótons (cargas positivas).

Entretanto, um átomo pode ganhar ou perder elétrons, tornando-se uma carga elétrica negativa, quando ganha elétrons ou uma carga elétrica positiva, quando perde elétrons.

Tal como um átomo, que pode ganhar ou perder elétrons adquirindo carga elétrica, um corpo, que é formado por átomos, pode ganhar ou perder elétrons e adquirir, desta forma, **carga elétrica**.

Dica!

Se o corpo perder elétrons, torna-se uma **carga positiva**; se o corpo ganhar elétrons, torna-se uma **carga negativa**.



É importante saber que materiais como o âmbar, o vidro, o plástico ou o celuloide, eletrizam-se por **atrito**, isto é, adquirem **carga elétrica** quando atritados com outros materiais, pois como os elétrons se movem com facilidade, há uma migração de elétrons de um corpo para outro durante o atrito.

A unidade de carga elétrica é o **Coulomb** e representa-se pela letra **C**.

Para o nosso estudo importa saber que temos cargas negativas e positivas.

Se uma força é representada por um vetor, qual é, então, a direção e sentido da força de Coulomb? E o que são cargas pontuais?



Mas como as leis fundamentais da Eletrostática podem ser demonstradas?

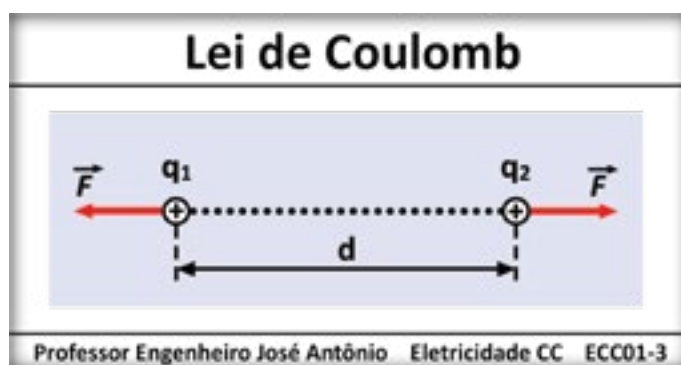
As leis fundamentais da Eletrostática são verificadas na prática quando observamos os fenômenos da natureza.

São axiomas aceites sem demonstração, como na matemática, que servem de base para raciocínios futuros.

1.2 Lei de Coulomb

Uma das leis mais clássicas da Eletrostática é a lei de Coulomb, que afirma que a intensidade da **força F** de interação entre duas cargas elétricas pontuais q_1 e q_2 separadas por uma **distância d** é diretamente proporcional ao **produto** dos módulos das cargas e inversamente proporcional ao **quadrado** da distância que as separa, como na figura a seguir.

Figura 1.3 – Lei de Coulomb.



$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

Sendo: F – Força de Coulomb, em newton (N).
 q_1 e q_2 – Módulos das cargas elétricas, em coulomb (C).
 d – Distância entre as cargas elétricas, em metro (m).
 K = constante eletrostática (no vácuo $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$).

Se uma força é representada por um vetor, qual é, então, a direção e sentido da força de Coulomb? E o que são cargas pontuais?



A direção da força de Coulomb é a da linha que une as duas cargas e o sentido pode ser de atração ou de repulsão das cargas. **Cargas pontuais** são cargas de dimensões tão pequenas, em relação à distância entre elas, que podem ser consideradas como pontos. São chamadas também **cargas puntiformes**.

Exercitando o conhecimento...

Vamos fazer alguns exercícios para fixarmos o conhecimento?

Questão 01 – Em relação à lei de Coulomb, analise as afirmativas.

- I – Mesmo com cargas diferentes, as forças que atuam sobre as cargas são iguais.
- II – Se dobrar a distância entre as cargas, a força reduz-se a um quarto.
- III – A força que atua sobre a carga menor é menor que a que atua sobre a carga maior.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 02 – Em relação à lei de Coulomb, analise as afirmativas.

- I – A força é inversamente proporcional à distância entre as cargas.
- II – Se dobrarmos o valor de cada uma das cargas envolvidas a força quadruplica.
- III – Se dobrarmos o valor de cada uma das cargas envolvidas e a distância entre elas a força não se altera.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 03 – A força de atração entre duas cargas é 21 N. Se triplicarmos a distância entre as cargas, dobrarmos o valor da carga menor e triplicarmos o valor da carga maior, qual é o novo valor da força de atração entre as cargas?

- a) 7 N b) 10 N c) 12 N d) 14 N e) 21 N



1.3 Campo elétrico

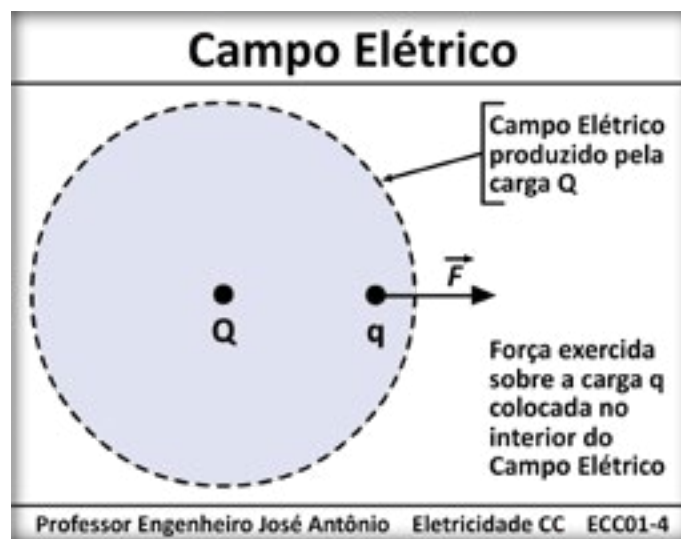
Uma das características de uma carga elétrica é a capacidade que ela tem de interagir com outras cargas elétricas (atraindo-as ou repelindo-as, dependendo dos seus sinais). Analisando a lei de Coulomb concluímos que, para qualquer carga elétrica fixa Q , existe, à volta dela, uma região esférica do espaço, onde qualquer outra carga q fica sujeita a uma força de interação com a carga Q , dada pela lei de Coulomb.



Campo elétrico: região esférica do espaço em volta de uma carga elétrica fixa Q , onde qualquer outra carga q fica sujeita a uma força de interação com a carga Q , dada pela lei de Coulomb.

Por analogia com o campo gravitacional em volta da Terra, onde se faz sentir a força de gravidade da Terra sobre qualquer corpo nele colocado, a região à volta da carga Q é o **Campo elétrico criado pela carga Q** , representado pela figura abaixo.

Figura 1.4 – Campo elétrico.



Então, o campo elétrico também é similar ao campo criado por um ímã, o campo magnético?



Um ímã cria à volta dele uma região onde as suas forças de atração e repulsão, se fazem sentir.

Linhas de força do campo elétrico

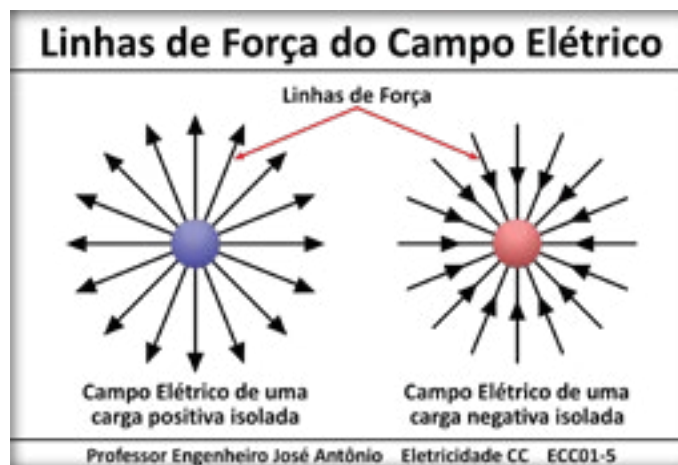
Linhas de Força são linhas imaginárias ao redor de uma carga ou de uma distribuição de cargas que mostram como se comporta o campo elétrico gerado por essa carga ou distribuição de cargas em uma dada região do espaço.

A intensidade do campo elétrico é proporcional à densidade das linhas de força.

Quanto mais próximas umas das outras as linhas de força estiverem, maior a intensidade do campo elétrico.

A figura 1.5 mostra o campo elétrico criado por uma carga positiva isolada e por uma carga negativa isolada.

Figura 1.5 – Linhas de força do campo elétrico.



No caso da figura 1.5, o campo elétrico é mais intenso perto das cargas, onde existe maior concentração de linhas de força.

O **vetor campo elétrico** é um vetor tangente às linhas de força em qualquer ponto do campo elétrico.

Direção do vetor campo elétrico

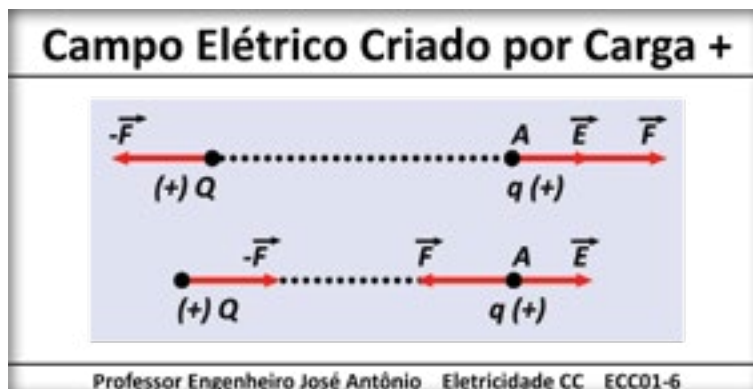
A direção do vetor campo elétrico é a mesma da força a que fica sujeita qualquer carga colocada dentro do campo elétrico.

Sentido do vetor campo elétrico

O sentido do vetor campo elétrico depende de a carga que cria o campo ser negativa ou positiva. Na figura 1.6, o campo é **criado pela carga Q positiva**. Se colocarmos outra carga positiva no interior do campo elétrico, a força F que atua sobre essa carga, está representada na primeira linha da figura 1.6. Esta é uma **força de repulsão**. Como a carga é positiva o campo elétrico aponta no mesmo sentido da força. Se colocarmos uma carga negativa no interior do campo elétrico, a força F que atua sobre essa carga, está representada na segunda linha da figura 1.6.

É uma **força de atração**. Como a carga é negativa o campo elétrico aponta na direção contrária à força.

Figura 1.6 – Campo elétrico criado por carga positiva.

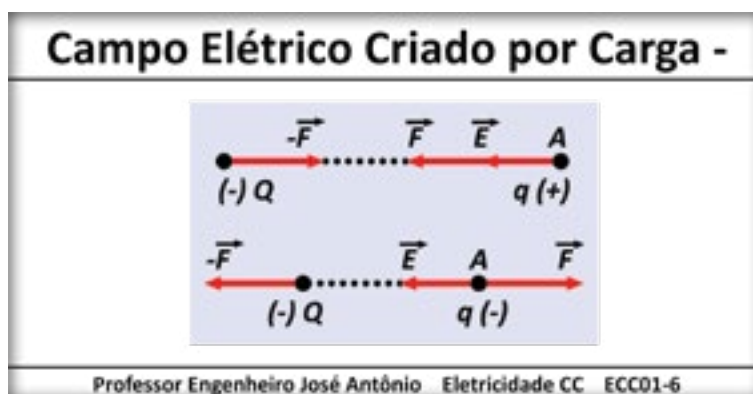


Conclusão:

No caso de um campo elétrico criado por uma carga Q, positiva, o sentido do campo é o de afastamento da carga Q.

Na figura 1.7, o campo é **criado pela carga Q negativa**.

Figura 1.7– Campo elétrico criado por carga negativa.



Se colocarmos uma carga positiva no interior do campo elétrico, a força F que atua sobre essa carga, está representada na primeira linha da figura 1.7. Esta é uma **força de atração**. Como a carga é positiva, o campo elétrico aponta no mesmo sentido da força.

Se colocarmos outra carga negativa no interior do campo elétrico, a força F que atua sobre essa carga, está representada na segunda linha da figura 1.7. Esta é uma **força de repulsão**. Como a carga é negativa, o campo elétrico aponta na direção contrária à força.

Conclusão

No caso de um campo elétrico criado por uma carga Q , negativa, o sentido do campo é o de aproximação da carga Q .

Intensidade ou módulo do vetor campo elétrico

Se colocarmos sucessivamente várias cargas em um mesmo ponto de um campo elétrico, verificamos que essas cargas ficam sujeitas a diferentes forças.

$$\text{Carga } q_1: F_1 = K \frac{q_1 \cdot Q}{d^2} \Rightarrow \frac{F_1}{q_1} = K \frac{Q}{d^2}$$

$$\text{Carga } q_2: F_2 = K \frac{q_2 \cdot Q}{d^2} \Rightarrow \frac{F_2}{q_2} = K \frac{Q}{d^2}$$

$$\text{Carga } q_3: F_3 = K \frac{q_3 \cdot Q}{d^2} \Rightarrow \frac{F_3}{q_3} = K \frac{Q}{d^2}$$

$$\text{Verifica-se que: } \frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2} = \frac{F_3}{q_3} = K \frac{Q}{d^2} = \text{constante}$$

A razão entre as forças que atuam sobre as cargas e as próprias cargas colocadas no campo é constante, para o mesmo campo criado pela mesma carga Q e no mesmo ponto P à mesma distância da carga Q .

O módulo do vetor campo elétrico criado pela carga Q , no ponto P , é a razão entre a força que atua sobre uma carga colocada no ponto P e a própria carga.

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = q \cdot E$$

Dica: A unidade de campo elétrico é o newton/coulomb (N/C).



Fisicamente podemos dizer que, se em um determinado ponto o campo elétrico for de 21 N/C, isso significa que a carga de 1C colocada nesse ponto, fica sujeita a uma força de 21 N.



Exercitando o conhecimento...

Questão 04 – Em relação ao campo elétrico, analise as afirmativas.

I – Qualquer carga elétrica cria um campo elétrico à sua volta.

II – A intensidade do campo elétrico é proporcional à concentração das linhas de força.

III – O sentido do campo elétrico é o da força de atração da carga.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 05 – Em relação ao campo elétrico, analise as afirmativas.

I – Se o campo for criado por uma carga negativa, o sentido é de afastamento da carga.

II – Se o campo for criado por uma carga positiva, o sentido é de aproximação da carga.

III – Qualquer carga colocada em um campo elétrico pode ser atraída ou repelida pela carga responsável pela criação do campo elétrico.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III f) I, II e III

Questão 06 – Num campo elétrico de 4 N/C é colocada uma carga que fica sujeita a uma força de 20 N . Qual o valor da carga?

- a) 7 C b) 10 C c) 4 C d) 5 C e) 20 C

1.4 Potencial elétrico

Se aproximarmos uma carga móvel $+q_1$ de outra carga fixa $+q_2$, a carga $+q_1$, pela lei de Coulomb, fica sujeita a uma força de repulsão, cujo módulo pode ser calculado e depende da distância entre as cargas.

Para aproximarmos a carga $+q_1$ da carga $+q_2$, tivemos que vencer a força de repulsão entre as cargas, realizamos um **trabalho** que aumentou a **energia potencial** da carga $+q_1$, uma vez que agora, se a soltarmos e ela entrar em movimento, a energia potencial que se vai transformar em energia de movimento é muito maior.

Se tivermos uma carga móvel $+q_1$ nas proximidades de outra carga fixa $+q_2$, de tal forma que a carga $+q_1$ fique sujeita a uma força de repulsão dada pela lei de Coulomb, dizemos que a carga $+q_1$ tem certa energia potencial, que se a soltarmos ela vai ser repelida pela carga $+q_1$.

Dependendo do sinal das cargas, $+$ ou $-$, e do afastamento ou aproximação das cargas, o potencial da carga que se movimenta pode aumentar ou diminuir.

Se afastarmos a carga $+q_1$ da carga fixa $+q_2$, a energia potencial da carga q_1 diminui.

Se trouxermos a carga +q1 de uma distância considerada infinita (onde a ação do campo criado pela carga +q2 já não se faz mais sentir), ela adquire uma **energia potencial** tal, que se ela for solta, será repelida para uma distância da carga +q2 considerada infinita.

Potencial Elétrico é a energia potencial adquirida por uma **carga unitária**.

O exemplo clássico é o dos recipientes de água. Se tivermos dois recipientes de água colocadas no mesmo nível do solo, interligadas por um tubo com uma torneira e com a mesma quantidade de água cada um e se abrirmos a torneira, não haverá passagem da água de um para o outro, isto é, a energia potencial da água nos dois recipientes é a mesma.

Agora, se deslocarmos o segundo recipiente com a torneira do tubo de interligação fechada para outro nível alguns metros acima do solo, a água do recipiente superior adquire energia potencial correspondente ao trabalho que foi realizado para vencer a força da gravidade, quando deslocamos o segundo recipiente.

Se abrirmos a torneira do tubo que liga os dois recipientes, a água do recipiente superior vai escorrer para o recipiente inferior, devido à energia potencial que foi adquirida.

1.5 Diferença de potencial ou tensão elétrica

A **tensão elétrica (V)** ou **diferença de potencial (ddp)** entre dois pontos A e B é o trabalho realizado para deslocar uma carga unitária entre o ponto A e o ponto B e corresponde ao aumento ou diminuição da energia potencial da carga motivado pela movimentação dela.

Numericamente, a tensão pode ser obtida dividindo o trabalho em joule, realizado para deslocar a carga, pelo valor da carga em Coulomb.

No SI a unidade de diferença de potencial ou tensão elétrica é o **volt (V)**, representado pela letra **V**, que mede a diferença de potencial correspondente ao trabalho de 1 joule (J) para movimentar uma carga de 1 coulomb (C).

$$\text{diferença de pontencial (ddp)} = \frac{\text{trabalho}}{\text{carga}} = \frac{W}{Q} = \frac{\text{Joule}}{\text{coulomb}} = \frac{W}{Q} \text{ volt}$$

Numa pilha comum a tensão é de 1,5 V, o que significa que a diferença de potencial entre o polo positivo e o polo negativo da pilha é de 1,5 V e que, uma vez ligados os polos da pilha por um circuito, as forças elétricas realizam o trabalho de 1,5 J para deslocarem a carga de 1 C de um polo ao outro.

$$1 \text{ Volt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Coulomb}}$$

Pode-se dizer que, no caso do exemplo anterior, passou a existir uma ddp entre a água do recipiente superior e a água do recipiente inferior.



Exercitando o conhecimento...

Questão 07 – Em relação ao campo elétrico criado por uma carga elétrica Q , analise as afirmativas.

I – Qualquer carga colocada dentro do campo elétrico é imediatamente atraída pela carga Q .

II – As linhas de força são mais densas perto da carga Q .

III – O vetor campo elétrico é tangente às linhas de força e, portanto constante.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 08 – Em relação ao potencial elétrico, analise as afirmativas.

I – Se tivermos uma carga positiva Q e aproximarmos dela outra carga positiva q , o potencial da carga q aumenta.

II – Se tivermos uma carga positiva Q e aproximarmos dela outra carga negativa q , o potencial da carga q não se altera.

III – Se tivermos uma carga negativa Q e aproximarmos dela outra carga negativa q , o potencial da carga q aumenta.

Quantas afirmativas estão corretas:

- a) 1 b) 2 c) 3

Questão 09 – Para afastarmos uma carga positiva móvel A de outra carga positiva fixa B , realizamos um trabalho de 4 joule. Sabendo que a carga A vale 2 coulomb, de quantos V é a ddp entre as duas cargas?

- a) 1 V b) 2 V c) 3 V d) 4 V e) 5 V



Gerador de tensão: o gerador de tensão ideal seria capaz de manter nos seus terminais uma tensão constante, qualquer que fosse a corrente fornecida ao circuito. O que existe é o gerador de tensão real que não fornece tensão constante, pois há uma perda interna de energia, que aumenta quando aumenta a corrente pedida pela carga, diminuindo a tensão nos terminais do gerador.

Fontes de tensão elétrica

Uma pilha é uma fonte de tensão elétrica, funciona como um **gerador de tensão**.

Qualquer dispositivo capaz de transformar algum tipo de energia em energia elétrica e conseguir manter uma ddp entre seus terminais, é um gerador de tensão.

Os dispositivos geradores de tensão são diferentes de acordo com o tipo de energia que transformam em energia elétrica. A energia transformada em energia elétrica chama-se **energia primária**.

São exemplos de geradores de tensão e suas respectivas energias primárias:

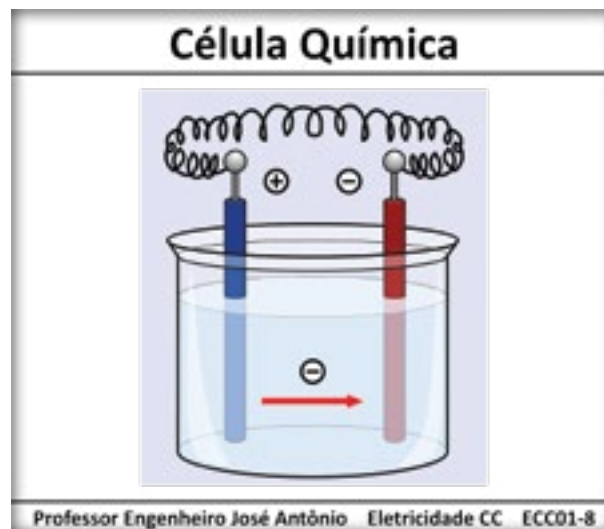
- Célula combustível, energia química.
- Bateria, energia química.

- Dínamo, energia mecânica.
- Alternador, energia mecânica.
- Fotocélula, energia luminosa.

Célula química

A unidade básica para converter energia química em energia elétrica é célula química, que consiste em dois eletrodos de metais diferentes, mergulhados em um eletrólito, como na figura 1.8.

Figura 1.8 – Célula química.



A reação química dos eletrodos de metais diferentes com o eletrólito faz com que se depositem cargas elétricas negativas no eletrodo negativo de forma a manter uma ddp entre os eletrodos da célula.

Nas pilhas secas as reações químicas que originam o acúmulo de cargas de sinais contrários nos eletrodos são irreversíveis, entretanto nas baterias (como no caso dos automóveis) as reações químicas são reversíveis e as baterias usadas para dar partida e alimentar os circuitos elétricos do automóvel, são posteriormente carregadas, quando o automóvel está em movimento e aciona um gerador que transforma energia mecânica de rotação (energia cinética) em energia elétrica, que se acumula na bateria carregando-a.

À volta de uma pilha existe um campo elétrico criado pelos seus polos positivo e negativo.

1.6 Medição da tensão elétrica – volímetros



Sistema Internacional de Unidades: é um sistema de unidades utilizado em quase todo o mundo, visando padronizar as medidas das grandezas.

A unidade de medida de tensão elétrica, no **Sistema Internacional de Unidades** (SI) é o **Volt** representado pela letra **V**, como vimos.

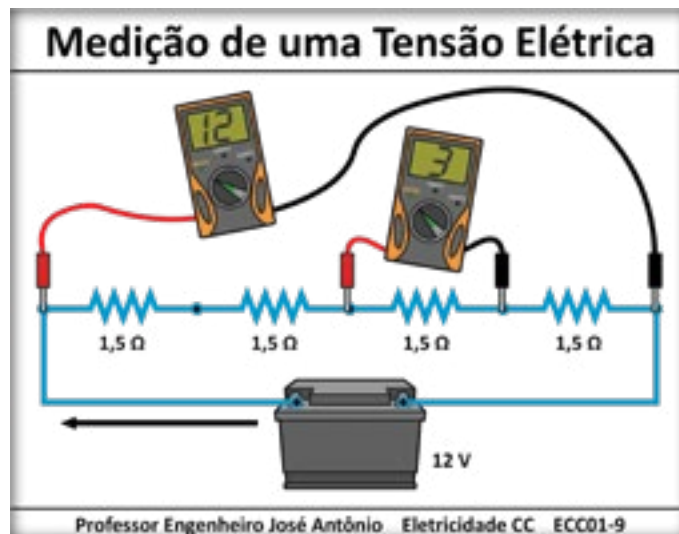
Como em todas as unidades de medida são utilizados múltiplos e submúltiplos do Volt.

Os múltiplos e submúltiplos do Volt mais usados são o mV (milivolt) = 0,001 V e o KV (quilovolt) = 1000 V.

Para medir uma tensão elétrica, utiliza-se um **volímetro**.

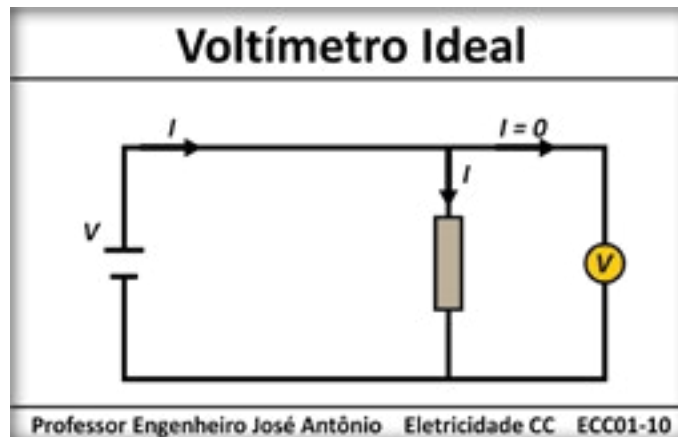
O volímetro deve ser colocado em paralelo para medir a tensão no circuito, como na figura 1.9, ligado entre os pontos onde se quer medir a tensão.

Figura 1.9 – Medição de uma tensão.



A resistência interna de um volímetro é muito alta para impedir que a corrente que passa pelo volímetro modifique a tensão que se pretende medir, como se pode ver na figura 1.10.

Figura 1.10 – Voltímetro ideal.



O voltímetro ideal teria resistência infinita e seria percorrido pela corrente zero.

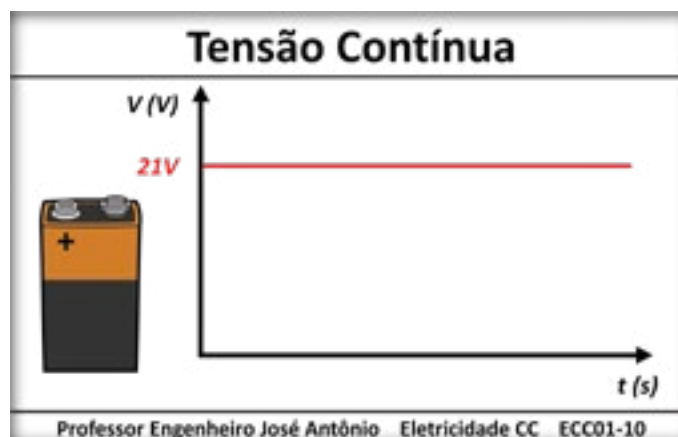
1.7 Tensão contínua e tensão alternada

Na prática utilizam-se dois tipos de tensão:

a) Tensão contínua ou tensão cc (Vcc) – É uma tensão que mantém sempre a mesma polaridade.

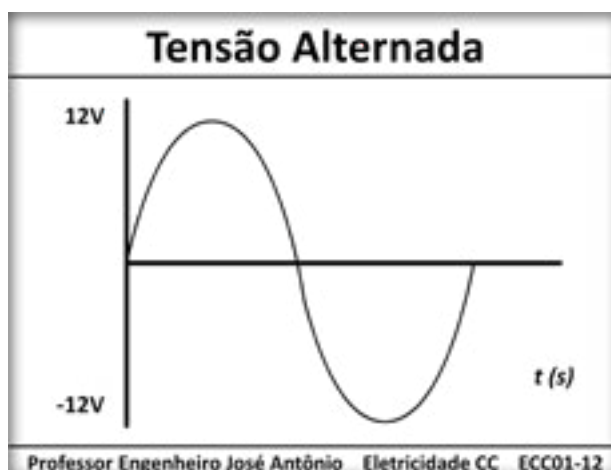
Por exemplo, a tensão entre os terminais de uma pilha resultante da transformação de energia química em energia elétrica. A figura 1.11 mostra este tipo de tensão.

Figura 1.11 – Tensão contínua



b) Tensão alternada ou tensão ca (Vca) – É uma tensão que muda periodicamente de polaridade. A mais usada é a tensão alternada senoidal que é produzida nas usinas pelos **alternadores** que transformam energia mecânica de rotação em energia elétrica. A figura 1.12 mostra este tipo de tensão.

Figura 1.12 – Tensão alternada.



Exercitando o conhecimento...

Questão 10 – Analise as afirmativas.

- I – A tensão contínua sempre muda de sentido.
- II – A tensão alternada muda de sentido periodicamente.
- III – O voltímetro é instalado em paralelo com a carga onde se quer medir a tensão.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 11 – Produze-se energia elétrica, a partir de:

- I – Dínamo, energia mecânica.
- II – Fotocélula, energia luminosa.
- III – Célula de combustível, energia eólica.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 12 – Em relação aos voltímetros, analise as afirmativas.

- I – Medem correntes elétricas.
- II – Têm resistência muito alta.
- III – O ideal tem resistência zero.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Resumo

Parabéns! Você chegou ao final da lição 1 do curso de Eletricidade. Vamos lembrar alguns conceitos?

As leis ou princípios fundamentais da Eletrostática são:

- Lei de conservação da carga elétrica.
- Lei de atração e repulsão.
- A lei de Coulomb afirma que a intensidade da força F de interação entre duas cargas elétricas pontuais q_1 e q_2 separadas por uma distância d é diretamente proporcional ao produto dos módulos das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que as separa.
- Campo elétrico é a região do espaço onde se faz sentir a interação de uma carga elétrica.
- Tensão elétrica é o mesmo que ddp – diferença de potencial elétrico.
- Tensões elétricas são medidas com voltímetros.

Veja se você é capaz de:

- Definir o que é e como se mede a tensão elétrica.

Exercícios

Questão 01 – Em relação à lei de Coulomb, analise as afirmativas.

I – As forças que atuam sobre as duas cargas são sempre iguais.

II – Se dobrar a distância entre as cargas, a força dobra.

III – O valor da força independe do meio em que as cargas se encontram.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 02 – Em relação à lei de Coulomb, analise as afirmativas.

I – A força é diretamente proporcional à distância entre as cargas.

II – Se dobrarmos o valor de cada uma das cargas envolvidas, a força quadriplica.

III – Se dobrarmos o valor só da menor das cargas envolvidas, a força duplica.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 03 – A força de atração entre duas cargas é 6 N. Se triplicarmos a distância entre as cargas, dobrarmos o valor da carga menor e triplicarmos o valor da carga maior, qual é o novo valor da força de atração entre as cargas.

- a) 6 N b) 1 N c) 2 N d) 4 N e) 3 N



Parabéns, você finalizou esta lição!

Agora responda às questões ao lado.

Questão 04 – Em relação ao campo elétrico, analise as afirmativas.

I – Qualquer carga elétrica positiva cria um campo elétrico em um à sua volta.

II – A intensidade do campo elétrico depende do valor da carga que o criou.

III – O sentido do campo elétrico é sempre o mesmo para qualquer carga.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III

Questão 05 – Em relação ao campo elétrico, analise as afirmativas.

I – Se o campo for criado por uma carga negativa o sentido é de aproximação da carga.

II – Se o campo for criado por uma carga positiva o sentido é de afastamento da carga.

III – Nada se pode concluir sobre o sentido do campo elétrico.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) II e III f) I, II e III

Questão 06 – Num campo elétrico de 2 N/C é colocada uma carga que fica sujeita a uma força de 12 N . Qual o valor da carga?

- a) 7 C b) 10 C c) 4 C d) 6 C e) 20 C

Questão 07 – Qual o valor da intensidade de um campo elétrico onde uma carga de 4 C fica sujeita a uma força de 20 N ?

- a) 7 N/C b) 10 N/C c) 4 N/C d) 6 N/C e) 5 N/C

Questão 08 – Qual a tensão em volt entre duas cargas de potenciais 21 V e 14 V ?

- a) 7 V b) 10 V c) 14 V d) 6 V e) 15 V

Questão 09 – Para afastarmos uma carga positiva móvel A, de outra carga positiva fixa B, realizamos um trabalho de 21 joule . Sabendo que a carga A vale 7 coulomb , de quantos V é a tensão elétrica entre as duas cargas?

- a) 1 V b) 2 V c) 3 V d) 4 V e) 5 V

Questão 10 – Em relação aos voltímetros, analise as afirmativas.

I – Medem tensões elétricas.

II – São colocados em série nos circuitos.

III – O ideal tem resistência infinita.

Estão corretas, somente:

- a) I b) II c) III d) I e II e) I e III