

lições

LIÇÕES DE ELECTRICIDADE {CAPÍTULO I

Jorge Castilho Cabrita

Esta revista destina-se a um público electrotécnico. A renovação natural da vida tem como consequência a necessidade de insuflar sangue novo nesta área tão aliciante e promissora, pelo que não foram esquecidos os jovens interessados em conhecer os fenómenos eléctricos e a forma de lidar com eles. Eis a razão desta secção que agora se inicia e que poderá também servir pontualmente a outros leitores como revisão de algum assunto.

Irão ser abordados os seguintes capítulos :

- Electrostática
- Corrente contínua
- Magnetismo e electromagnetismo
- Corrente alternada

Iniciaremos a nossa conversa com uma ligeira abordagem da Electricidade Estática ou Electrostática seguida dum estudo mais alargado da Electricidade Dinâmica, Electrocínética ou Electrodinâmica. Na Electrostática serão introduzidos conceitos básicos como o de carga eléctrica e outros. Esta área da Electricidade estuda os fenómenos eléctricos relativos às cargas eléctricas em repouso (a nível macroscópico), enquanto a Electrodinâmica considera o caso das cargas em movimento, que iniciaremos com o estudo da corrente contínua.

eram partículas indivisíveis, mas hoje sabe-se que não é assim, sendo antes formados por partículas.

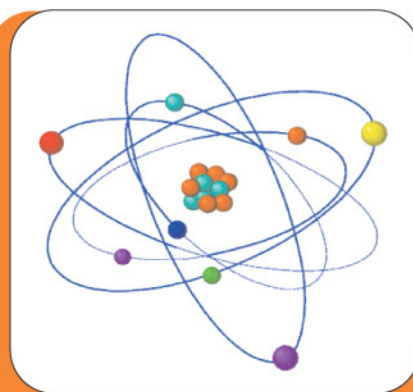


Figura 1 - Átomo

No centro do átomo (figura 2) existe o núcleo que é um aglomerado de partículas, umas chamadas prótons e outras neutrões. Em volta do núcleo giram outras partículas chamadas elétrons.

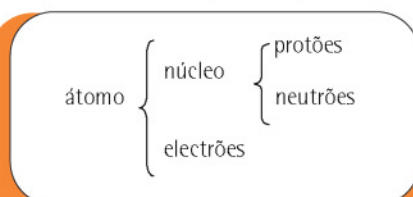


Figura 2 - Partículas atômicas

1.1 - CARGA ELÉCTRICA

ELECTRIZAÇÃO - COULOMB

De todas estas partículas, apenas os electrões e os protões manifestam propriedades eléctricas. Isto significa que duas partículas do mesmo nome, ambas electrões ou ambas protões, se repelem e que duas partículas de nomes diferentes, um electrão e um protão, se atraem. Diz-se que estas partículas são cargas eléctricas. A electricidade manifesta-se, portanto, pelo aparecimento de forças que actuam sobre as cargas eléctricas. Para simplificar o estudo destes fenómenos deram-se nomes às cargas, chamando-se positiva a carga eléctrica do protão e negativa a carga eléctrica do electrão. Como o nome sugere, o neutrão é electricamente neutro, ou seja, não tem carga eléctrica. As cargas eléctricas do protão e do electrão têm valores absolutos iguais. Por isto e porque num átomo há tantos electrões como protões, as cargas positivas e negativas equilibram-se, pelo que a carga eléctrica total do átomo é zero. O átomo é electricamente neutro. Como é então possível ter corpos electrizados, ou seja, corpos com carga eléctrica global não nula? Se retirarmos um ou mais electrões a um átomo, desfaz-se o equilíbrio eléctrico existente e

b ELECTROSTÁTICA

1 - O QUE É A ELECTRICIDADE ?

Muitos jovens me têm perguntado o que é a electricidade e também quem inventou a electricidade. A resposta, naturalmente, só pode ser que a electricidade não foi inventada pelo Homem e que a sua origem reside na constituição da matéria. Como hoje é conhecido, a matéria é constituída por moléculas e estas por átomos. Inicialmente pensou-se que os átomos

o átomo fica com maior número de cargas positivas que negativas. Diz-se que o átomo fica ionizado (deixa de ser um átomo neutro e torna-se um ião positivo).

Analogamente, se adicionarmos um ou mais electrões a um átomo ele torna-se um ião negativo. É a estas entidades que se devem as correntes eléctricas. Nos fios de cobre a corrente eléctrica é assegurada por electrões libertados dos átomos (electrões livres), no líquido das baterias são os iões que transportam a carga eléctrica, enquanto nos tubos das lâmpadas fluorescentes existe a acção de iões e electrões. Podemos concluir dizendo que um corpo está electrizado positivamente quando existe nele um excesso de cargas eléctricas positivas em relação ao número de cargas eléctricas negativas. Inversamente, um corpo está electrizado negativamente quando possui mais cargas negativas que positivas.

$1 \text{ C} = 6,25 \times 10^{18} \times q$
em que q é a carga eléctrica de um electrão. Por exemplo, pode dizer-se que a carga dum corpo é:

$Q_1 = 2 \text{ C}$ e a doutro é $Q_2 = -4 \text{ C}$.

2 • FORÇA ELÉCTRICA . LEI DE COULOMB

Na figura 4 visualiza-se a existência de forças entre as cargas eléctricas em 3 situações diferentes. As setas chamam-se vectores e mostram o sentido da acção das forças, além de indicarem também a sua intensidade (através do comprimento do vector). É usual representar uma grandeza vectorial (grandeza que se exprime pelo seu valor e pelo seu sentido) por uma letra encimada por uma seta. No caso duma força será $\vec{F}$. Na primeira linha, a carga negativa atrai a positiva com a força $\vec{F}_2$ e a positiva atrai a negativa com a força $\vec{F}_1$. Na segunda e terceira linhas as cargas re-

Segundo a lei, considerando duas cargas eléctricas Q_1 e Q_2 no ar ou no vazio, a força $\vec{F}$ (de atracção ou repulsão) que se exerce entre elas é directamente proporcional aos valores das cargas e inversamente proporcional à distância d entre elas. Dizendo de outra forma, a força é tanto maior quanto maiores forem as cargas e menor a distância entre elas. A primeira fracção da fórmula é constante, dependendo apenas do meio onde se encontram as cargas. A grandeza ϵ chama-se constante dieléctrica e o índice 0 significa que o seu valor é, neste caso, referente ao vazio ou ao ar.

No SI a unidade de força é o Newton (lê-se "niúton") (abreviado pelo símbolo N), em homenagem ao cientista inglês Isaac Newton (1642-1727) e a unidade de comprimento é o metro (m).

3 • CAMPO ELÉCTRICO

Diz-se que numa região do espaço existe um campo eléctrico $\vec{E}$ quando nessa região se manifesta a acção das cargas eléctricas. Esta acção verifica-se à distância, sem contacto entre as cargas.

O campo eléctrico é originado em cargas positivas e termina em cargas negativas (figura 5). Trata-se de uma grandeza vectorial, pois em cada ponto exprime-se por uma intensidade e por um sentido. O vector campo eléctrico em cada ponto é tangente a uma linha imaginária chamada linha de força. Existem infinitas linhas de força. Na figura representam-se três delas e em cada uma delas cada vector representado indica o campo eléctrico num ponto dessa linha.

Uma carga eléctrica que se encontre num campo eléctrico fica sujeita a uma força eléctrica $\vec{F}$.

Matematicamente exprime-se a relação entre estas grandezas por $\vec{F} = Q \cdot \vec{E}$. As unidades destas grandezas no SI são o Newton para a força, o Coulomb para a carga e o Newton por Coulomb (com o símbolo N/C) para o campo eléctrico.

Repare-se que as grandezas $\vec{F}$ e $\vec{E}$ são vectoriais, enquanto Q é escalar (uma carga eléctrica não tem um sentido, sendo expressa apenas pela sua intensidade).



Figura 3 • Corpos neutros e eletrizados

A forma mais antiga de eletrizar artificialmente um corpo é friccioná-lo com outro. O vidro friccionado com lã fica eletrizado positivamente e com flanela, negativamente. A resina friccionada com lã fica negativa e com uma folha de metal fica positiva.

À carga eléctrica também se chama quantidade de electricidade.

Costuma representar-se a carga eléctrica pelo símbolo Q e para quantificar o seu valor a unidade do Sistema Internacional de Unidades (representado abreviadamente por SI) é o Coulomb (lê-se "culom") (símbolo C) em homenagem ao cientista francês Charles Augustin Coulomb (1736-1806).

Um Coulomb equivale à carga de $6,25 \times 10^{18}$ electrões ($10^{18} = 1\,000\,000\,000\,000\,000\,000$).

pelem-se, como já se tinha dito.

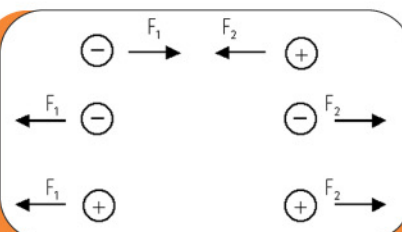


Figura 4 • Forças eléctricas

O físico francês Charles Coulomb estabeleceu, por via experimental, a lei de Coulomb que permite determinar o valor da força eléctrica. Esta lei tem a seguinte expressão matemática:

$$F = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{d^2}$$

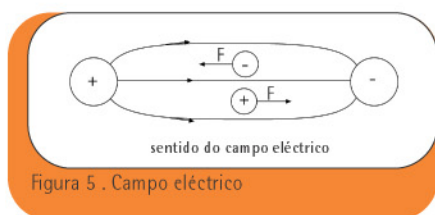


Figura 5 - Campo eléctrico

Significa esta expressão que a força $\vec{F}$ que actua sobre uma carga eléctrica Q posicionada num campo eléctrico $\vec{E}$ é tanto maior quanto maior for o valor da carga Q e o valor do campo E . Além disso também concluímos que, se Q for positivo, $\vec{F}$ e $\vec{E}$ têm o mesmo sentido e se Q for negativo, $\vec{F}$ e $\vec{E}$ têm sentidos opostos, o que se evidencia nos seguintes exemplos:

Um campo eléctrico num ponto vale $12 \cdot 10^{13} \text{ N/C}$. Uma carga eléctrica $Q = 20 \text{ nC}$ ($1 \text{ nC} = 1 \text{ nano Coulomb} = 10^{-9} \text{ Coulomb}$) colocada nesse ponto fica sujeita à força

$$F = 20 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \cdot 10^{13} \text{ N} = 240 \cdot 10^{-6} \text{ N} = 240 \mu\text{N}$$

($1 \mu\text{N} = 10^{-6} \text{ N}$). Tratando-se de uma carga negativa $Q = -20 \text{ nC}$, seria

$$F = -20 \cdot 10^{-9} \cdot 12 \cdot 10^{13} \text{ N} = -240 \cdot 10^{-6} \text{ N} = -240 \mu\text{N}$$

significando o sinal - que $\vec{F}$ e $\vec{E}$ têm sentidos opostos.

Na tabela 1, no final deste texto, pode consultar os prefixos de múltiplos e sub-múltiplos das unidades, alguns deles usados profusamente em electricidade.

4 - POTENCIAL ELÉCTRICO

É usual fazer analogias entre os fenómenos eléctricos e outros com que estamos habituados do dia a dia para mais facilmente os compreender.

Consideremos então um vaso com água (figura 6). No chão a sua energia potencial é zero. Se o formos elevando a sua energia potencial vai aumentando. Analogamente, um corpo neutro tem um potencial eléctrico igual a zero. Se o electrizarmos com carga positiva o seu potencial eléctrico, representado pela letra V ou U , aumenta e será tanto maior quanto maior for a quantidade de carga comunicada ao corpo.

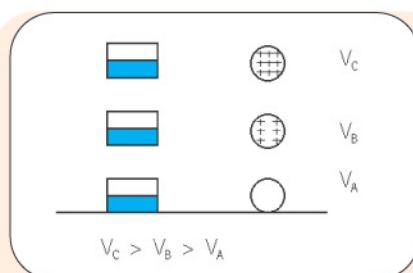


Figura 6 - Potencial eléctrico

O que se disse para cargas positivas é válido para cargas negativas.

Vejamos agora como comparar os potenciais de corpos com cargas de tipos diferentes. Para facilitar, façamos uma analogia com uma escala de temperaturas positivas e negativas (figura 7).

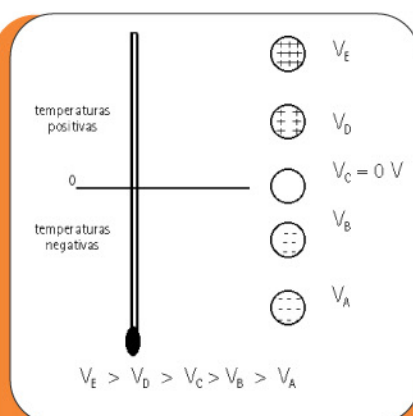


Figura 7 - Potenciais relativos

Na figura os corpos têm as mesmas dimensões. Pode concluir-se que $|V_B| = |V_D|$, o que significa que o potencial absoluto do corpo B é igual ao do corpo D porque o número de cargas é o mesmo. No entanto, $V_D > V_B$, o que significa que o potencial relativo do corpo D é maior que o de B, devido a D estar carregado positivamente e B negativamente. Note-se também que $|V_A| > |V_B|$ devido a A estar mais carregado que B. Por outro lado, $V_B > V_A$ pois, apesar de A ter mais carga que B, a carga é negativa.

Para terminar, comparemos os potenciais de dois corpos de diferentes dimensões carregados com a mesma carga Q (figura 8). Devido aos corpos terem diferentes dimensões, a densidade de distribuição da

mesma carga Q em cada um deles é diferente, ficando as cargas mais próximas entre si no corpo B de menor dimensão, aumentando as forças de repulsão entre cargas, o que corresponde a um maior potencial do corpo B em comparação com o corpo A, ou seja, $V_B > V_A$.

A unidade SI de medida do potencial eléctrico é o Volt (lê-se "vólt") (símbolo V) em homenagem ao cientista italiano Alessandro Volta (1745-1827).

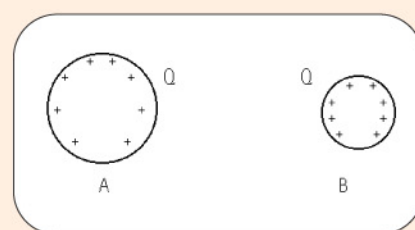


Figura 8 - Potenciais de corpos com diferentes dimensões

5 - TENSÃO ELÉCTRICA

Temos vindo a comparar os potenciais eléctricos de vários corpos. Vimos no último exemplo que $V_B > V_A$. O facto de existir esta desigualdade significa que há uma diferença de potencial entre os dois corpos. É este o nome desta grandeza eléctrica, que se pode representar pelas mesmas letras V ou U do potencial. Também a unidade SI é a mesma, ou seja o Volt. A diferença de potencial também se designa por d.d.p., assim como por tensão eléctrica. Pode então dizer-se que a diferença de potencial entre os corpos A e B é UBA e que o seu valor é dado por:

$$U_{BA} = V_B - V_A. \text{ Se } V_A = 100 \text{ V e } V_B = 150 \text{ V, será } U_{BA} = 150 - 100 = 50 \text{ V.}$$

Alguns exemplos de valores de tensões:

Pilha vulgar: 1,5 V;

Bateria de acumuladores: 12 V;

Rede de distribuição pública: 220 / 380 V;

Rede de transporte de energia: 400 kV; 700 kV.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

(Solução no próximo número)

› Exercício proposto 1

Qual o valor da carga de um electrão, em Coulomb?

› Exercício proposto 2

Converter 23 _C em C.

› Exercício proposto 3

Calcular o valor da diferença de potencial entre dois corpos eletrizados A e B nos seguintes casos:

- a) $V_A = 250 \text{ V}$; $V_B = 50 \text{ V}$
- b) $V_A = 250 \text{ V}$; $V_B = - 50 \text{ V}$
- c) $V_A = -250 \text{ V}$; $V_B = -50 \text{ V}$

› Exercício proposto 4

Quantos electrões são transportados por uma corrente de 1 mA durante 1 s?

Tabela 1 › Prefixos para múltiplos e sub-múltiplos

	Potência de 10	Símbolo	Designação
Múltiplos	10^{18}	E	exa
	10^{15}	P	peta
	10^{12}	T	tera
	10^9	G	giga
	10^6	M	mega
	10^3	k	kilo
	10^2	h	hecto
	10	da	deca
Submúltiplos	10^{-1}	d	deci
	10^{-2}	c	centi
	10^{-3}	m	mili
	10^{-6}	μ	micro
	10^{-9}	n	nano
	10^{-12}	p	pico
	10^{-15}	f	fento
	10^{-18}	a	ato

#

TUDO SOBRE CONTROLE

Esquema/sala de jantar ligado 60%
Candeeiro
Estores
Temp. da sala de jantar abertos 21°C

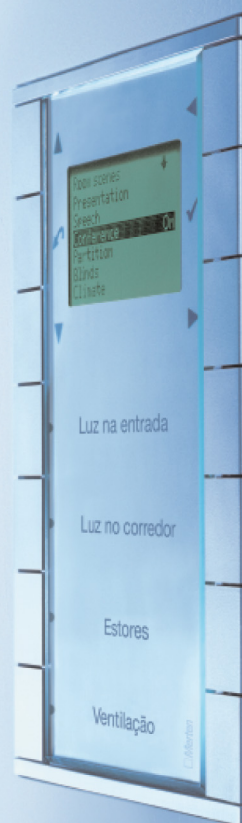
AO TOQUE DE UMA TECLA PLANTEC.



reddot
best of the best



inteligente



Em modernos edifícios de serviços, hotéis, salas de conferências e edifícios residenciais de classe superior, iluminação, estores, aquecimento e muitas outras funções devem ser controladas e monitorizadas.

Com o painel multifuncional de controlo e visualização PLANTEC, todas estas facilidades estão disponíveis, para a gestão técnica de edifícios via Instabus-EIB.

É possível activar esquemas livremente ou apenas determinadas funções através de botões de funções programáveis. Por outro lado, as restantes funções e esquemas são escolhidas através dos menus no display.

O design da PLANTEC é obtido através de uma colaboração com o Arq. inglês Nicholas Grimshaw.

TEV2

Distribuição de Material Eléctrico Lda
Zona Ind. Maia 1 · Sector VII
Rua D · Lote 137
4470-595 MAIA
Tel.: 229 438 010
Fax: 229 485 164
E-Mail: div.tecnica@tev.pt

 **Merten**
Switch to the future