kroton
paixão por educar

GRADUAÇÃO PRESENCIAL
1° semestre- 2017

Circuitos Elétricos I
Engª Elétrica – 4°/ 5° semestres

Profº. Ms. Cristiano Malheiro

cmalheiro@aedu.com

http://cristianotm.wix.com/aulas

1

Aula 2

Bibliografia Básica Padrão

1. DORF, Richard C.; SVOBODA, James A. **Introdução aos Circuitos Elétricos**. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC- Livros Técnicos e Científicos, 2012.

Na nossa biblioteca: 19 exemplares-
621.3815 D749i 8.ed.

2. IRWIN, J. David. **Análise de Circuitos em Engenharia**. 4ªed. São Paulo: Makron Books, 2010.
Na biblioteca Faculdade Anchieta: 28 exemplares -
621.3 I72a

2

kroton
paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Circuito: é um conjunto de componentes elétricos ligados entre si. Os engenheiros utilizam circuitos elétricos:

- Na geração, transmissão e consumo de energia elétrica;
- Na codificação, decodificação, armazenamento, recuperação, transmissão e processamento da informação.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Circuito elétrico: é um conjunto de componentes elétricos ligados entre si de modo a formar um percurso fechado através do qual pode circular corrente.

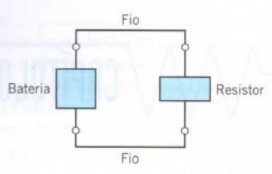


FIGURA 1.2-1 Um circuito simples.

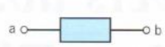


FIGURA 1.2-2 Componente elétrico de dois terminais, a e b.

Aula 2

Aula 1 - Potência

- Elemento: bloco básico de um circuito.
- Circuito elétrico: uma interconexão de elementos
- Análise de circuitos: determinar as tensões (ou correntes) sobre os elementos do circuito

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 - Potência

- Elemento passivo:
  - se a energia total entregue a ele pelo resto do circuito é sempre positiva, ou seja, para todo *t*:

$$w(t) = \int_{-\infty}^{t} p(t)dt = \int_{-\infty}^{t} vidt \geq 0$$

- Exemplos: resistores, capacitores e indutores.

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 - Potência

- Elemento ativo:
  – Aquele que não é passivo!

- Exemplos: baterias, geradores, dispositivos eletrônicos que requerem fonte de alimentação.

Aula 2

Aula 1 - Potência

- Dois tipos de elementos:
  – ***Elementos ativos*** são aqueles que fornecem potência para o circuito ($p=-vi<0$).
  – ***Elementos passivos*** são aqueles que recebem potência do circuito ($p=vi>0$).

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Carga: é a quantidade de eletricidade responsável pelos fenômenos elétricos

$q_{e-} = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C

A corrente que atravessa uma área dada é definida pela carga elétrica que passa pela área por unidade de tempo. A corrente pode ser expressa na forma:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

A= C/ s

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

A corrente é a taxa de variação do fluxo na carga elétrica em um dado ponto.

q(t) – grandezas que variam em função do tempo
Q- constantes

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Corrente convencional x corrente real

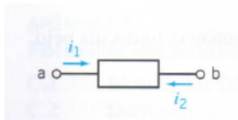


FIGURA 1.2-3 Corrente em um componente.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

$$i = \frac{dq}{dt}$$

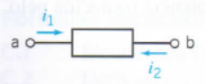


FIGURA 1.2-3 Corrente em um componente.

i1=-i2

A **tensão elétrica** é uma diferença entre o potencial **elétrico** de dois pontos, ou traduzindo de uma forma bem simples e de forma comparativa seria a força necessária para movimentos os elétrons e criar assim uma corrente **elétrica**.

Para indicar o sentido da corrente que é considerado positivo, usamos uma seta. Uma descrição completa de uma corrente requer tanto um valor (que pode ser positivo quanto negativo) quanto um sentido (indicado por uma seta).

Corrente Contínua (CC) é uma corrente de valor constante.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Corrente Contínua (CC) é uma corrente de valor constante.

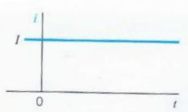


FIGURA 1.2-4 Corrente contínua de valor absoluto I.

Uma corrente que varia com o tempo, $i(t)$, pode ter muitas formas, como de uma rampa, uma senoide ou uma exponencial (Figura 1.2-5). Uma corrente senoidal é chamada de *corrente alternada* ou ca.

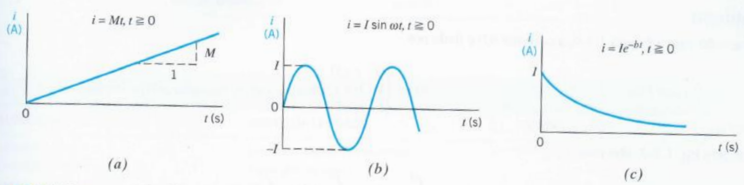


FIGURA 1.2-5 (*a*) Rampa de inclinação M. (*b*) Senoide. (*c*) Exponencial. I é uma constante. A corrente i é zero para $t < 0$.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Se a carga q é conhecida, a corrente i pode ser facilmente calculada usando a Eq. 1.2-1. Da mesma forma, se a corrente i é conhecida, a carga q pode ser facilmente calculada; integrando a Eq. 1.2-1, obtemos

$$q = \int_{-\infty}^{t} i\,d\tau = \int_{0}^{t} i\,d\tau + q(0) \tag{1.2-2}$$

onde $q(0)$ é a carga no instante $t = 0$.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Exemplos:

EXEMPLO 1.2-1 Corrente a partir da Carga

Determine a corrente em um componente sabendo que a carga que entra no componente é dada por

$$q = 12t \text{ C}$$

onde t é o tempo em segundos.

Solução

Lembre que C representa o coulomb, a unidade de carga. De acordo com a Eq. 1.2-1, temos:

$$i = \frac{dq}{dt} = 12 \text{ A}$$

onde A representa a unidade de corrente, o ampère.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Exemplos:

Exemplo 1.2-2 Carga a partir da Corrente

Determine a carga que entrou no terminal de um componente entre os instantes $t = 0$ s e $t = 3$ s, sabendo que a corrente no componente nesse intervalo foi a que aparece na Figura 1.2-6.

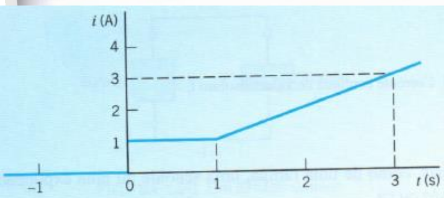


FIGURA 1.2-6 Corrente em função do tempo no Exemplo 1.2-2.

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Exemplos:

Solução

De acordo com a Figura 1.2-6, a corrente $i(t)$ é dada por

$$i(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & 0 < t \le 1 \\ t & t > 1 \end{cases}$$

Usando a Eq. 1.2-2, obtemos:

$$q(3) - q(0) = \int_0^3 i(t)dt = \int_0^1 1\,dt + \int_1^3 t\,dt$$

$$= t\Big|_0^1 + \frac{t^2}{2}\Big|_1^3 = 1 + \frac{1}{2}(9-1) = 5\,\mathrm{C}$$

Como alternativa, podemos observar que, para integrar $i(t)$ de $t = 0$ a $t = 3$, basta calcular a área sob a curva da Figura 1.2-6. Assim, temos:

$$q = 1 + 2 \times 2 = 5\,\mathrm{C}$$

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

EXERCÍCIO 1.2-1 Determine a carga que entrou em um componente até o instante t, sabendo que $i(t) = 8t^2 - 4t$ A para $t \geq 0$ e $q(t) = 0$ para $t < 0$.

Resposta: $q(t) = \frac{8}{3}t^3 - 2t^2$ C

EXERCÍCIO 1.2-2 A carga que entrou em um componente de um circuito é dada por $q(t) = 4$ sen $3t$ C para $t \geq 0$ e $q(t) = 0$ para $t < 0$. Determine a corrente no componente para $t > 0$.

Resposta: $i(t) = \frac{d}{dt}4 \text{ sen } 3t = 12 \cos 3t$ A

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Tabela 1.3-3 Prefixos do SI

MÚLTIPLO	PREFIXO	SÍMBOLO
10^{12}	tera	T
10^{9}	giga	G
10^{6}	mega	M
10^{3}	quilo	k
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

A grande vantagem do SI é que utiliza um sistema decimal para relacionar unidades maiores ou menores à unidade básica. As potências de 10 são representadas pelos prefixos que aparecem na Tabela 1.3-3. Uma unidade de comprimento muito usada, por exemplo, é o centímetro (cm), que equivale a 0,01 m.

O prefixo nunca é escrito isoladamente; deve sempre ser seguido pelo símbolo de uma unidade. Assim, por exemplo, 2,5 kW equivalem a 2500 W e 12 mA correspondem a 0,012 A.

Uma massa de 150 gramas experimenta uma força de 100 newtons. Determine a energia gasta ou o trabalho executado para deslocar a massa de 10 centímetros. Determine também a potência envolvida se a massa completar o movimento em 1 milissegundo.

Solução

A energia é dada por

$$\text{energia} = \text{força} \times \text{distância} = 100 \times 0{,}1 = 10\ \text{J}$$

Observe que usamos a distância em metros. A potência é dada por

$$\text{potência} = \frac{\text{energia}}{\text{intervalo de tempo}}$$

onde o período de tempo é 10^{-3} s. Assim,

$$\text{potência} = \frac{10}{10^{-3}} = 10^4\ \text{W} = 10\ \text{kW}$$

EXERCÍCIO 1.3-1 Qual das três correntes $i_1 = 45\ \mu\text{A}$, $i_2 = 0{,}03$ mA e $i_3 = 25 \times 10^{-4}$ A é a maior?

Resposta: i_3 é a maior.

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Uma massa de 150 gramas experimenta uma força de 100 newtons. Determine a energia gasta ou o trabalho executado para deslocar a massa de 10 centímetros. Determine também a potência envolvida se a massa completar o movimento em 1 milissegundo.

Solução

A energia é dada por

$$\text{energia} = \text{força} \times \text{distância} = 100 \times 0{,}1 = 10\ \text{J}$$

Observe que usamos a distância em metros. A potência é dada por

$$\text{potência} = \frac{\text{energia}}{\text{intervalo de tempo}}$$

onde o período de tempo é 10^{-3} s. Assim,

$$\text{potência} = \frac{10}{10^{-3}} = 10^4\ \text{W} = 10\ \text{kW}$$

EXERCÍCIO 1.3-1 Qual das três correntes $i_1 = 45\ \mu\text{A}$, $i_2 = 0{,}03$ mA e $i_3 = 25 \times 10^{-4}$ A é a maior?

Resposta: i_3 é a maior.

20

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

A tensão entre os terminais de um componente é o trabalho (energia) necessário para transportar uma unidade de carga positiva do terminal – para o terminal +. A unidade de tensão é o volt, V.

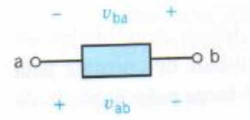


FIGURA 1.4-1 Tensão entre os terminais de um componente.

Vab=-Vba

Quando estamos considerando a tensão v_{ba}, o terminal b é chamado de "terminal +" e o terminal a é chamado de "terminal –". Por outro lado, quando estamos considerando a tensão v_{ab}, o terminal a é chamado de "terminal +" e o terminal b de "terminal –".

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Potencial Elétrico

Imagine um campo elétrico gerado por uma carga **Q**, ao ser colocada um carga de prova **q** em seu espaço de atuação podemos perceber que, conforme a combinação de sinais entre as duas cargas, esta carga **q**, será atraída ou repelida, adquirindo movimento, e conseqüentemente Energia Cinética.

Lembrando da energia cinética estudada em mecânica, sabemos que para que um corpo adquira energia cinética é necessário que haja uma energia potencial armazenada de alguma forma. Quando esta energia está ligada à atuação de um campo elétrico, é chamada **Energia Potencial Elétrica** ou **Eletrostática**, simbolizada por E_P.

$$E_P = K \cdot \frac{Qq}{d}$$

A unidade usada para a E_P é o joule (**J**).

Pode-se dizer que a carga geradora produz um campo elétrico que pode ser descrito por uma grandeza chamada **Potencial Elétrico** (ou **eletrostático**).

De forma análoga ao Campo Elétrico, o potencial pode ser descrito como o quociente entre a energia potencial elétrica e a carga de prova **q**. Ou seja:

$$v = \frac{E_P}{q}$$

kroton paixão por educar

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Logo:

$$v = \frac{E_P}{q}$$

$$v = \frac{K \cdot \frac{Qq}{d}}{q} = K \cdot \frac{Qq}{d} \cdot \frac{1}{q}$$

$$v = K \cdot \frac{Q}{d}$$

A unidade adotada, no SI para o potencial elétrico é o **volt** (**V**), em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta, e a unidade designa Joule por coulomb (**J/C**).

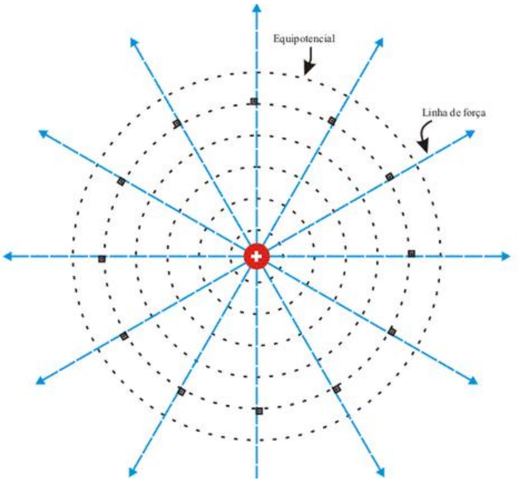
Quando existe mais de uma partícula eletrizada gerando campos elétricos, em um ponto P que está sujeito a todos estes campos, o potencial elétrico é igual à soma de todos os potenciais criados por cada carga, ou seja:

$$v = v_1 + v_2 + \ldots + v_n$$

Uma maneira muito utilizada para se representar potenciais é através de equipotenciais, que são linhas ou superfícies perpendiculares às linhas de força, ou seja, linhas que representam um mesmo potencial.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1



Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

A tensão entre os terminais de um componente é dada por

$$v = \frac{dw}{dq} \qquad (1.4\text{-}1)$$

onde v é a tensão, w é a energia (ou trabalho) e q é a carga. Uma carga de 1 coulomb fornece energia de 1 joule ao percorrer uma diferença de potencial de 1 volt.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

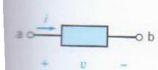
1.5 POTÊNCIA E ENERGIA

É muito importante conhecer a potência e a energia fornecidas a um componente. Assim, por exemplo, a luz produzida por uma lâmpada elétrica pode ser expressa em termos de potência. Sabemos que uma lâmpada de 300 watts produz mais luz que uma lâmpada de 100 watts.

Potência é a taxa com a qual a energia é fornecida ou absorvida.

Assim, temos a equação

$$p = \frac{dw}{dt} \qquad (1.5\text{-}1)$$



(a)

onde p é a potência em watts, w é a energia em joules e t é o tempo em segundos. A potência associada à corrente em um componente é dada por

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = v \cdot i \qquad (1.5\text{-}2)$$

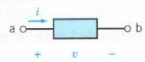
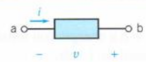
Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

A potência absorvida por um componente e a potência fornecida pelo mesmo componente estão relacionadas por meio da equação

$$\text{potência absorvida} = -\,\text{potência fornecida}$$

Tabela 1.5-1 Potência Absorvida ou Fornecida por um Componente

POTÊNCIA ABSORVIDA POR UM COMPONENTE	POTÊNCIA FORNECIDA POR UM COMPONENTE
	
Como as direções de referência de v e i estão de acordo com a convenção passiva, a potência	Como as direções de referência de v e i não estão de acordo com a convenção passiva, a potência
$p = vi$	$p = vi$
é a potência absorvida pelo componente.	é a potência fornecida pelo componente.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

As regras da convenção passiva aparecem na Tabela 1.5-1. Quando a tensão e a corrente em um componente estão de acordo com a convenção passiva, a energia absorvida pelo componente pode ser calculada a partir da Eq. 1.5-1 escrevendo a equação na forma

$$dw = p\,dt \tag{1.5-3}$$

Integrando ambos os membros, obtemos:

$$w = \int_{-\infty}^{t} p\,d\tau \tag{1.5-4}$$

Se o componente recebe potência apenas para $t \geq t_0$ e se $t_0 = 0$, temos:

$$w = \int_{0}^{t} p\,d\tau \tag{1.5-5}$$

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Considere o componente da Figura 1.5-1*a* e suponha que $v = 4$ V e $i = 10$ A. Determine a potência absorvida pelo componente e a energia absorvida em um intervalo de 10 s.

Solução

A potência absorvida pelo componente é

$$p = vi = 4 \cdot 10 = 40 \text{ W}$$

A energia absorvida pelo componente é

$$w = \int_0^{10} p\,dt = \int_0^{10} 40\,dt = 40 \cdot 10 = 400 \text{ J}$$

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Considere o componente da Figura 1.5-2. Como a corrente i e a tensão v_{ab} estão de acordo com a convenção passiva, a potência *absorvida* pelo componente é dada por

$$\text{potência absorvida} = i \cdot v_{ab} = 2 \cdot (-4) = -8 \text{ W}$$

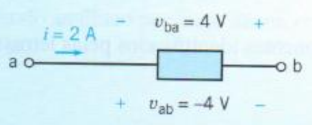


FIGURA 1.5-2 O componente do Exemplo 1.5-2.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

Como a corrente i e a tensão v_{ba} não estão de acordo com a convenção passiva, a potência *fornecida* pelo componente é dada por

$$\text{potência fornecida} = i \cdot v_{ba} = 2 \cdot (4) = 8\ \text{W}$$

Como era de se esperar,

$$\text{potência absorvida} = -\ \text{potência fornecida}$$

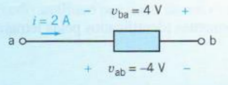


FIGURA 1.5-2 O componente do Exemplo 1.5-2.

Vamos agora considerar um exemplo no qual a convenção passiva não é usada. Nesse caso, $p = vi$ é a potência fornecida pelo componente.

Aula 2

Aula 1 – Introdução – Cap. 1

EXERCÍCIO 1.5-1 A Figura E 1.5-1 mostra quatro componentes identificados pelas letras *A*, *B*, *C* e *D*.

(a) Que componentes fornecem 12 W?
(b) Que componentes absorvem 12 W?
(c) Qual é o valor da potência recebida pelo componente *B*?
(d) Qual é o valor da potência fornecida pelo componente *B*?
(e) Qual é o valor da potência fornecida pelo componente *D*?

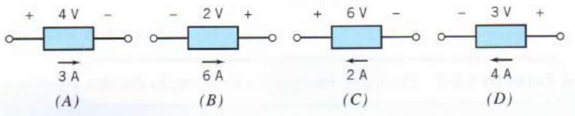


FIGURA E 1.5-1

Respostas: (a) *B* e *C*; (b) *A* e *D*; (c) –12 W; (d) 12 W; (e) –12 W

kroton
paixão por educar

Bibliografia desta aula:

1. -DORF. Introdução aos Circuitos Elétricos.

33

kroton
paixão por educar

Anhanguera fama LFG pitágoras UNIASSELVI unic ANHANGUERA UNIDERP unime UNIRONDON unopar

34