Capítulo 1
Conceitos Preliminares

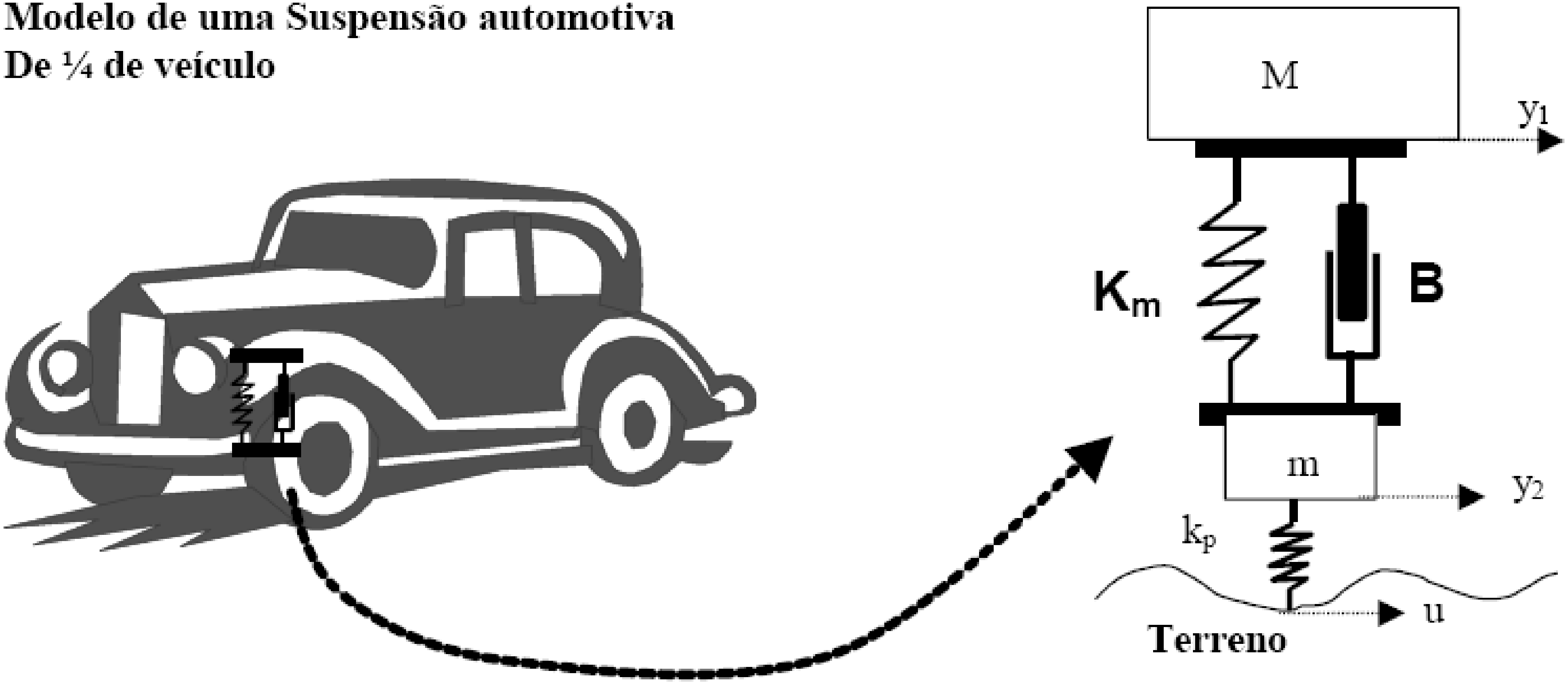
Sumário

- Introdução
- Análise, Linearidade, e Circuitos
- Tensão, Corrente, Potência e Energia
- Elementos de Circuitos
- Leis de Kirchhoff
- Representação de Dispositivos Físicos por Modelos

Introdução

Exemplo – Suspensão Automotiva

Modelo de uma Suspensão automotiva
De ¼ de veículo

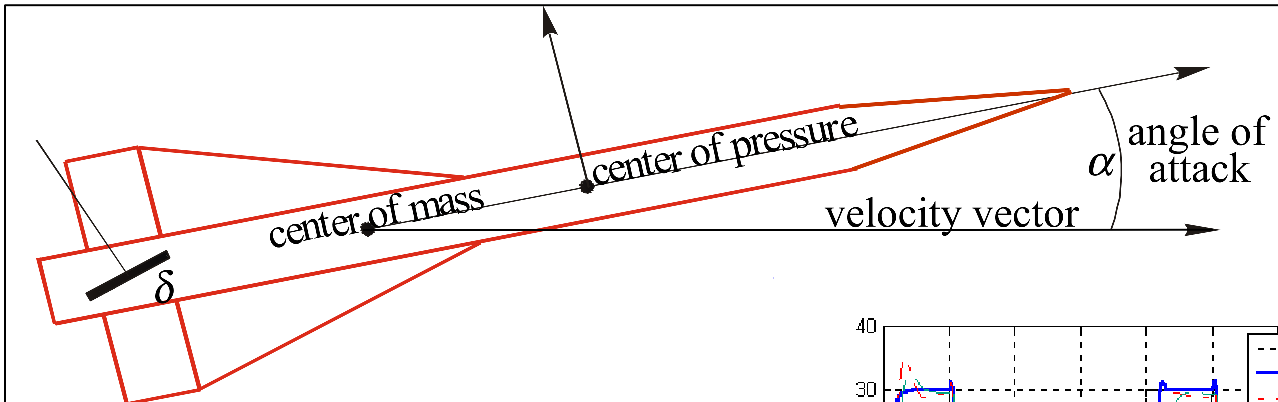


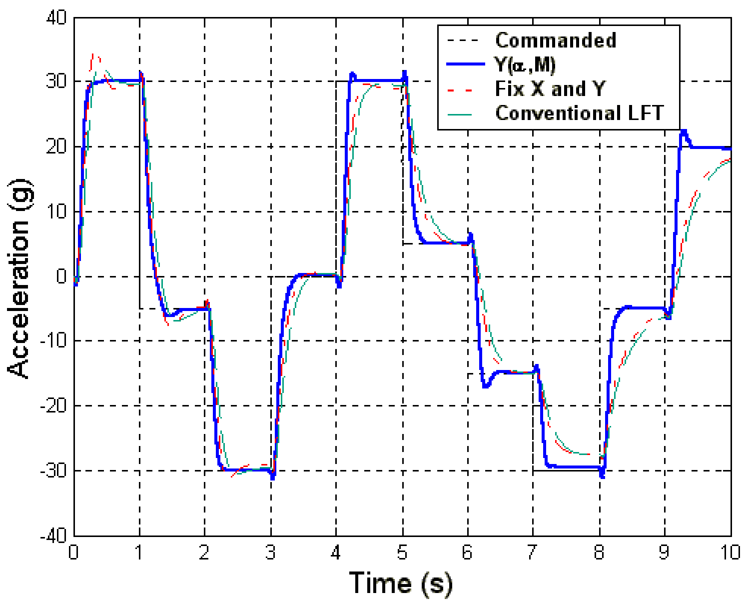
Equações diferenciais:

$$M\ddot{y}_1 + K(y_1 - y_2) + B(\dot{y}_1 - \dot{y}_2) = 0$$

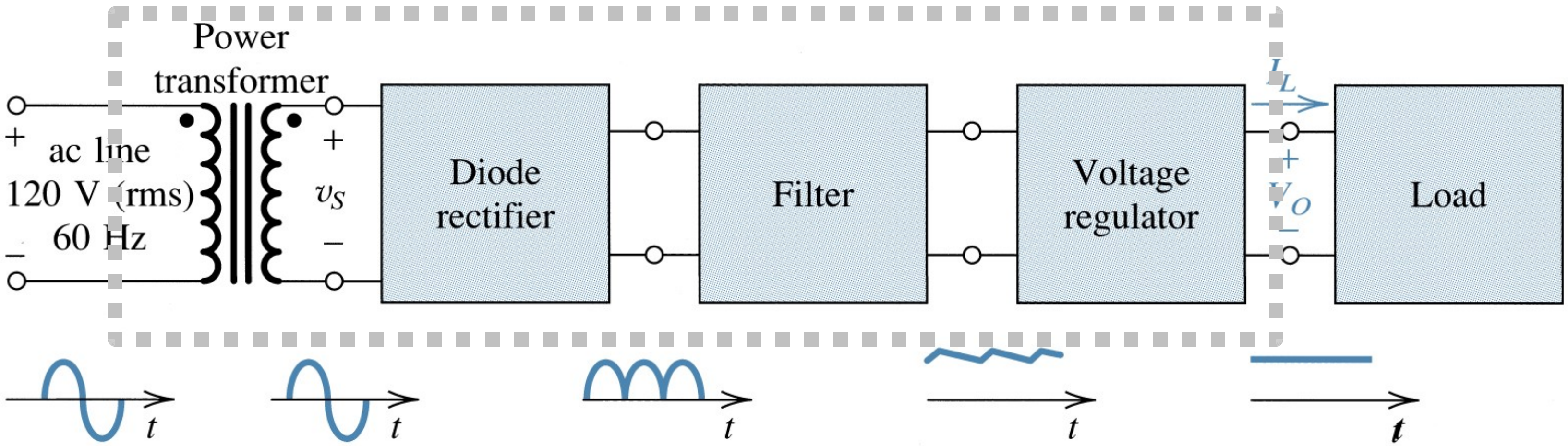
$$m\ddot{y}_2 + K(y_2 - y_1) + B(\dot{y}_2 - \dot{y}_1) + k_p(y_2 - u) = 0$$

Exemplo - Controle de Míssil





Exemplo - Fonte de Alimentação (visão dos blocos)



Estrada:AC

Saída:DC

É importante a existência de métodos analíticos para examinar as relações de entrada-saída.

Análise, Linearidade, e Circuitos

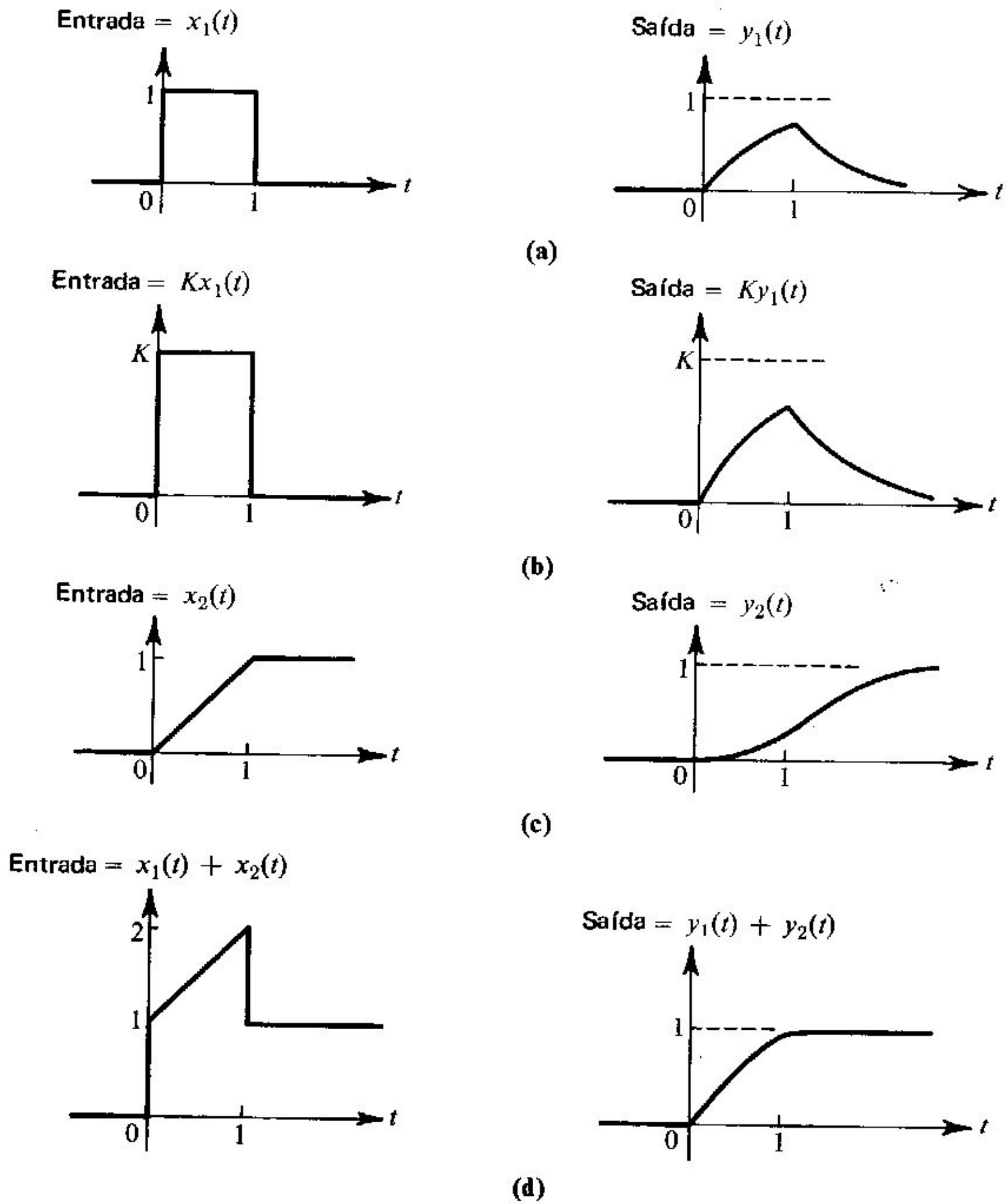


Fig. 1.1-2

Linearidade

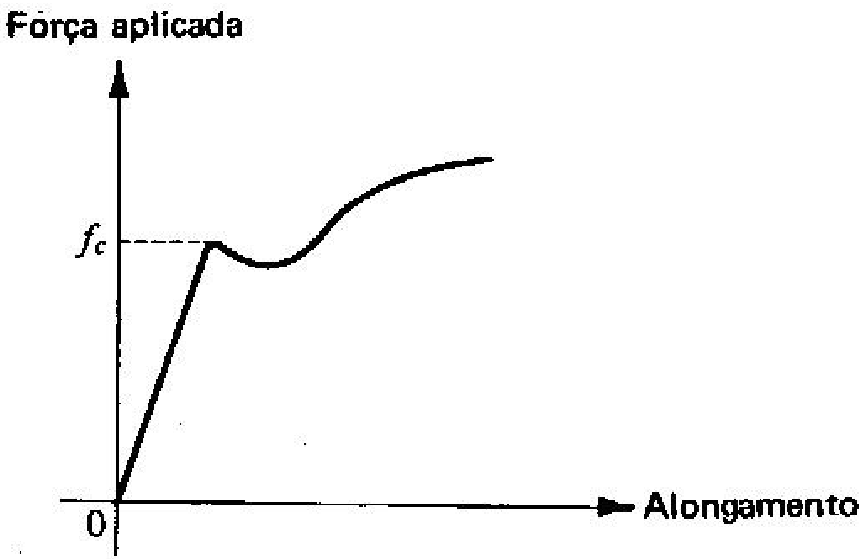


Fig. 1.1-3

Limites da Linearidade

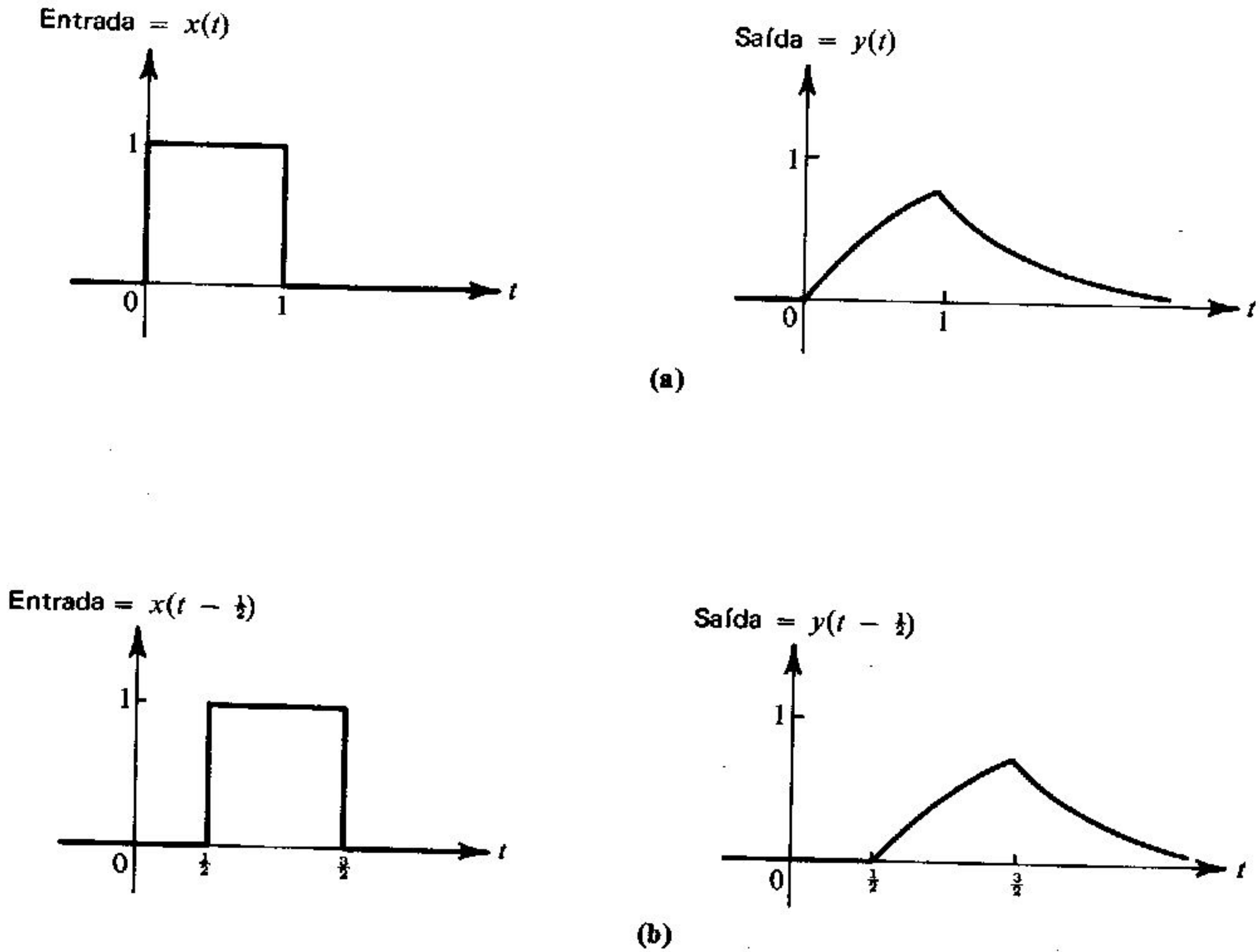


Fig. 1.1-4

Invariância no tempo

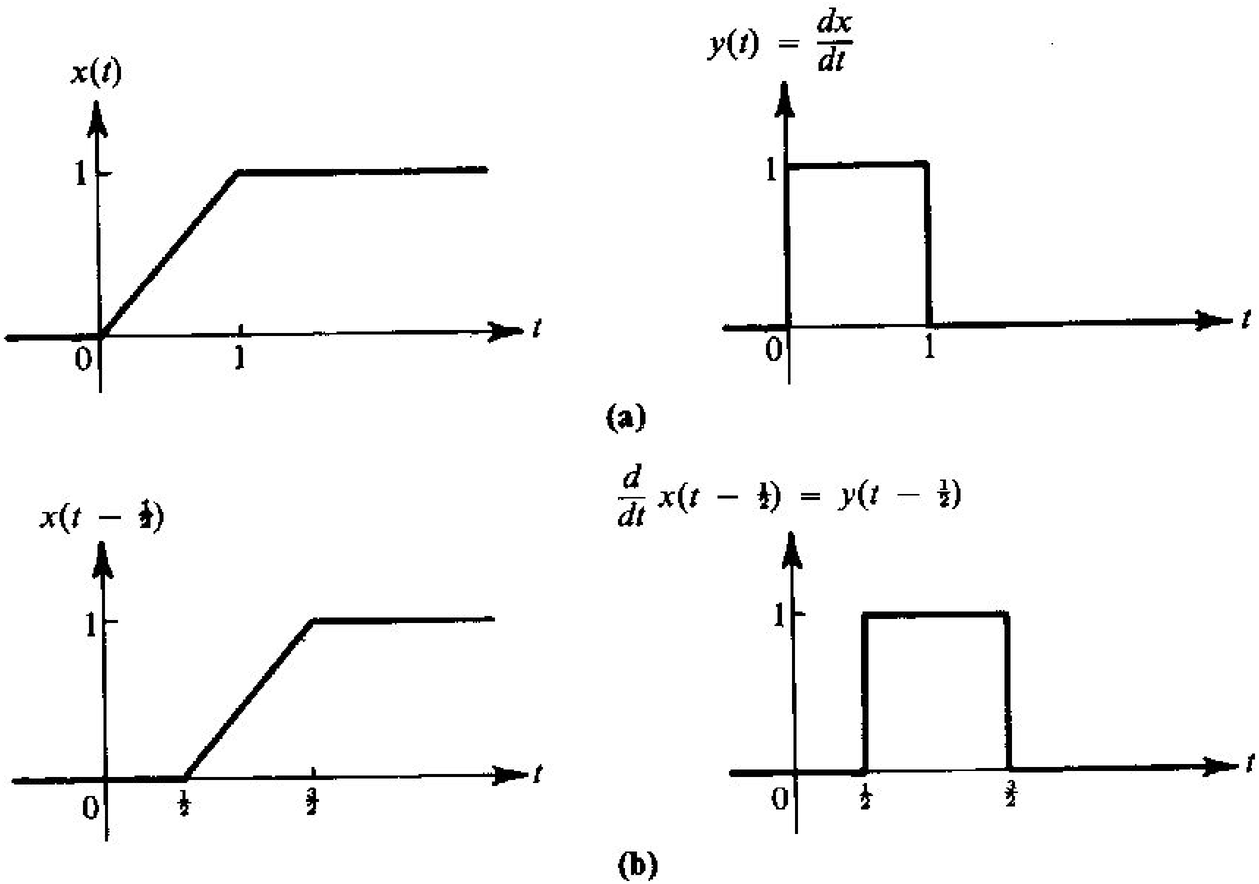
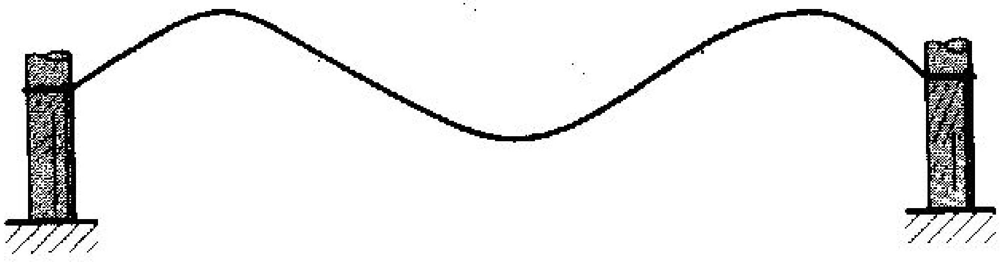
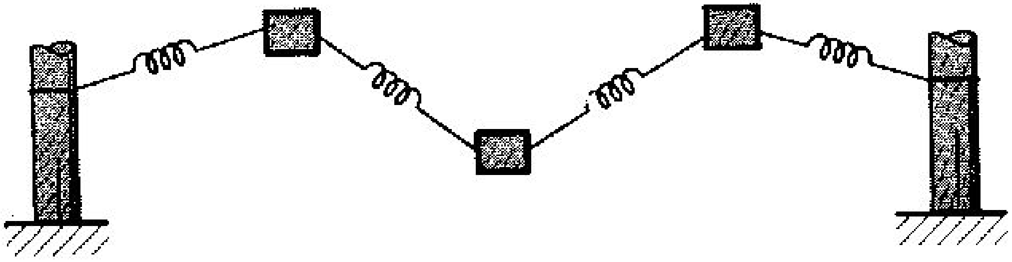


Fig. 1.1-5

Invariância no tempo do derivador



(a)



(b)

Fig. 1.1-6

Sistema Distribuído x Sistemas de Parâmetros Concentrados

Corrente, Tensão, Potência e Energia

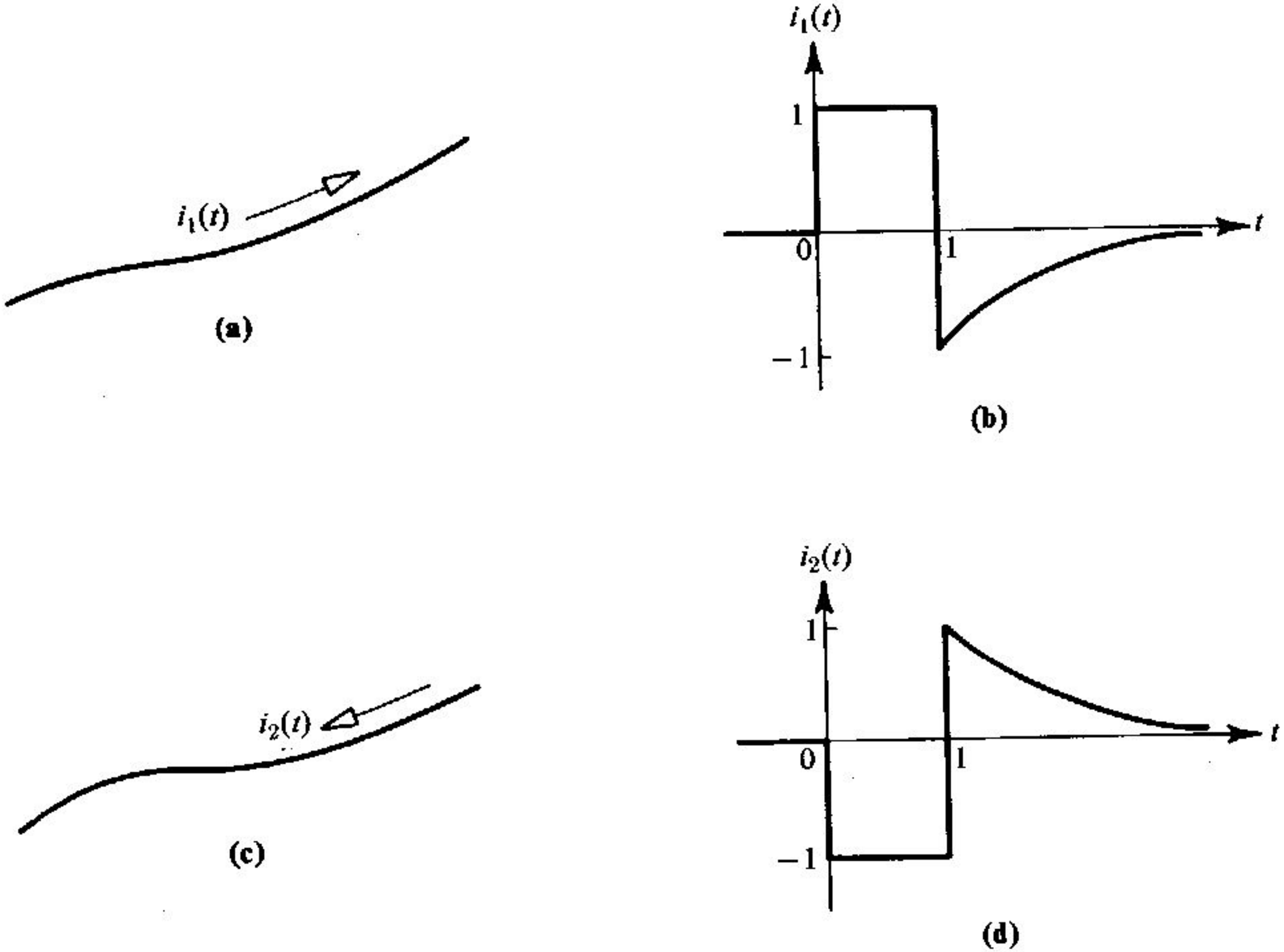


Fig. 1.2-1

Corrente Elétrica

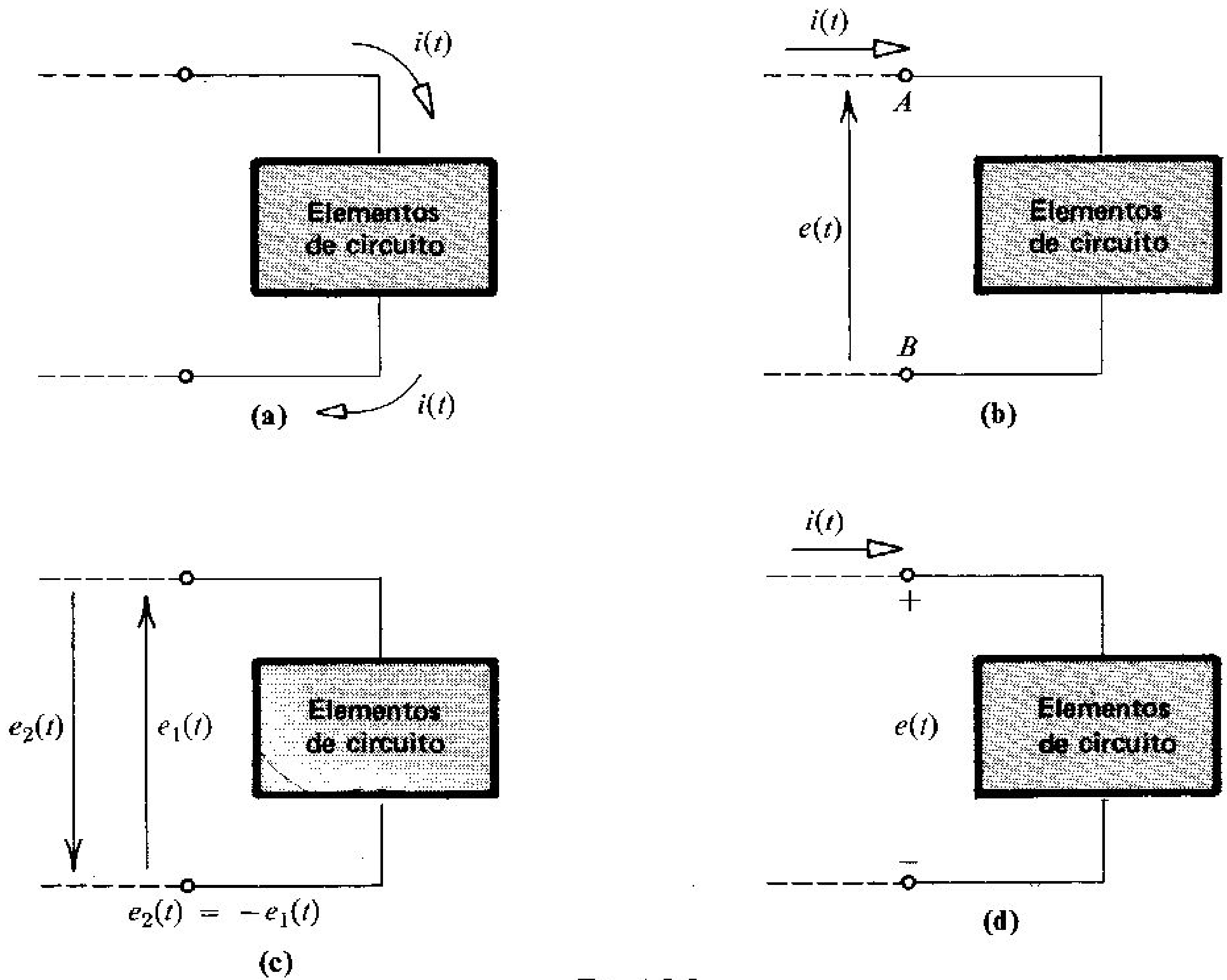


Fig. 1.2-2

Tensão ou diferença de potencial

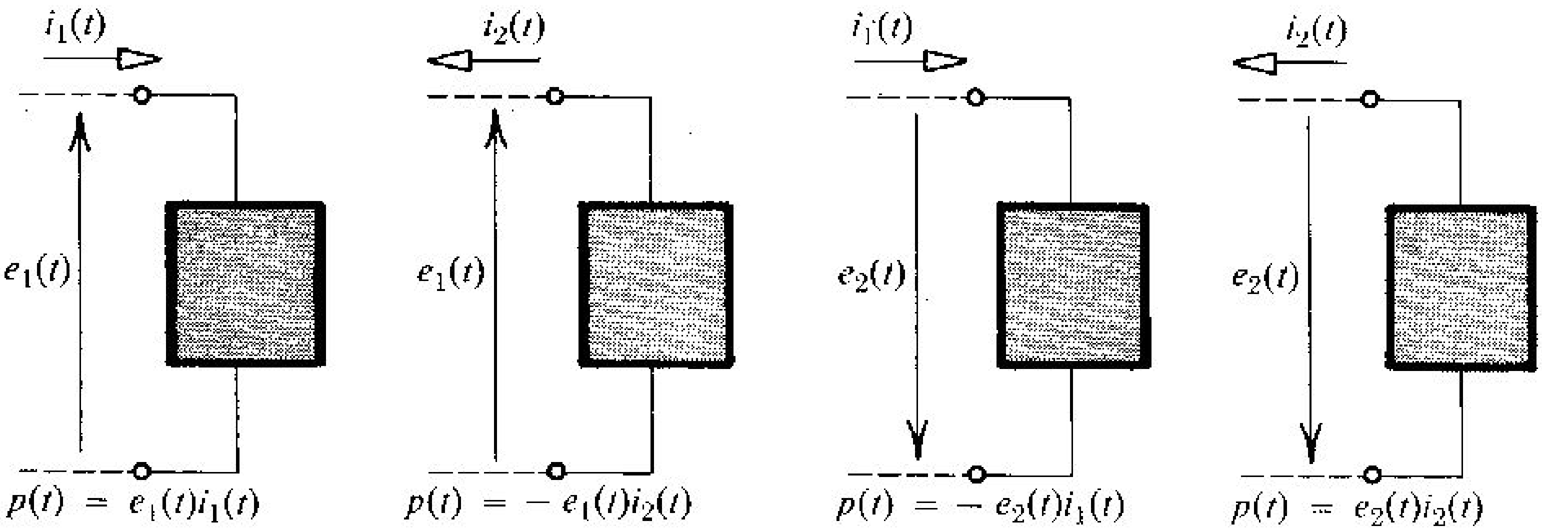


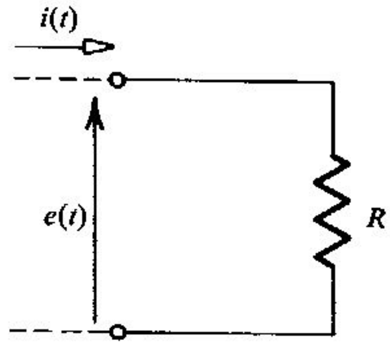
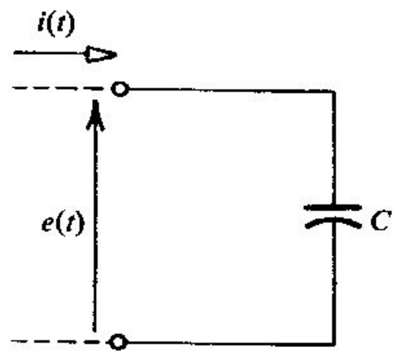
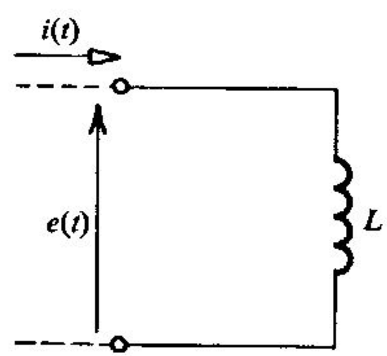
Fig. 1.2-3

Sinais para a potência elétrica

Um exemplo: a energia num raio

- A corrente típica num raio é de $2x10^4 A$ e sua duração típica é de 0.1s. A voltagem entre as nuvens e o chão é $5x10^8 V$. Determine a carga total transmitida à Terra e a energia liberada.

Elementos de Circuitos

Elemento de circuito	*Símbolo*	*Equação de definição*
Resistência: R ohms (Ω) Condutância: G (mhos) $= 1/R$		$e(t) = Ri(t)$ $i(t) = \frac{e(t)}{R} = Ge(t)$
Capacitância: C farads (f) Elastância: S (darafs) $= 1/C$		$i(t) = C\frac{de}{dt}$ $e(t) = \frac{1}{C}\int i\,dt$
Auto-indutância: L henrys (h) Indutância inversa: Γ (henrys inversos) $= 1/L$		$e(t) = L\frac{di}{dt}$ $i(t) = \frac{1}{L}\int e\,dt$

Elementos básicos

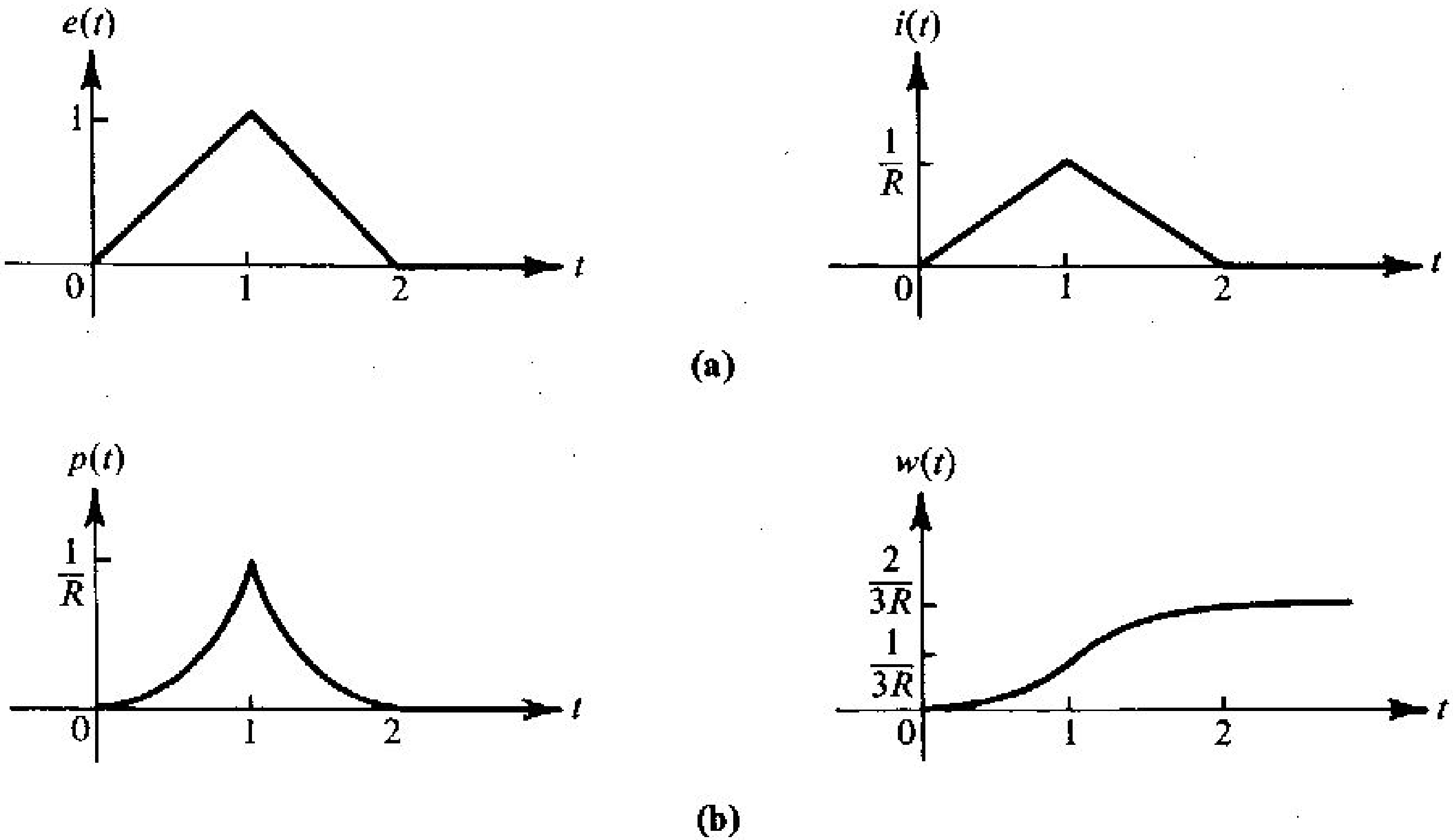


Fig. 1.3-1

Tensão, corrente, potência e energia numa resistência

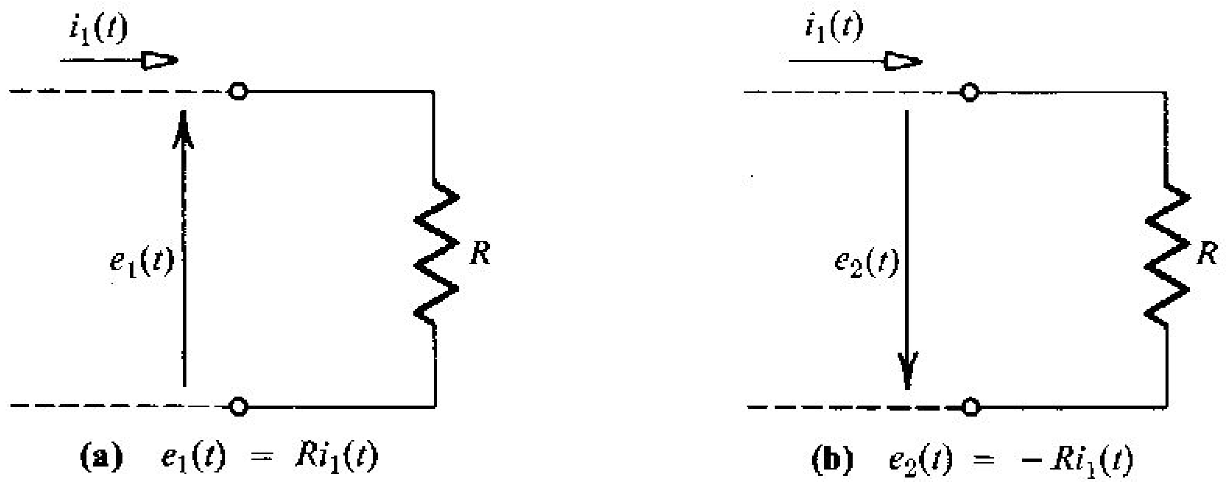


Fig. 1.3-2

Convenções de sinais para uma resistência

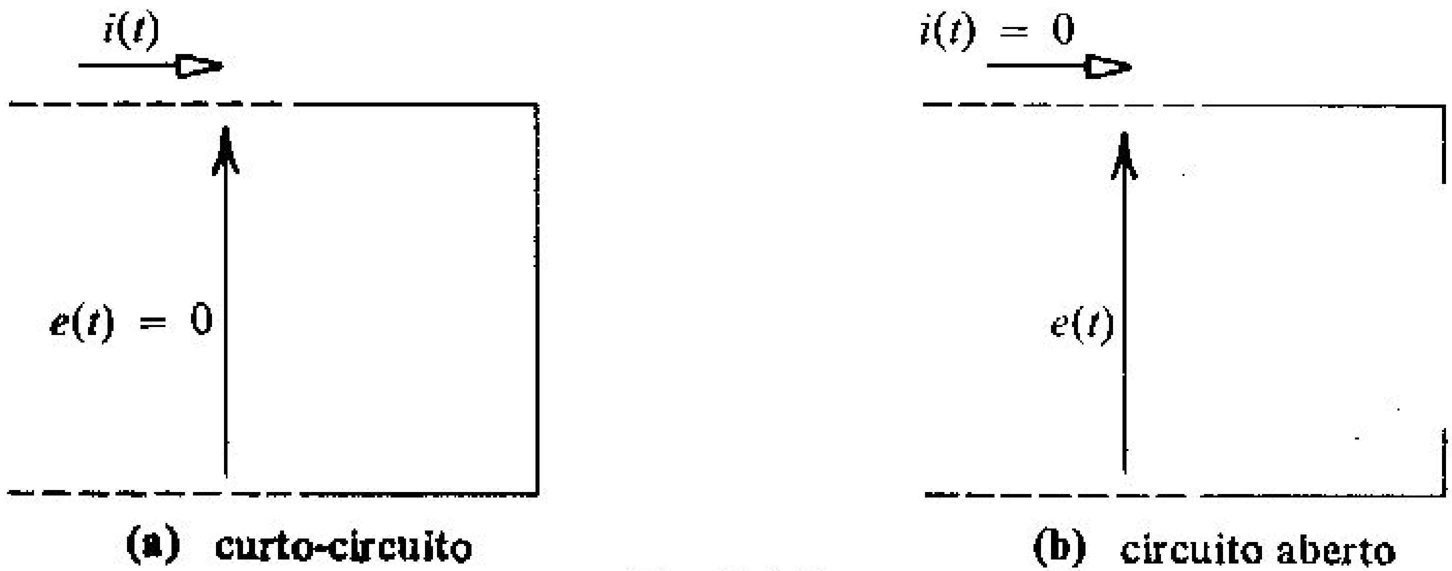


Fig. 1.3-3

Curto-circuito e circuito aberto

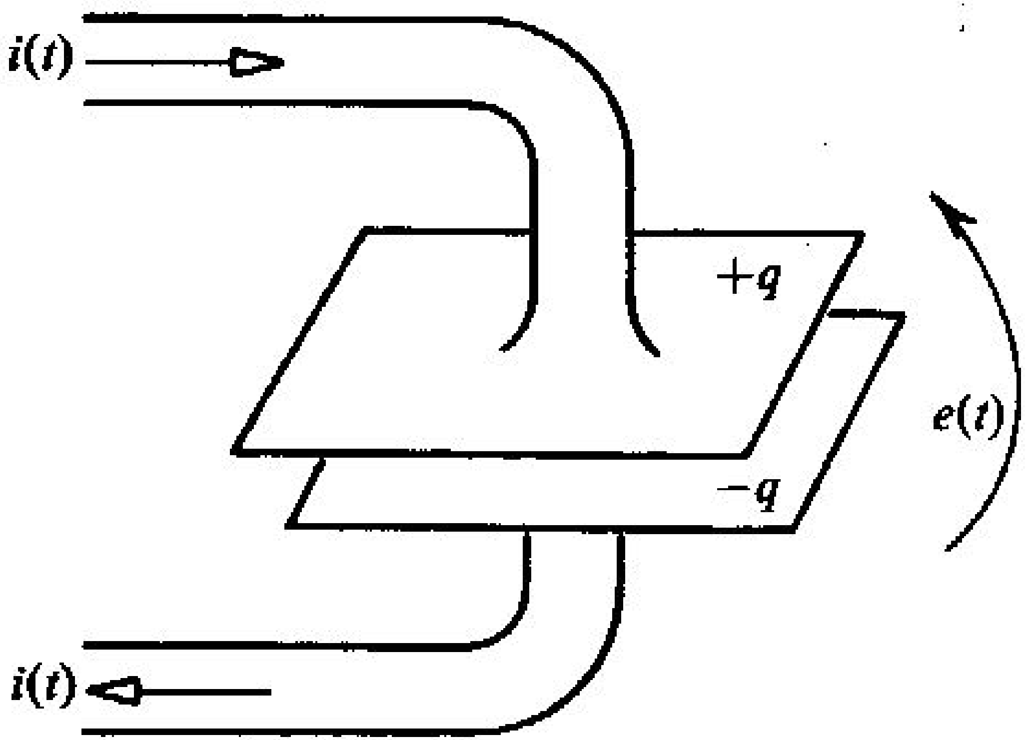
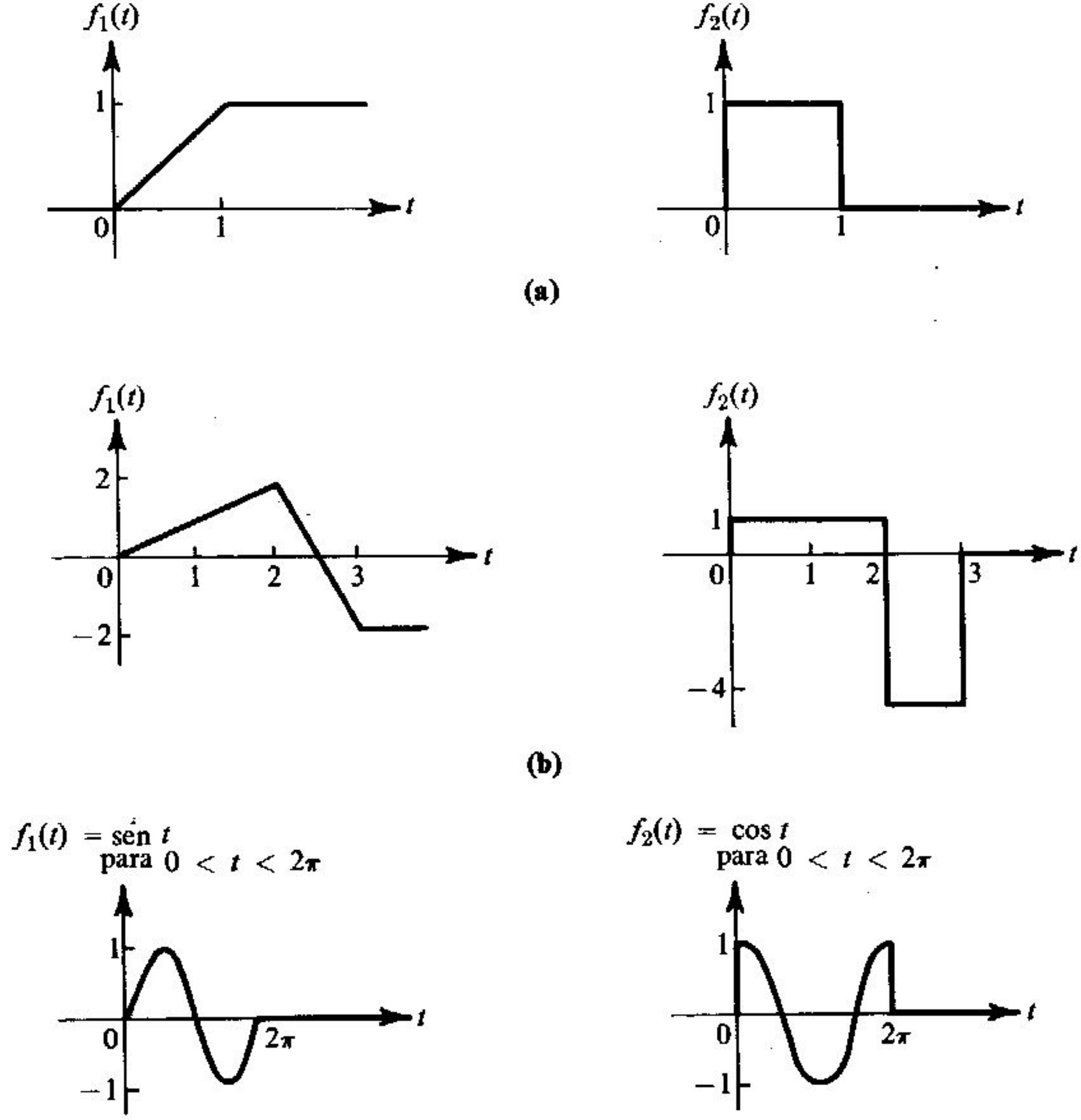


Fig. 1.3-4

Capacitor



$$f_1(t) = \int_0^t f_2(\lambda)\, d\lambda \qquad f_2(t) = \frac{df_1(t)}{dt}$$

Fig. 1.3-5

Funções elementares e suas derivadas

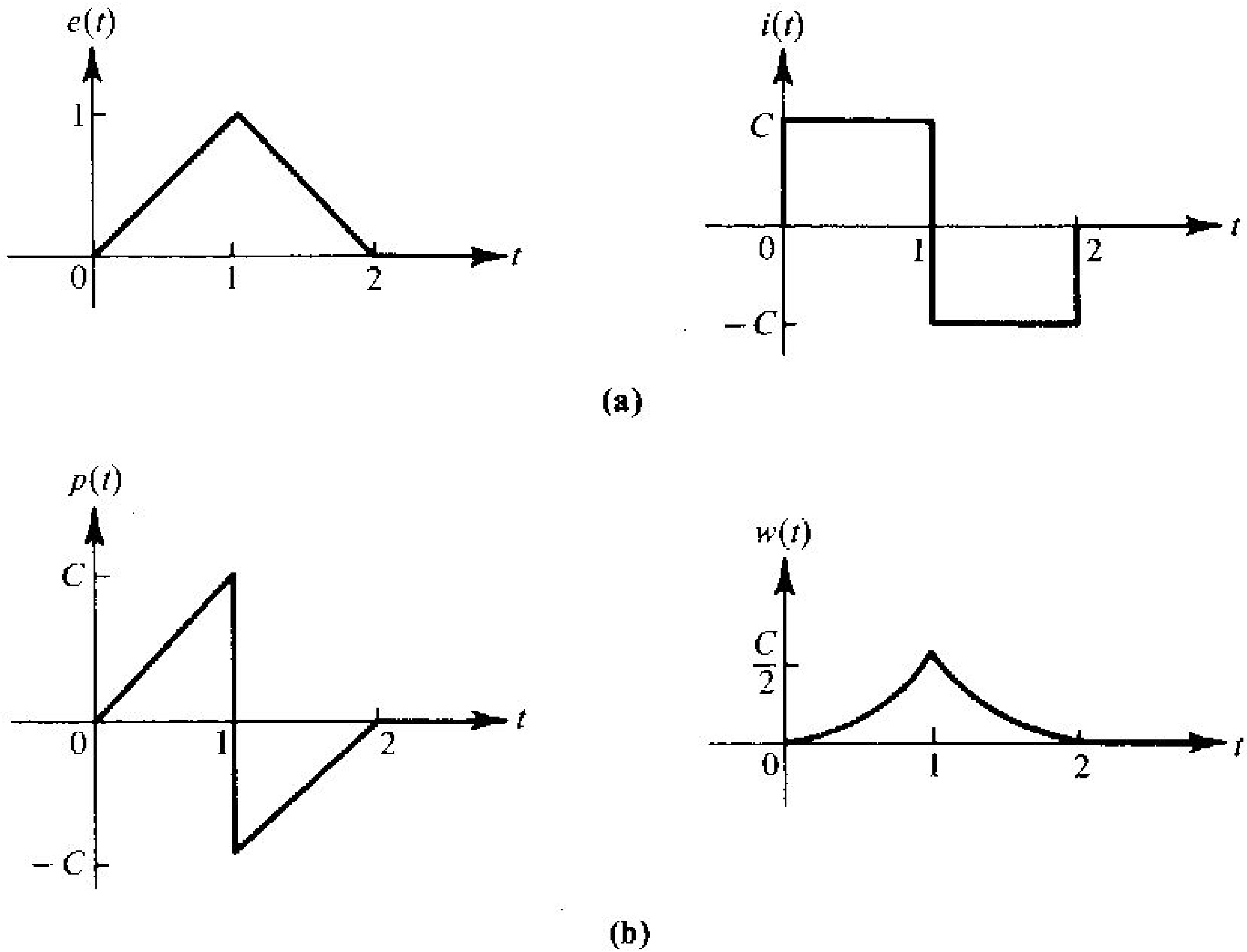


Fig. 1.3-6

Tensão, corrente, potência e energia num capacitor

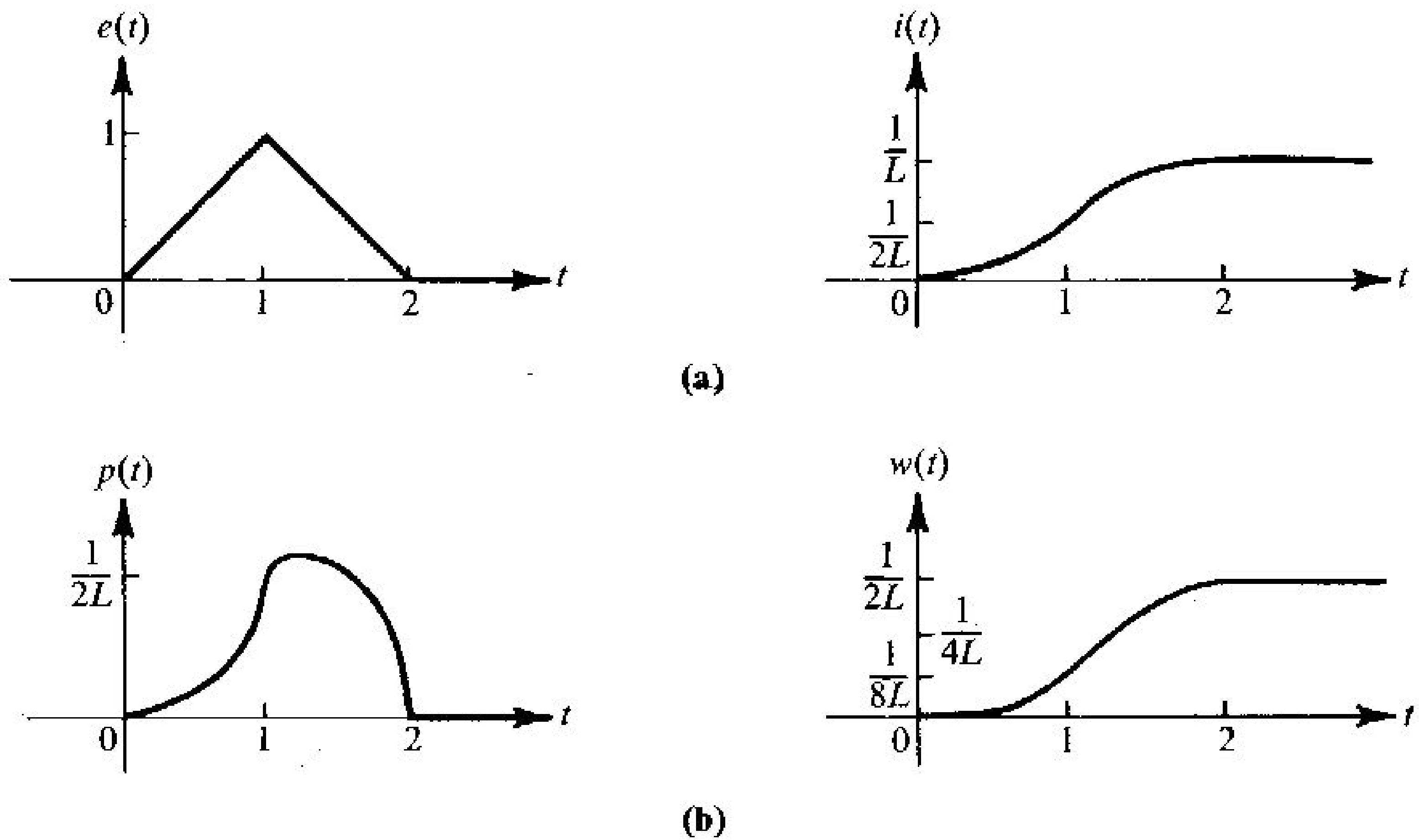


Fig. 1.3-7

Tensão, corrente, potência e energia num indutor

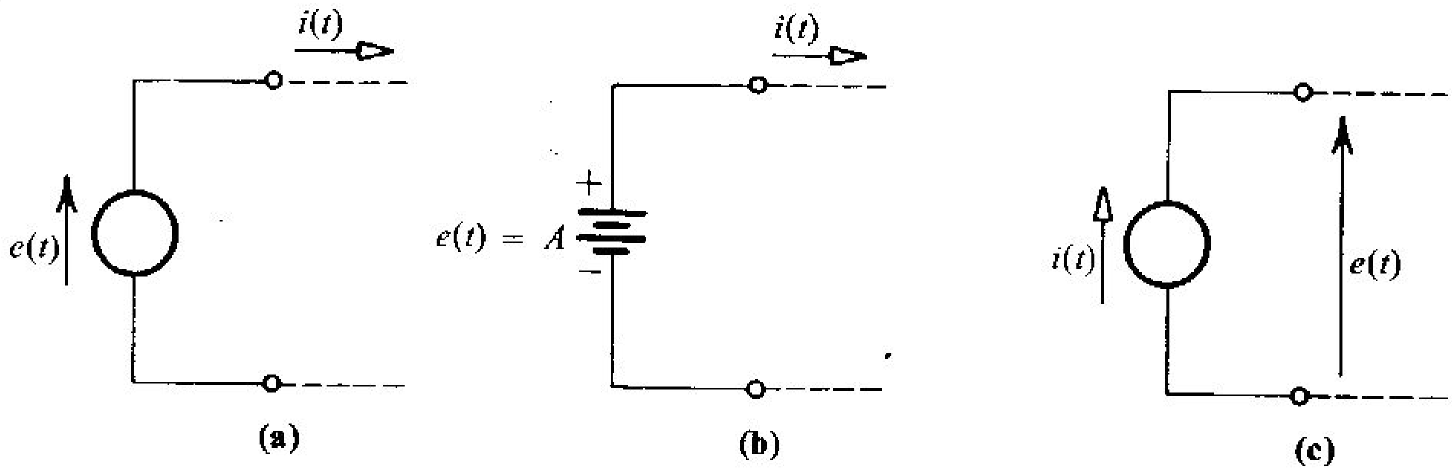
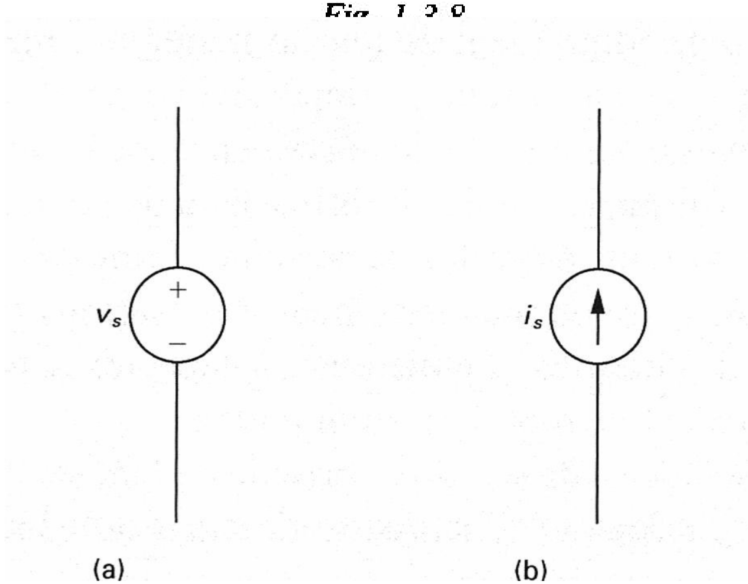


Fig. 1.2.9



Fontes de tensão e corrente independentes

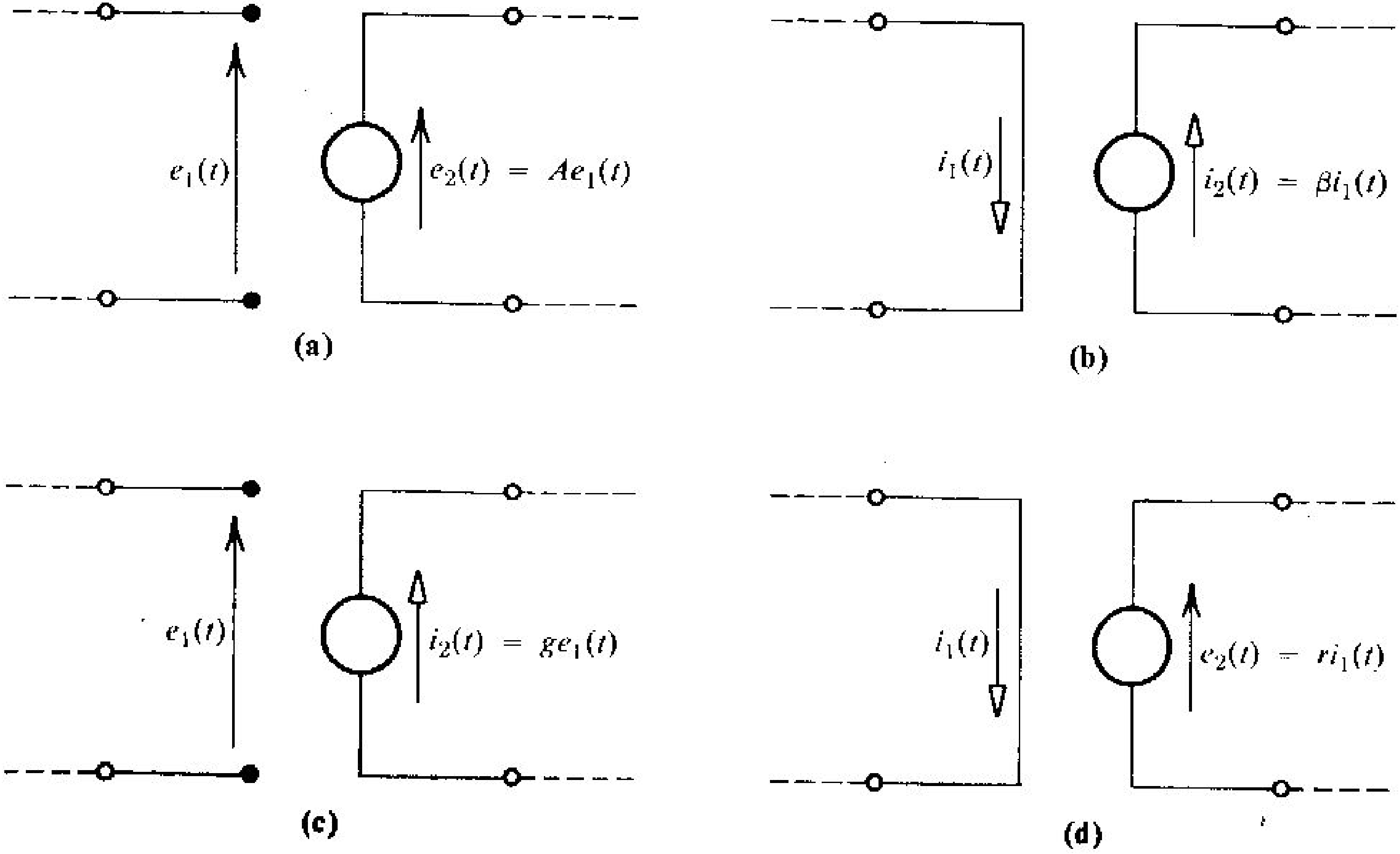
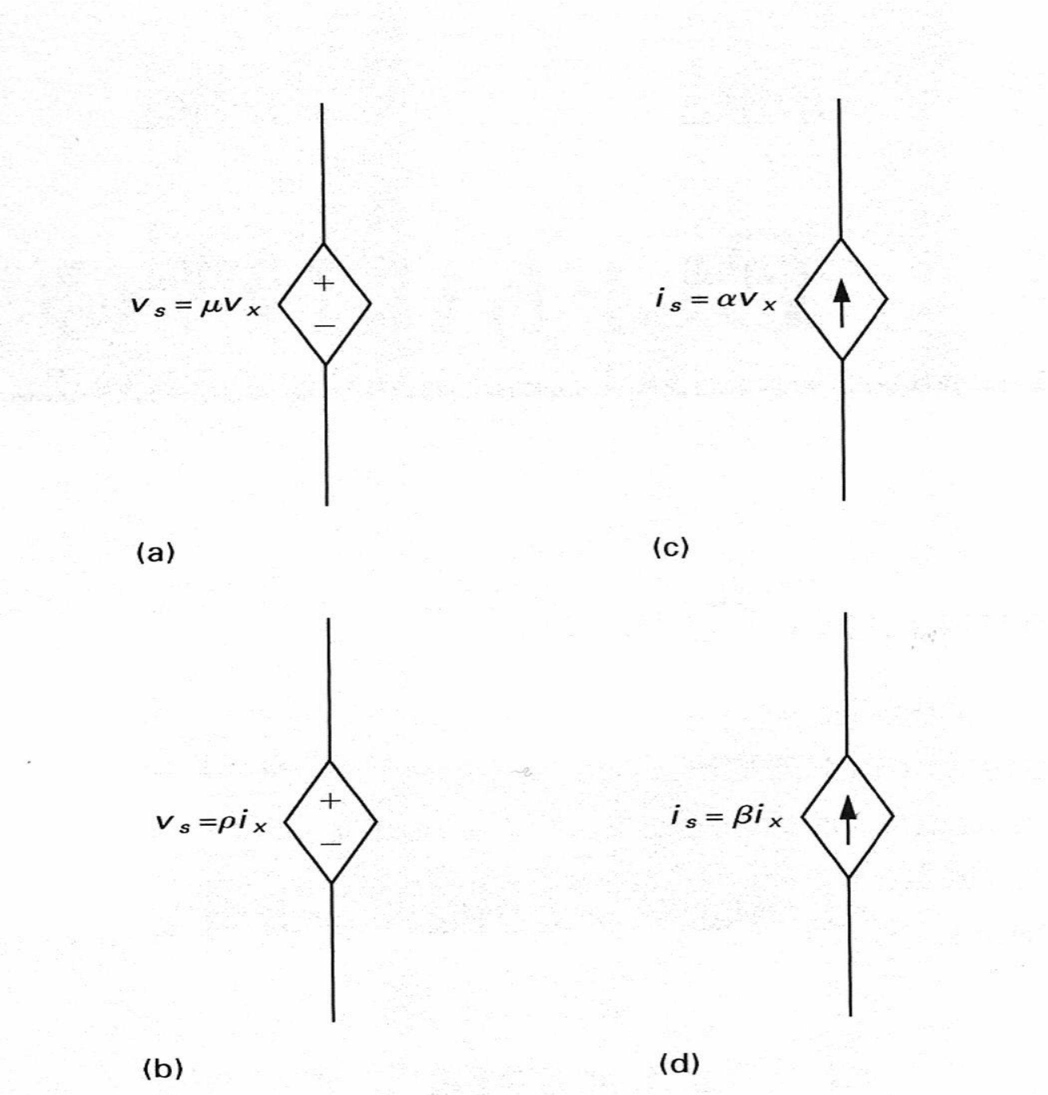


Fig. 1.3.9

Fontes de tensão e corrente dependentes



Fontes de tensão e corrente dependentes (símbolos alternativos)

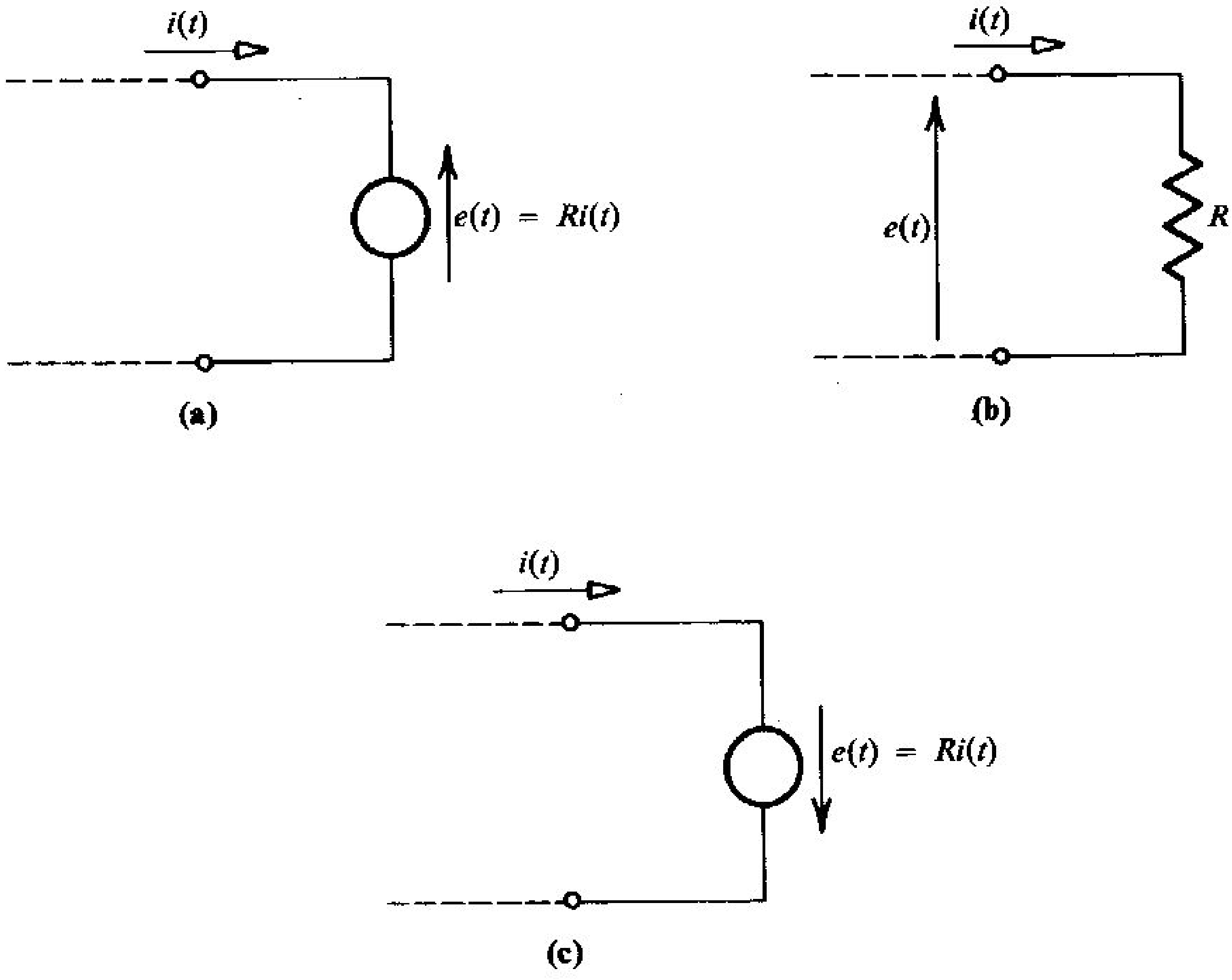


Fig. 1.3-10

Exemplo de uma fonte de tensão dependente de corrente: resistência (b) x resistência negativa (c)

Leis de Kirchhoff

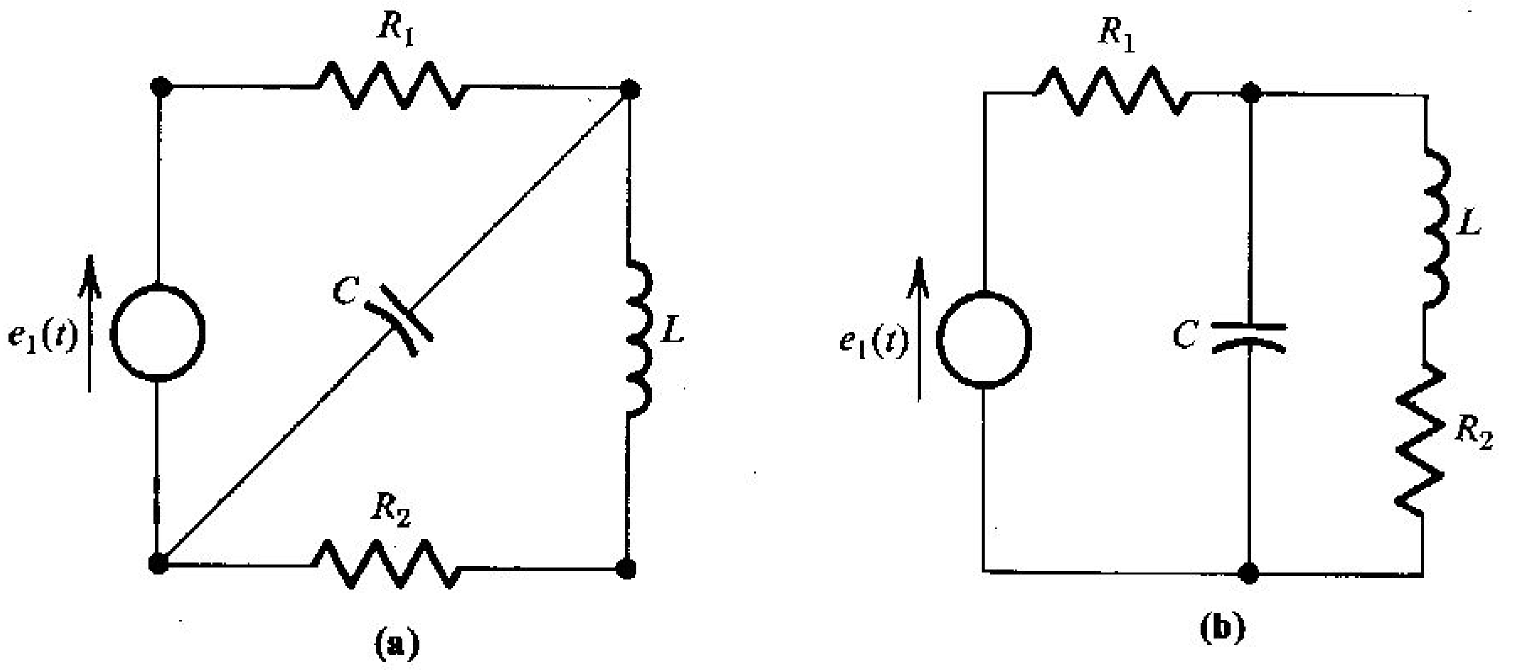
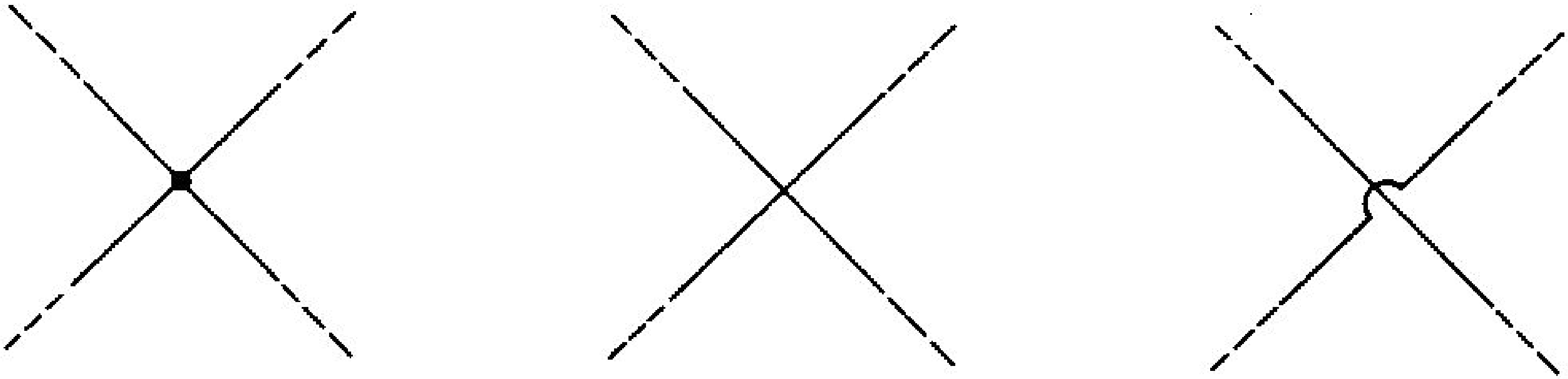


Fig. 1.4-1

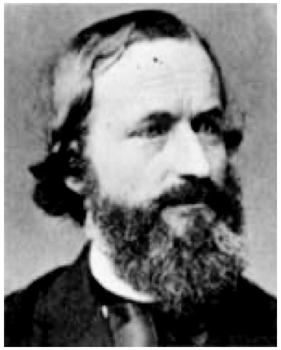
Ramos e nós



(a) (b) (c)

Fig. 1.4-2

Representação de nós



Gustav Robert Kirchoff
(1824-1887)

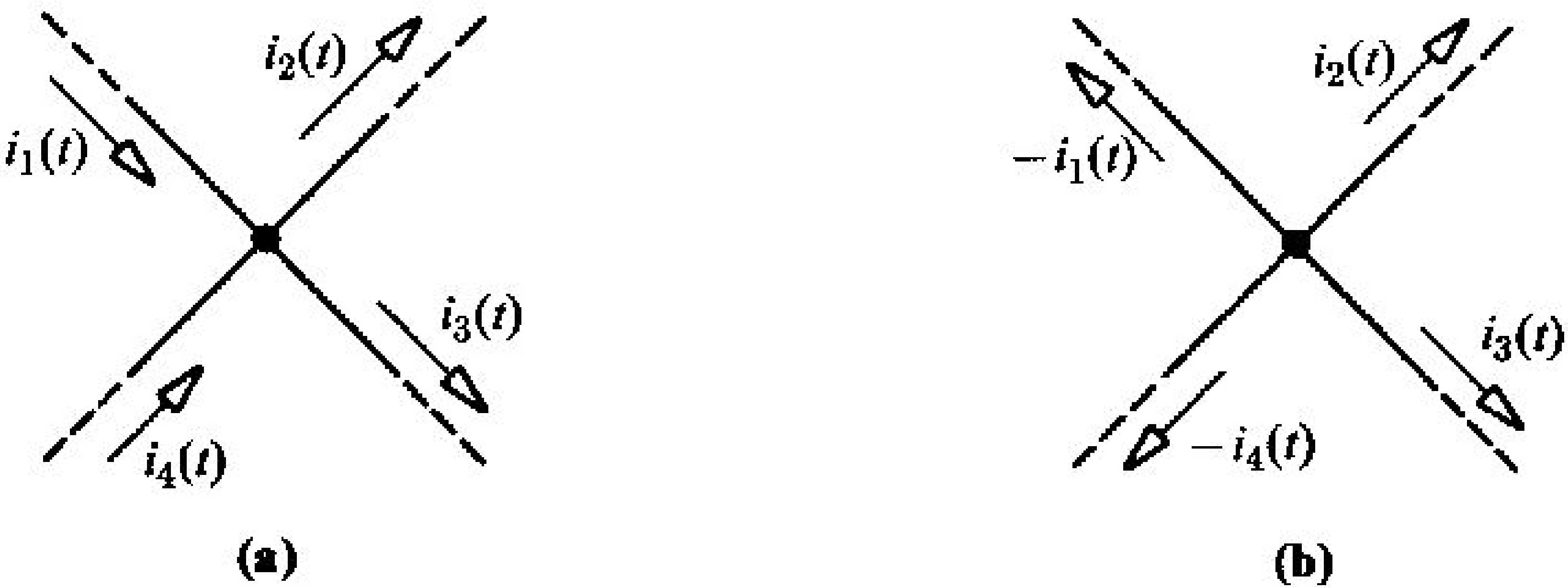


Fig. 1.4-3

Lei de Kirchhoff das Correntes (LKC ou, em inglês, KCL)

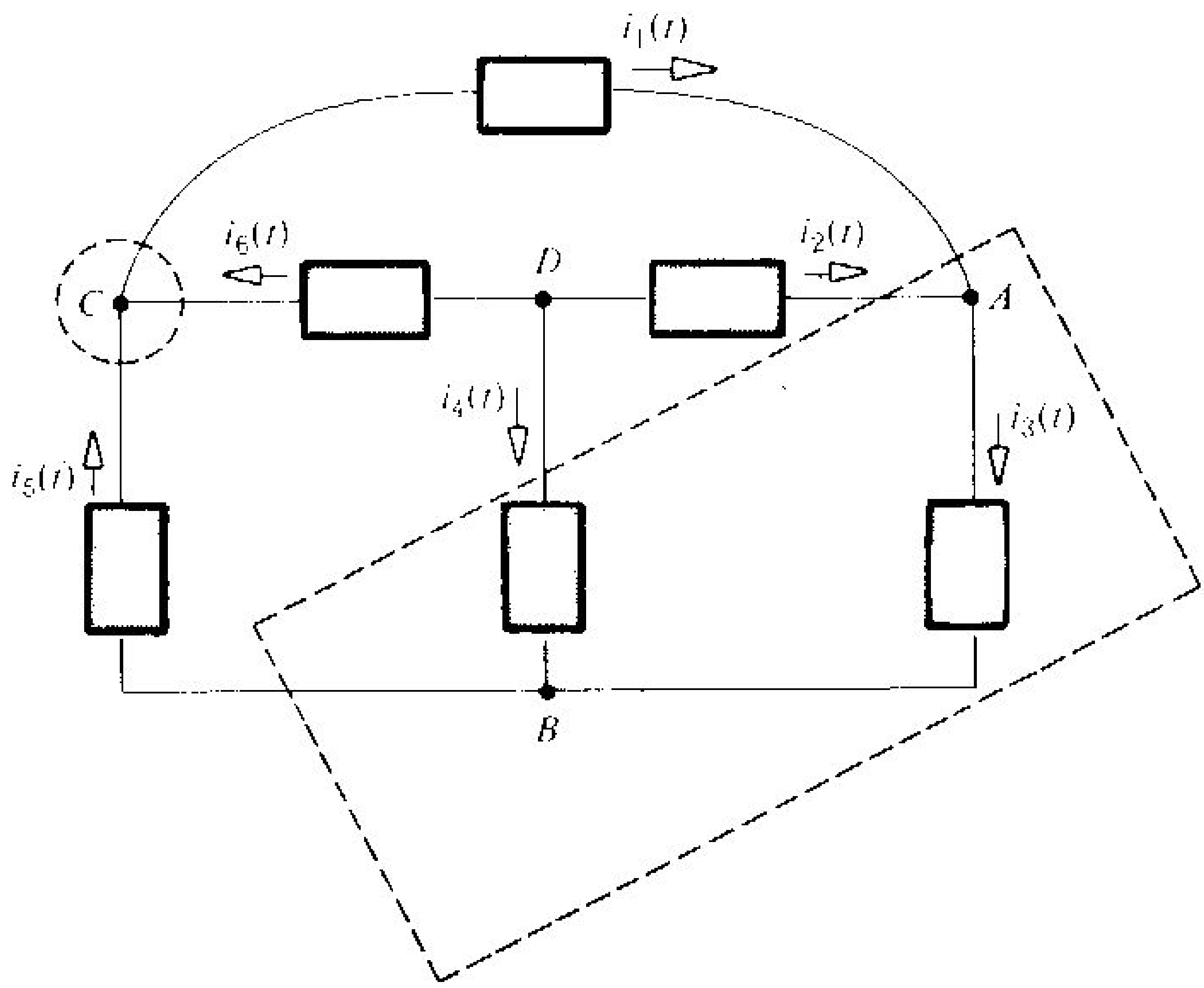


Fig. 1.4-4

Ilustração da Lei de Kirchhoff das Correntes

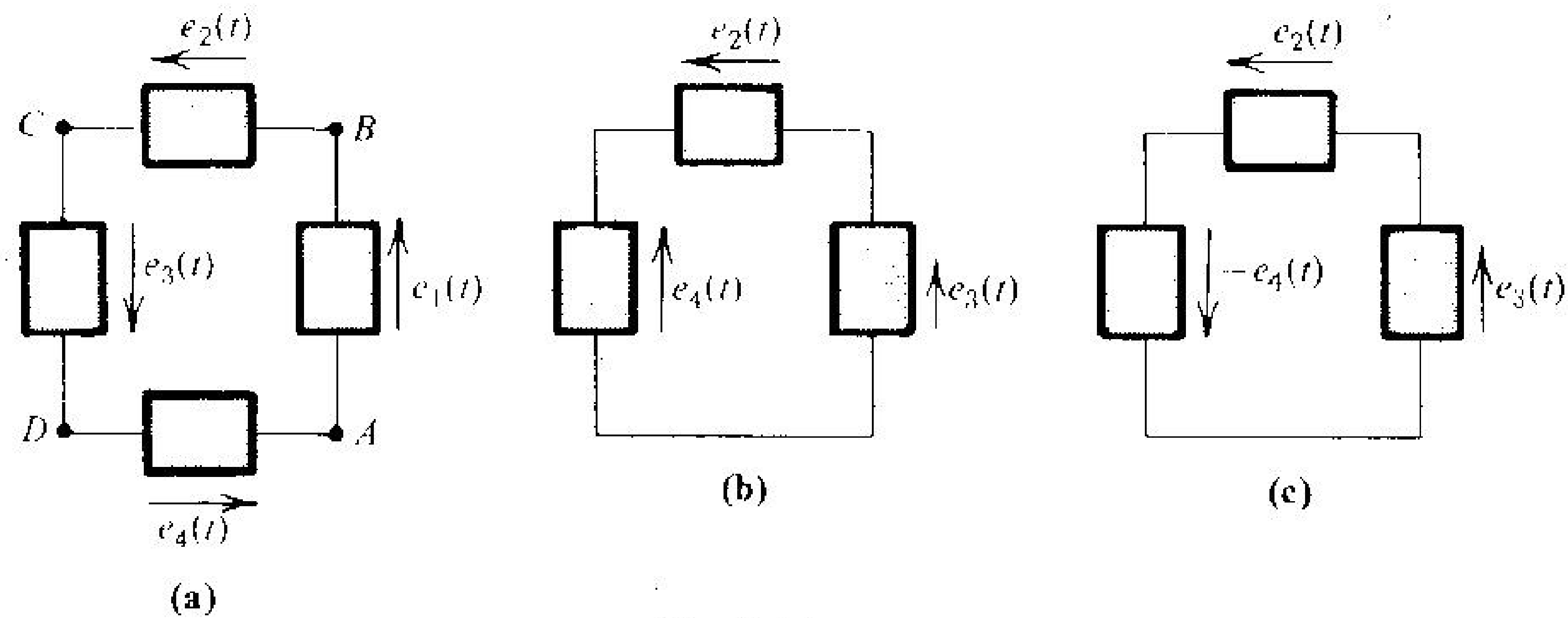


Fig. 1.4-5

Lei de Kirchhoff das Tensões (LKT ou, do inglês, KVL)

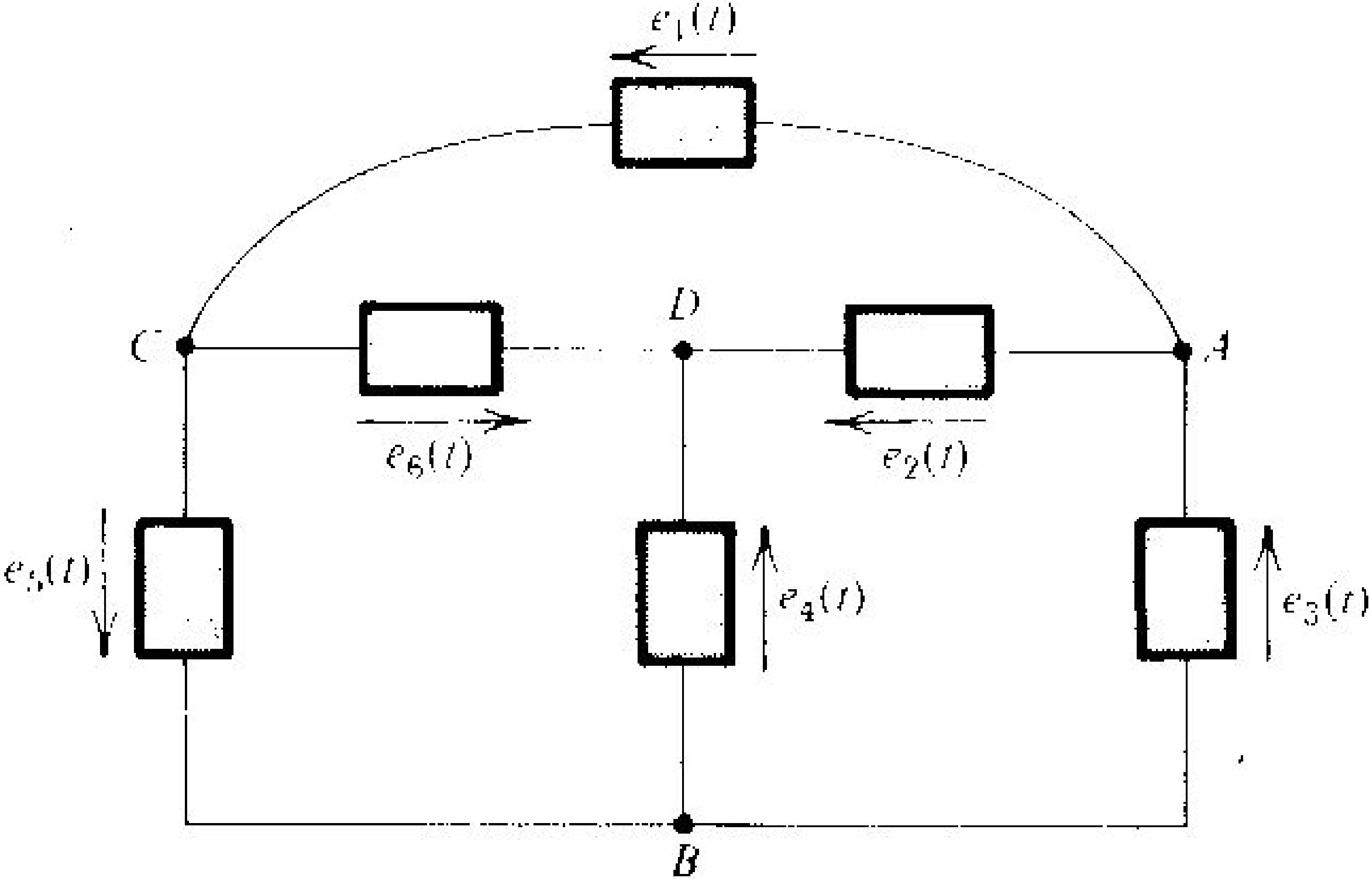


Fig. 1.4-6

Ilustração da Lei de Kirchhoff das Tensões

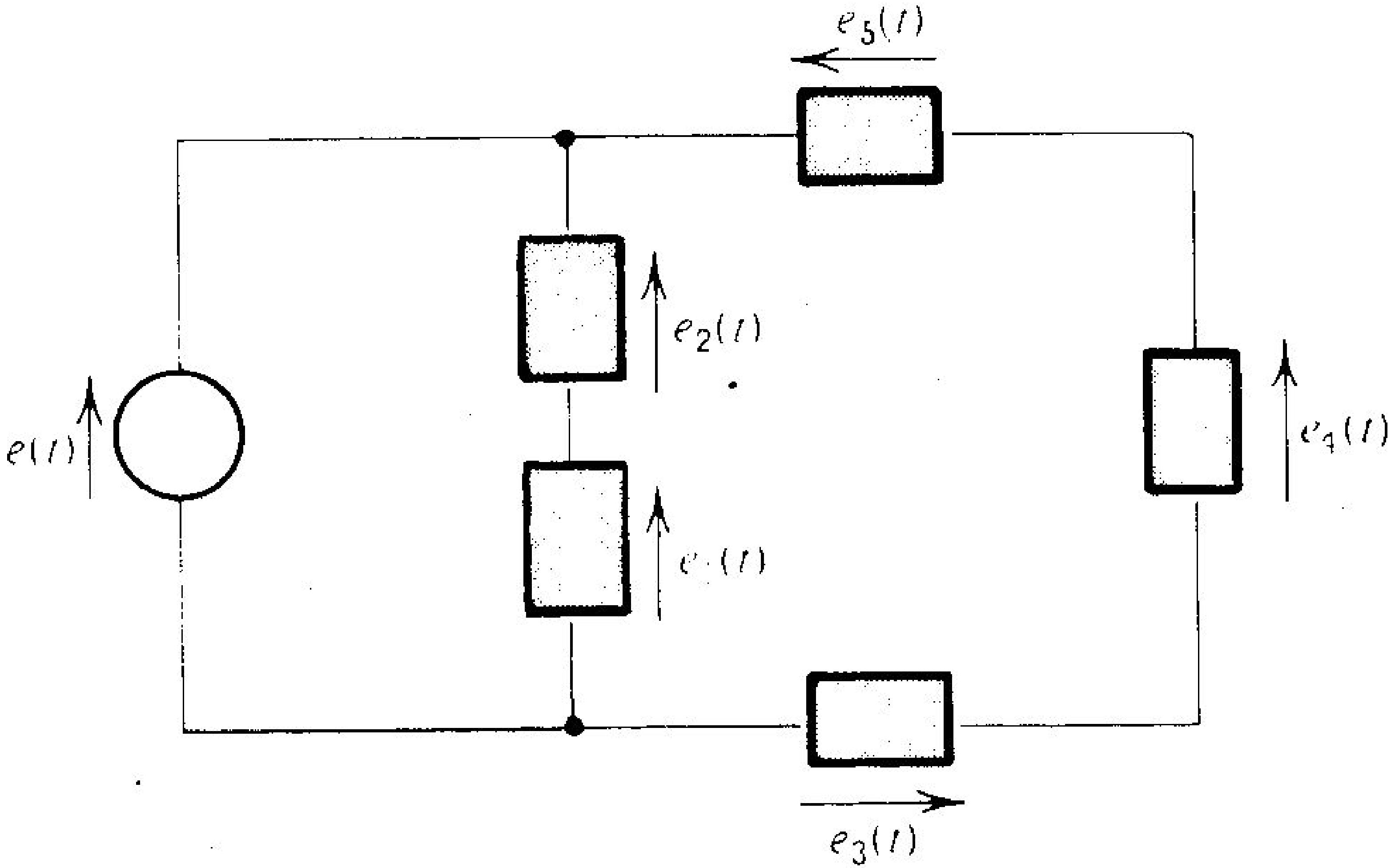
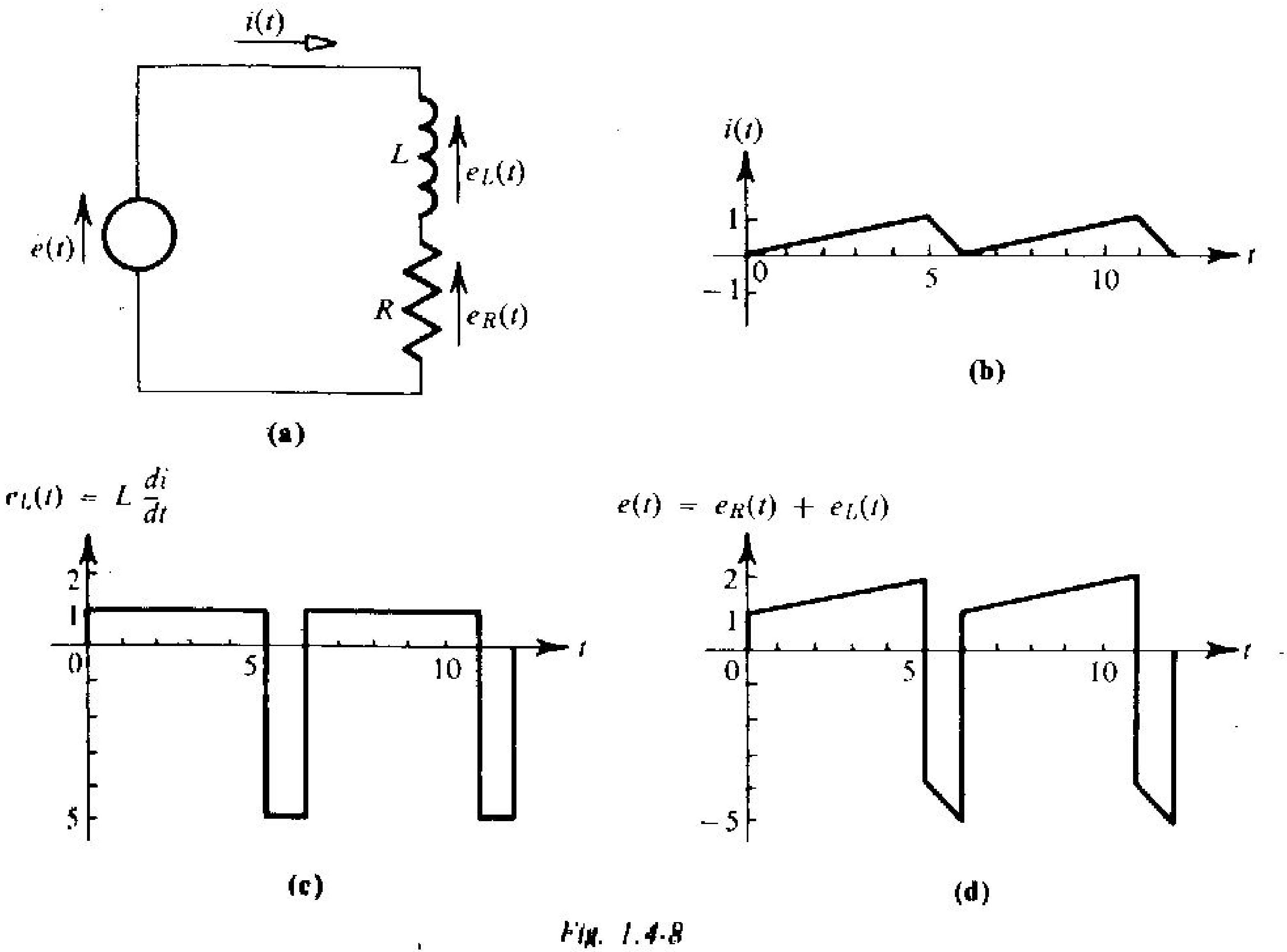


Fig. 1.4-7

A LKT define unicamente a ddp entre dois pontos



Exemplo 1.4-1 – Placas de Deflexão de um Osciloscópio

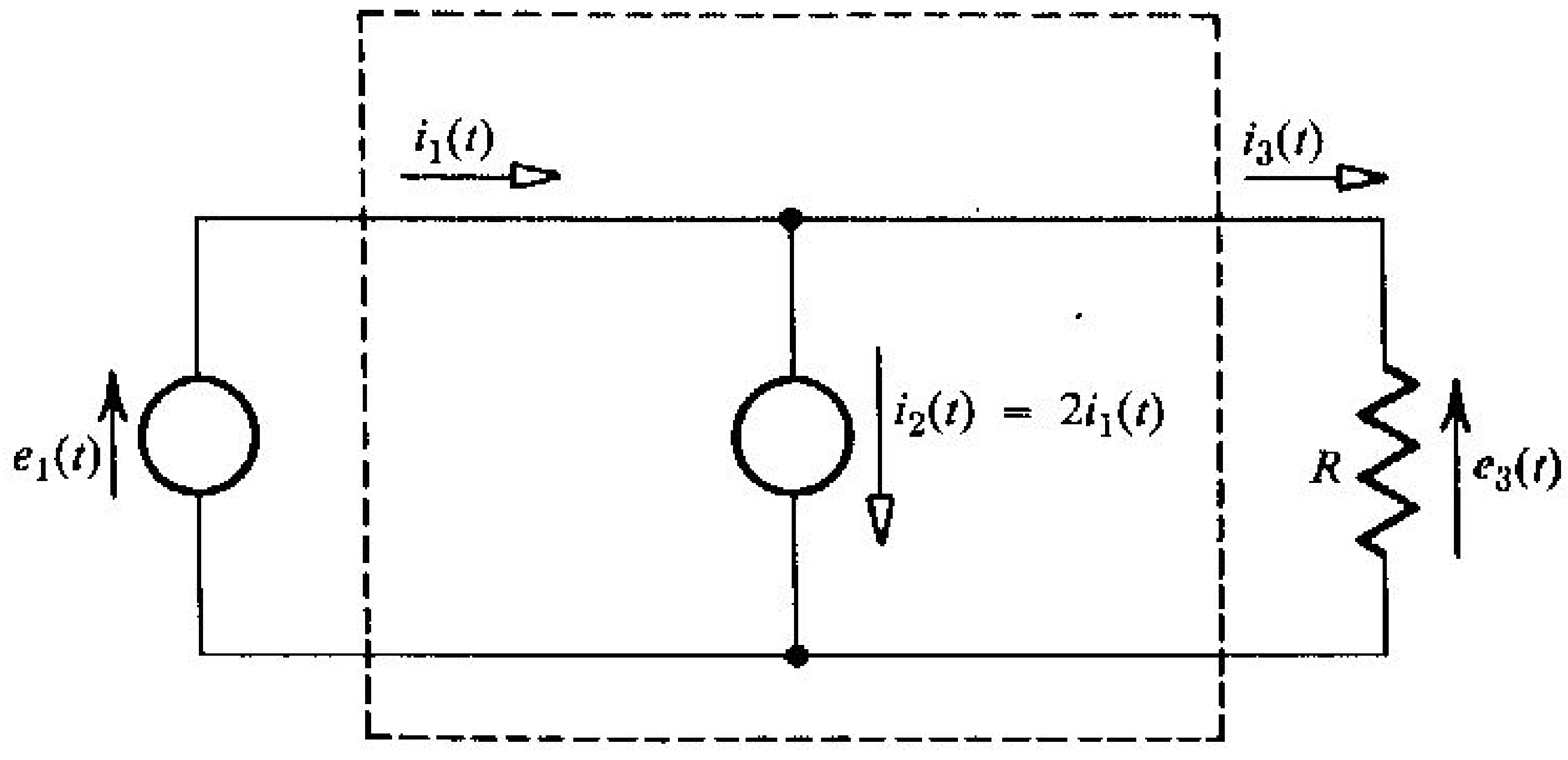


Fig. 1.4-10

Exemplo 1.4-3. Conversor de Impedância Negativa

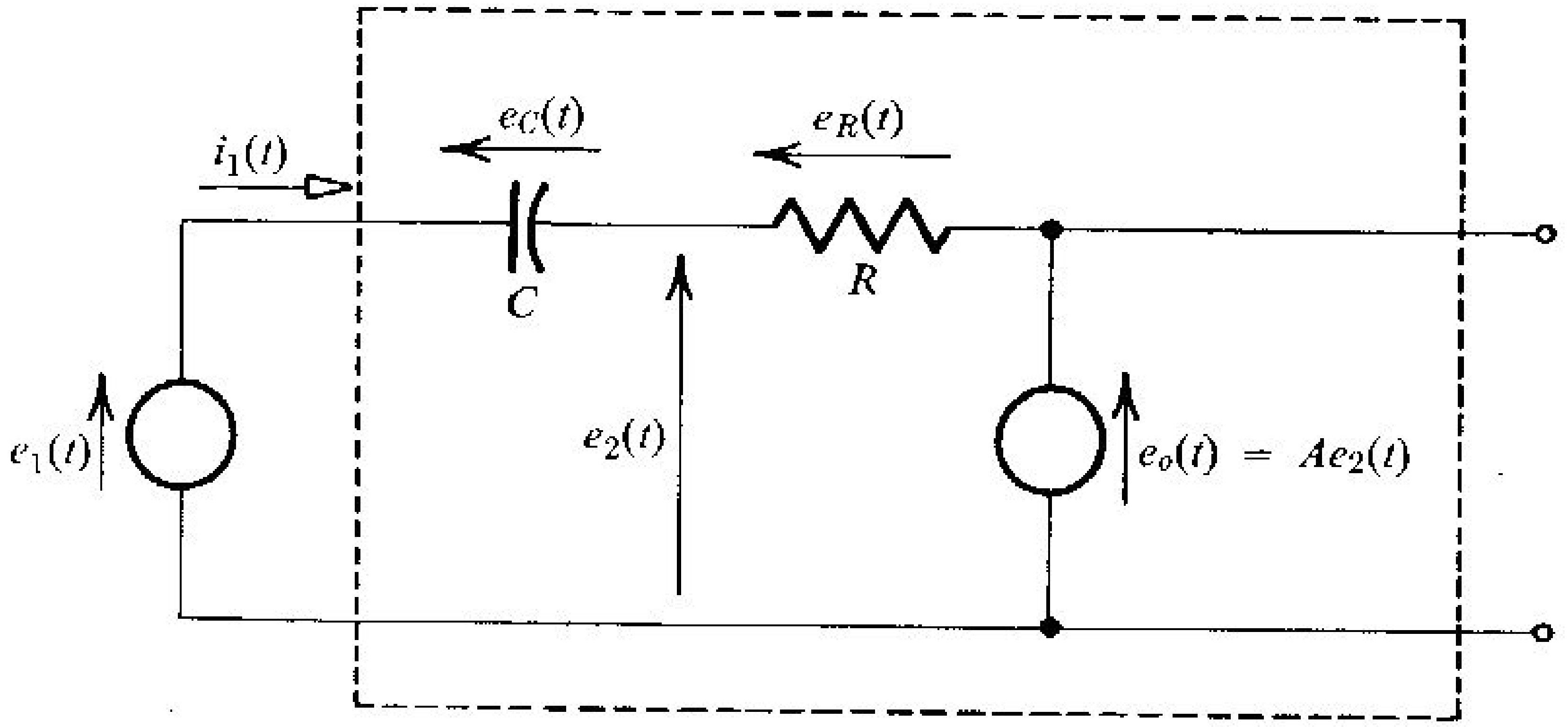


Fig. 1.4-11

Exemplo 1.4-4. Derivador ?!

Representação de Dispositivos Físicos por Modelos

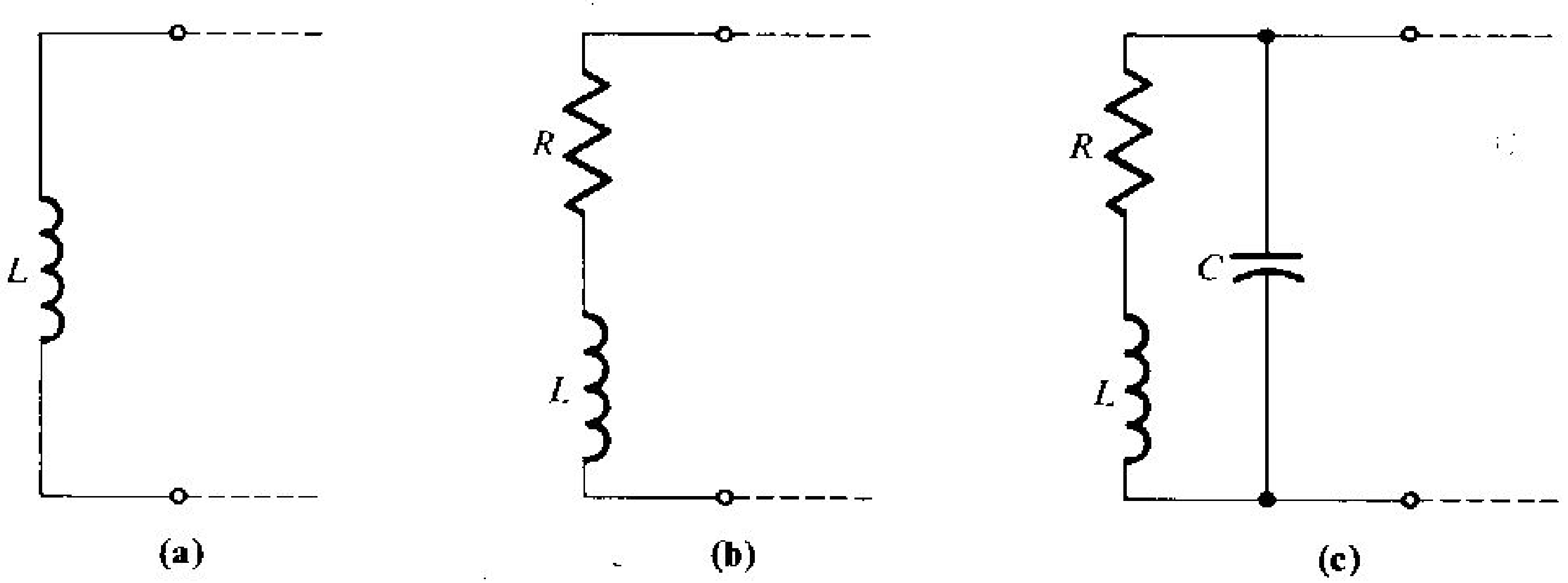


Fig. 1.5-1

Modelos de um Indutor

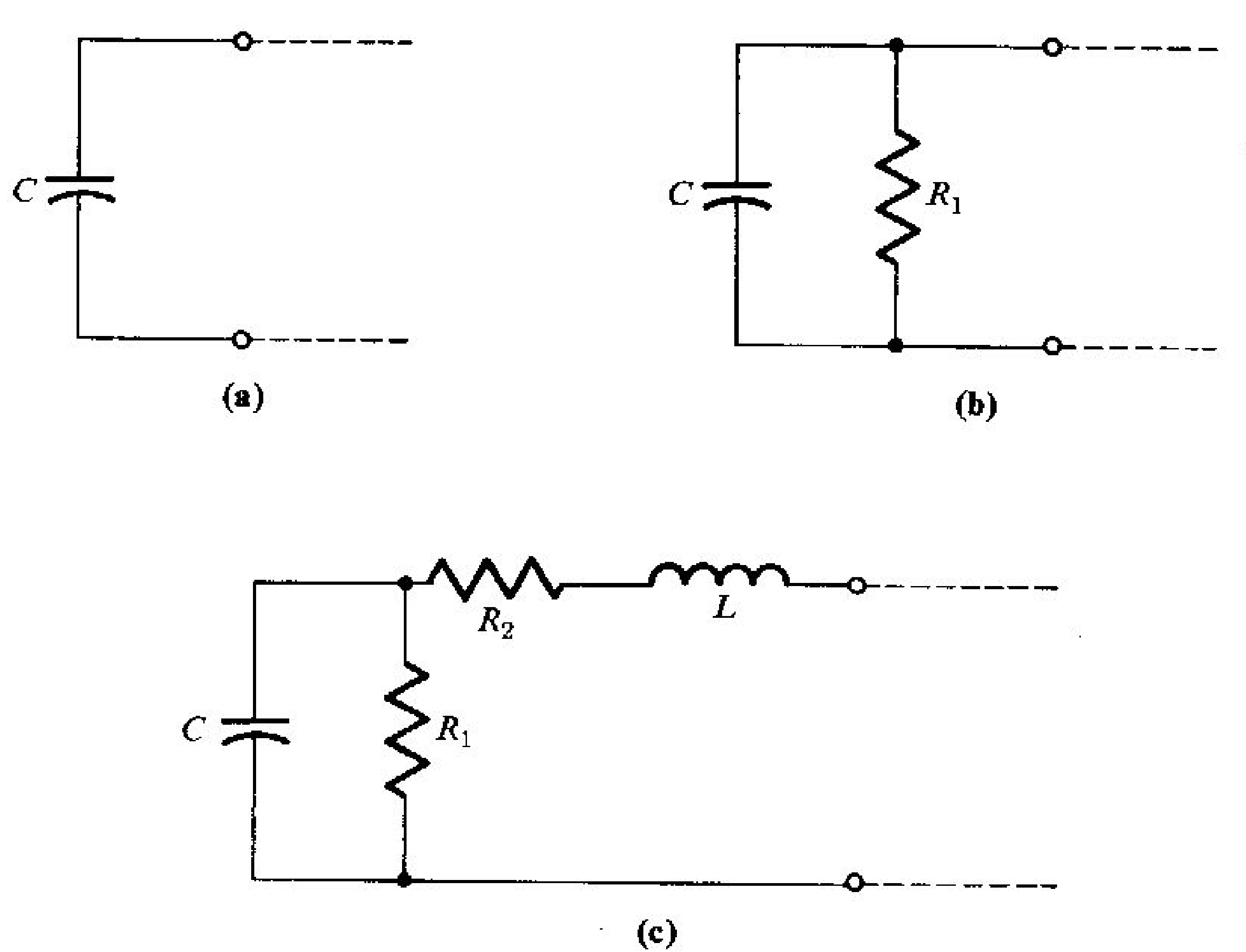


Fig. 1.5-2

Modelos de um capacitor

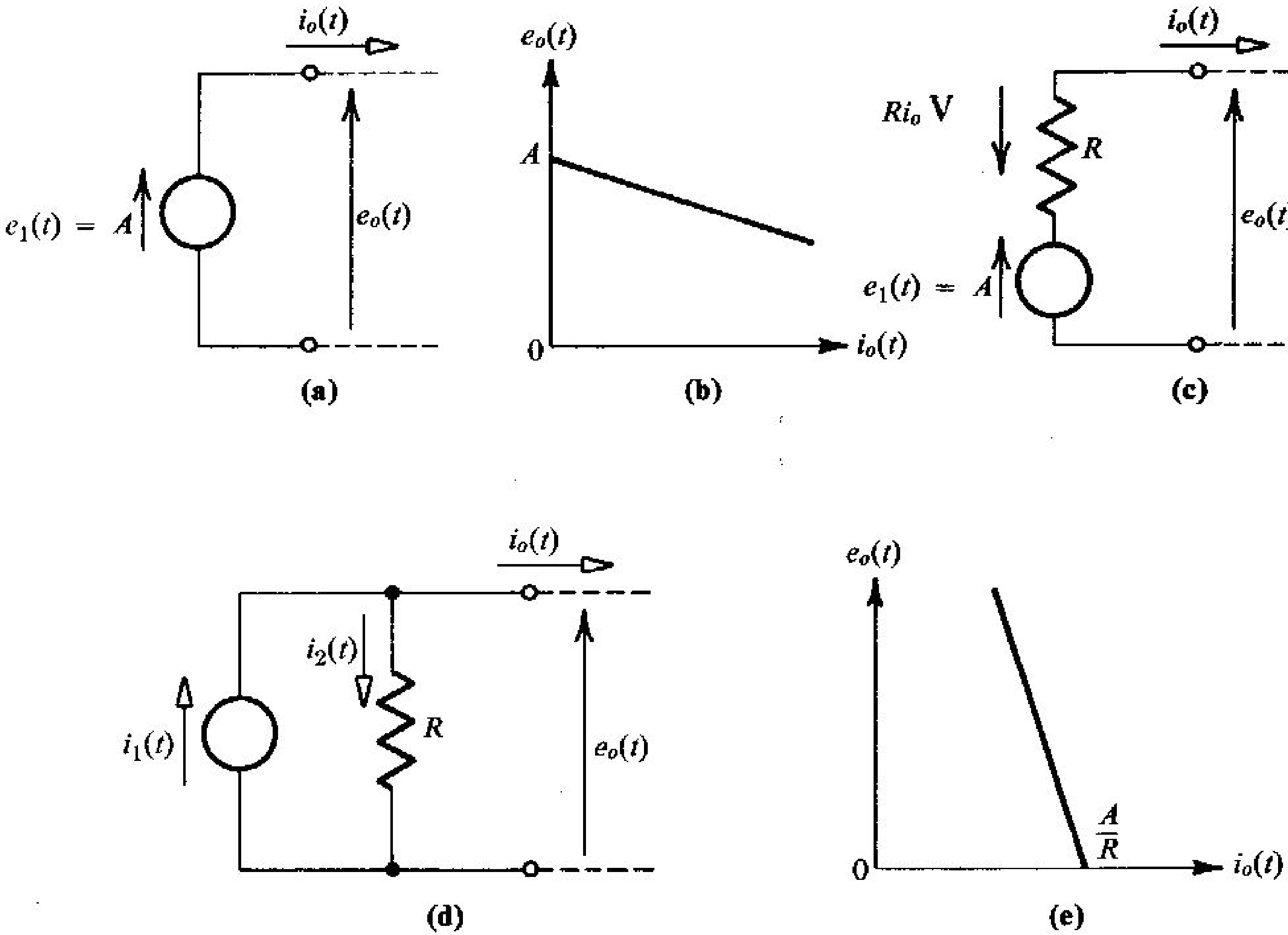


Fig. 1.5-3

Modelos para uma fonte ideal

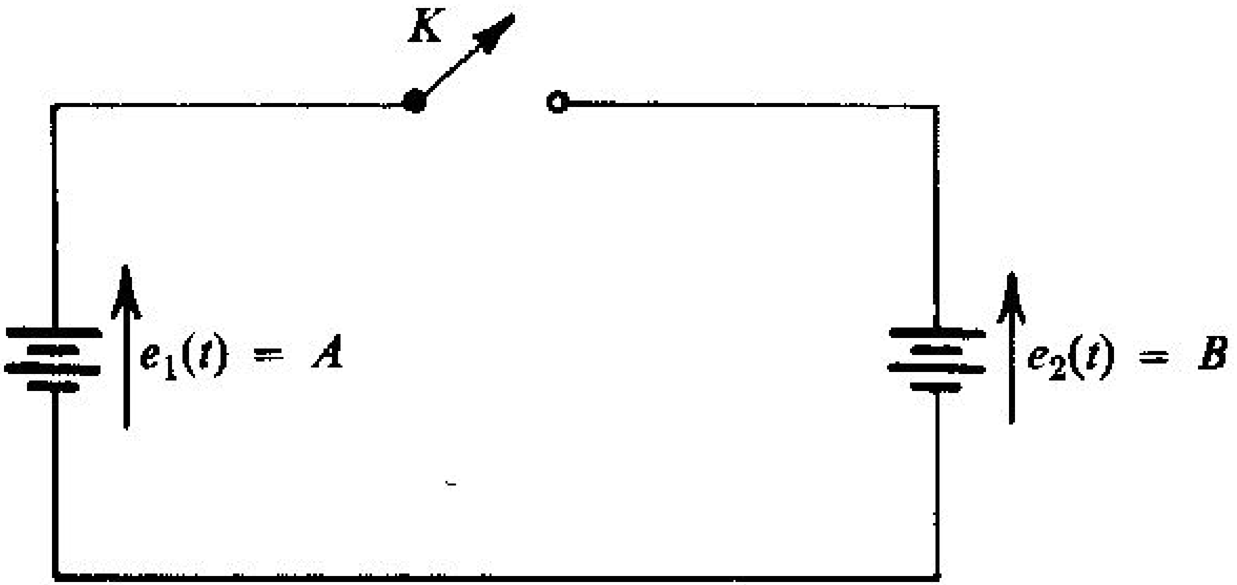
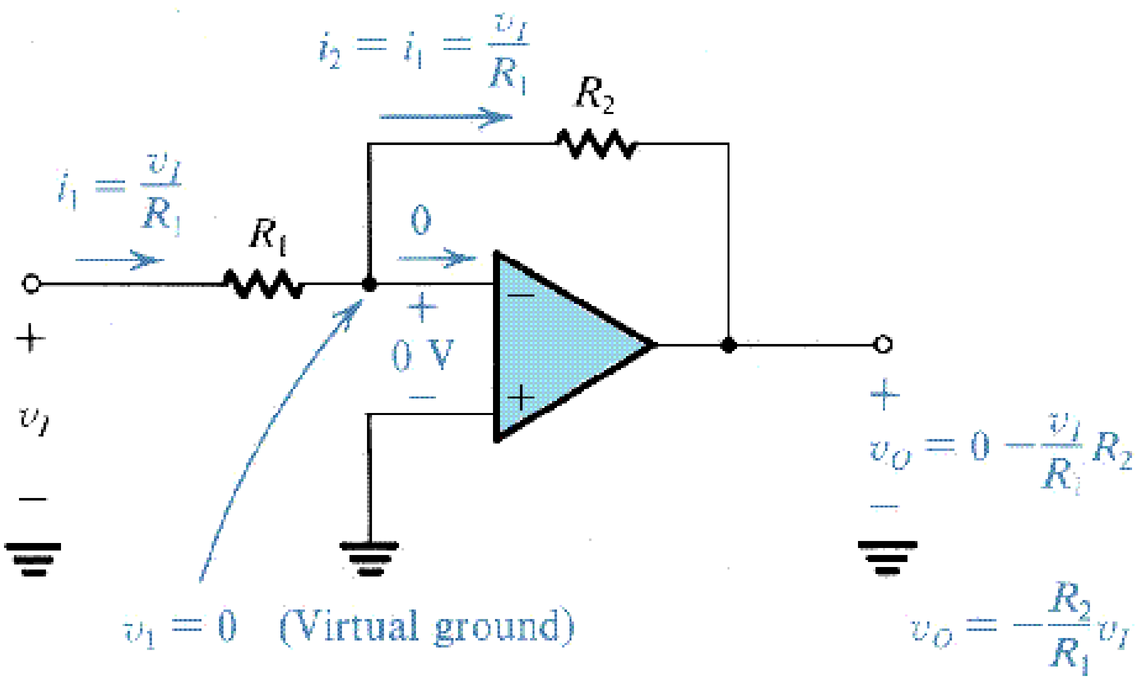


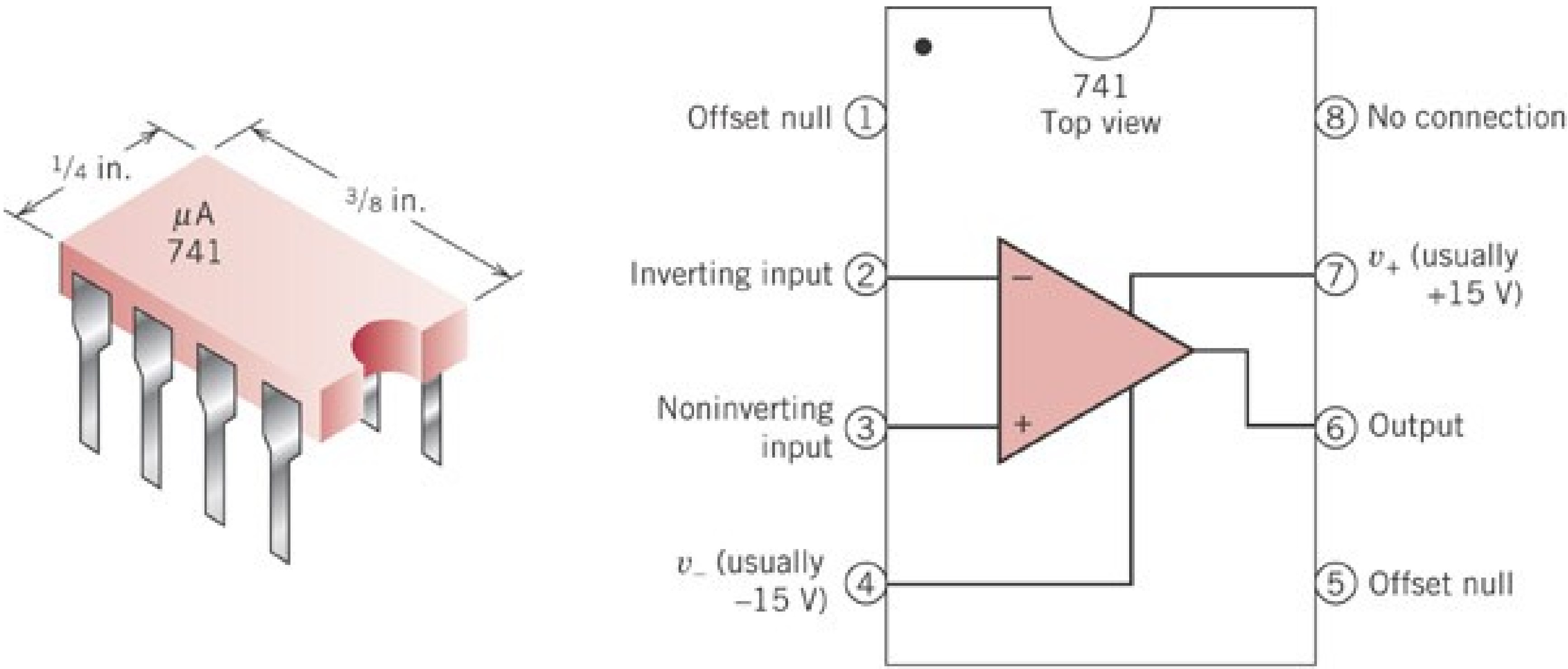
Fig. 1.5-4

Inconsistência na teoria de circuitos ?!

O amplificador operacional como um inversor:



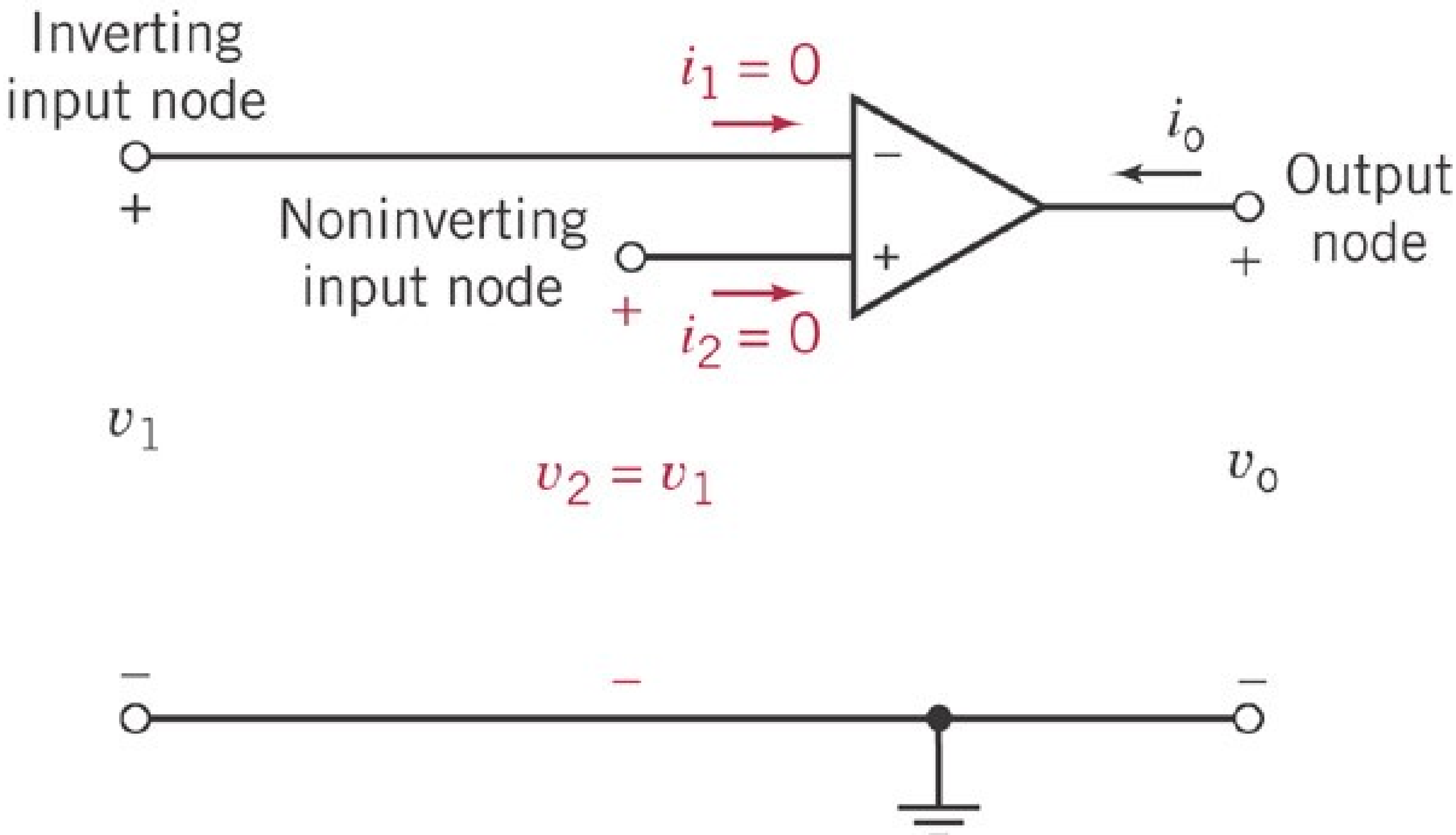
(b)

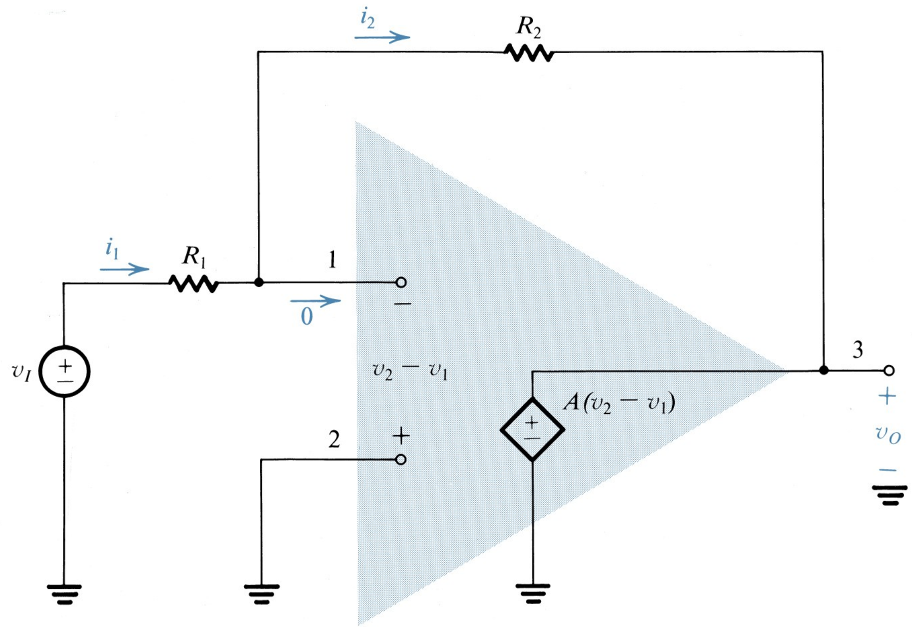


1/4 in.
3/8 in.
μA
741
741
Top view
Offset null
Inverting input
Noninverting
input
v_ (usually
–15 V)
No connection
v+ (usually
+15 V)
Output
Offset null
1
2
3
4
5
6
7
8
–
+

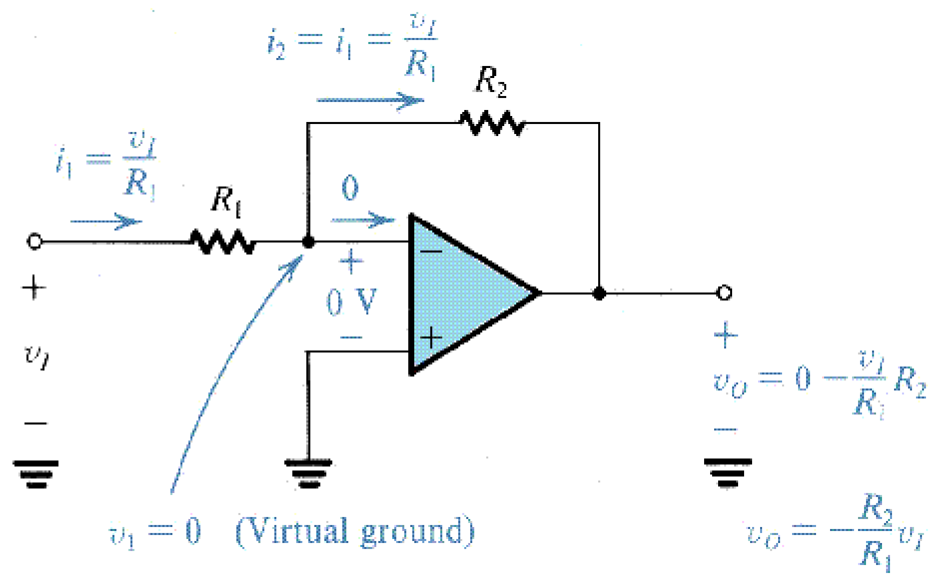
(a) (b)

Amplificador operacional (modelo ideal)



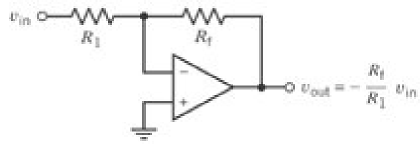


i_2
R_2
i_1
R_1
1
0
−
v_I
3
$v_2 - v_1$
$A(v_2 - v_1)$
2
+
+
v_O
−

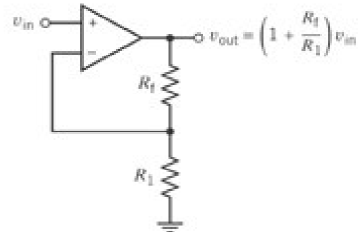


$i_2 = i_1 = \frac{v_I}{R_1}$
R_2
$i_1 = \frac{v_I}{R_1}$
R_1
0
+
0 V
−
+
v_I
−
+
$v_O = 0 - \frac{v_I}{R_1} R_2$
−
$v_1 = 0$ (Virtual ground)
$v_O = -\frac{R_2}{R_1} v_I$

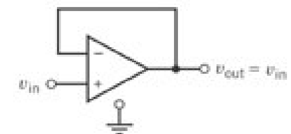
(b)



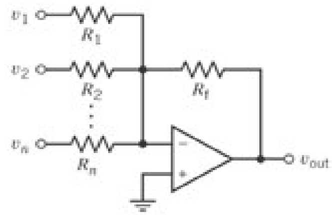
(a) Inverting amplifier



(b) Noninverting amplifier

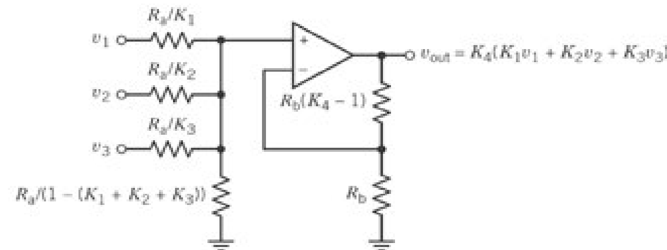


(c) Voltage follower (buffer amplifier)

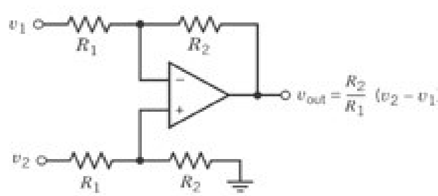


$$v_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_1} v_1 + \frac{R_f}{R_2} v_2 + \ldots + \frac{R_f}{R_n} v_n\right)$$

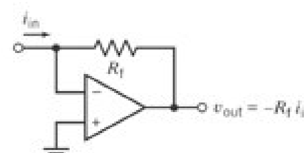
(d) Summing amplifier



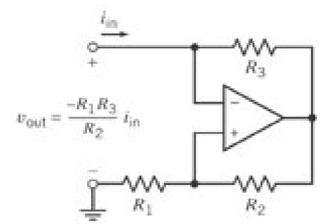
(e) Noninverting summing amplifier



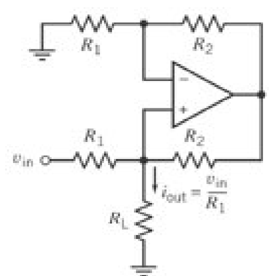
(f) Difference amplifier



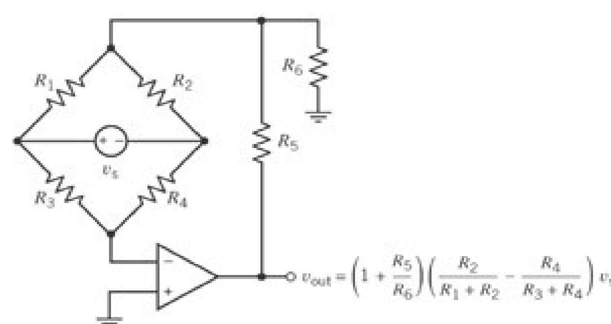
(g) Current-to-voltage converter



(h) Negative resistance convertor



(i) Voltage-controlled current source (VCCS)



(j) Bridge amplifier

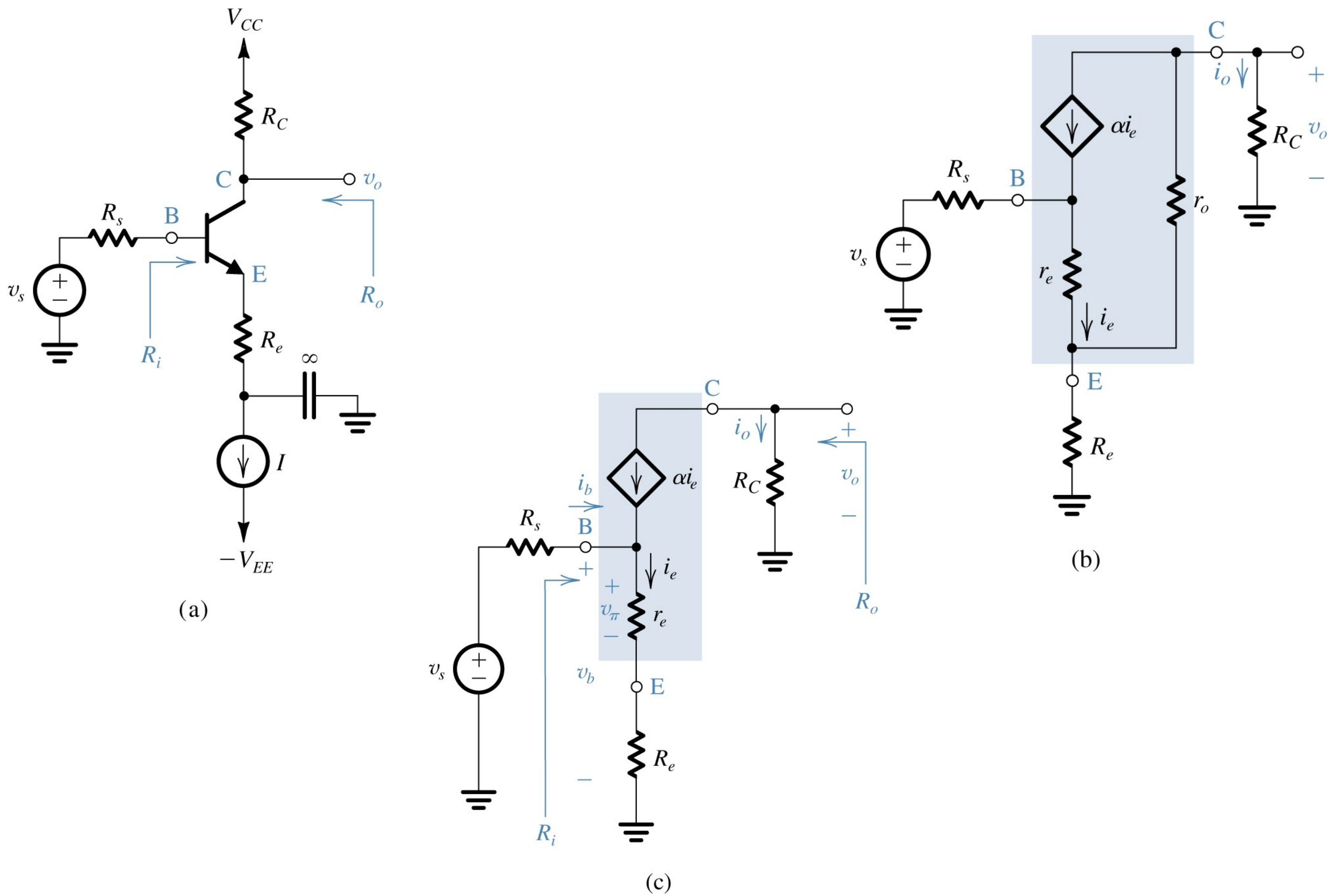


Fig. 4.44 The common-emitter amplifier with a resistance R_e in the emitter. **(a)** Circuit. **(b)** Equivalent circuit with the BJT replaced with its T model **(c)** The circuit in (b) with r_o eliminated.

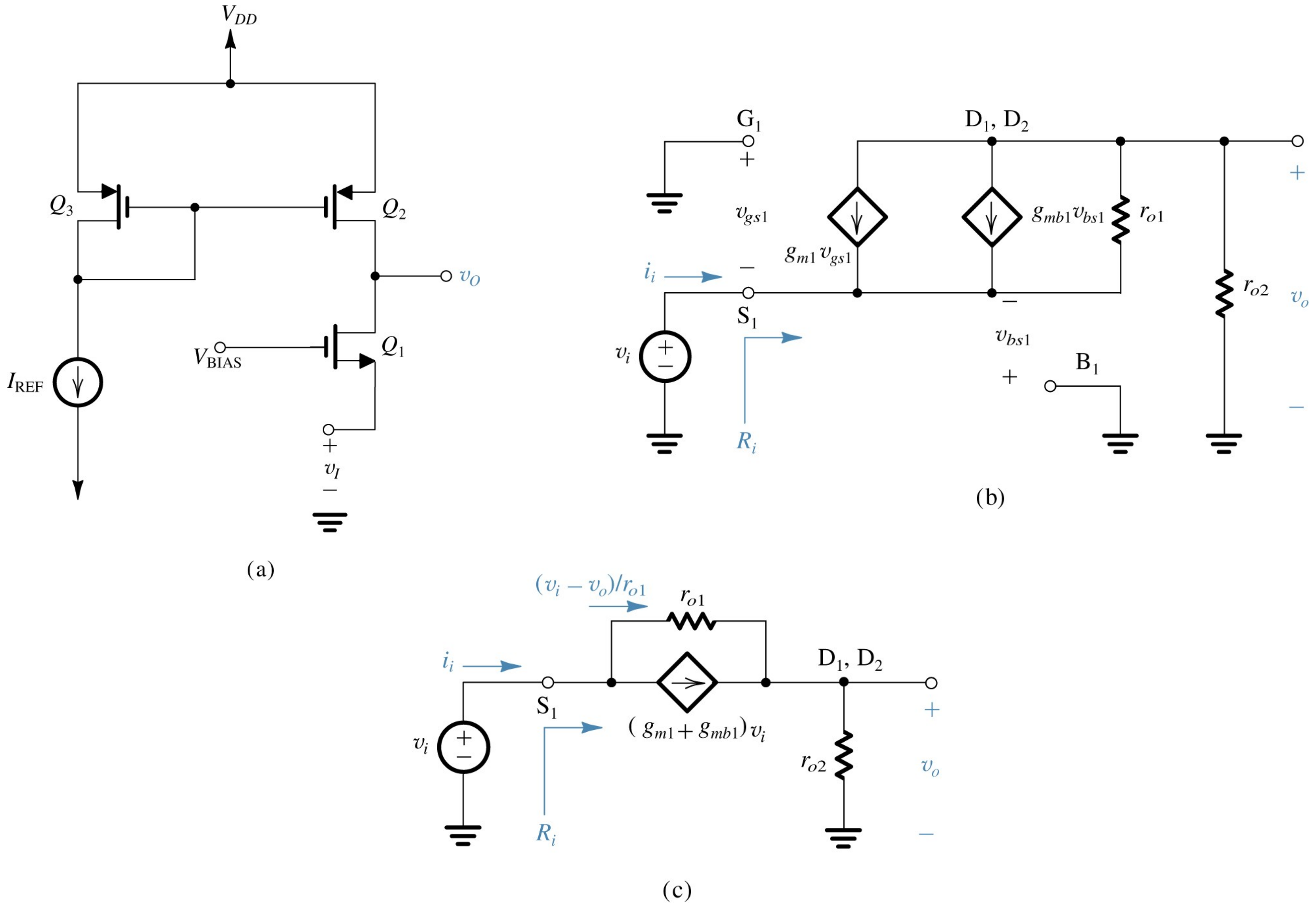
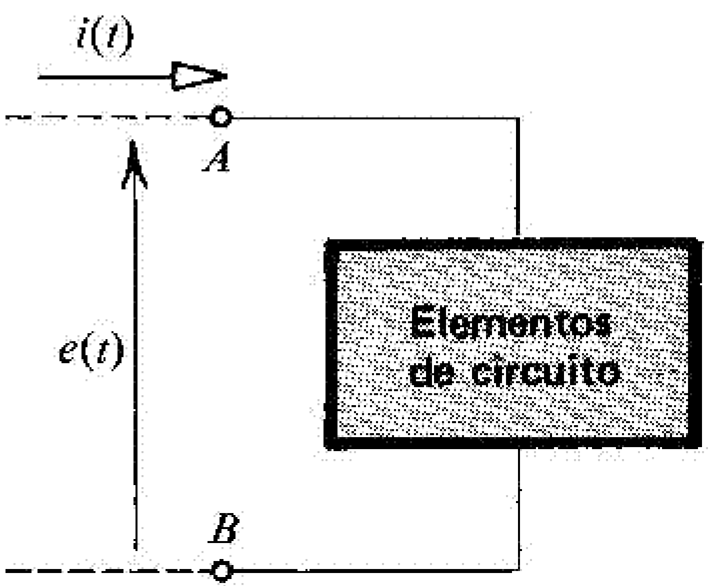


Fig. 5.47 The CMOS common-gate amplifier: **(a)** circuit; **(b)** small-signal equivalent circuit; and **(c)** simplified version of the circuit in (b).

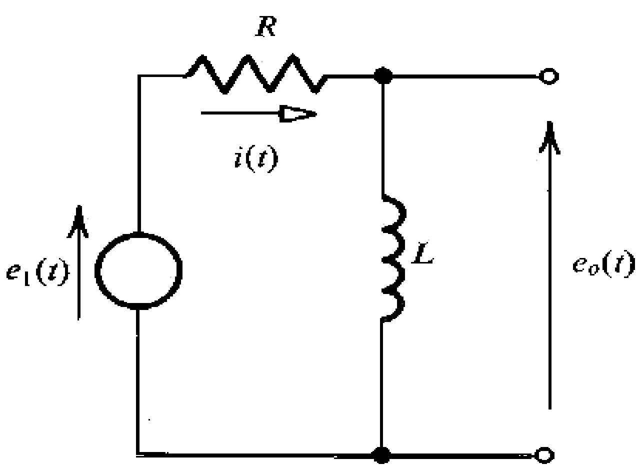
PROBLEMAS

1.5 Se $e(t)=2\cos 10t$ e $i(t)=4\cos 10t$ na figura abaixo, dê uma expressão para a potência fornecida ao elemento de circuito. Quanta energia será fornecida para $0<t<2\pi/10$? Qual é a potência média fornecida durante este tempo? Repita o problema com $i(t)=4\text{sen}10t$.



(b)

1.15 Para o circuito da figura abaixo, determine uma expressão para i(t) e, então, para $e_1(t)$ em função de $e_0(t)$. Se aparecer um sinal de integração, derive a equação termo a termo para eliminá-los. Sob quais condições o circuito se comportará como um diferenciador? Poderá você listar quaisquer vantagens ou desvantagens deste circuito comparado com o da outra figura abaixo?



(b)

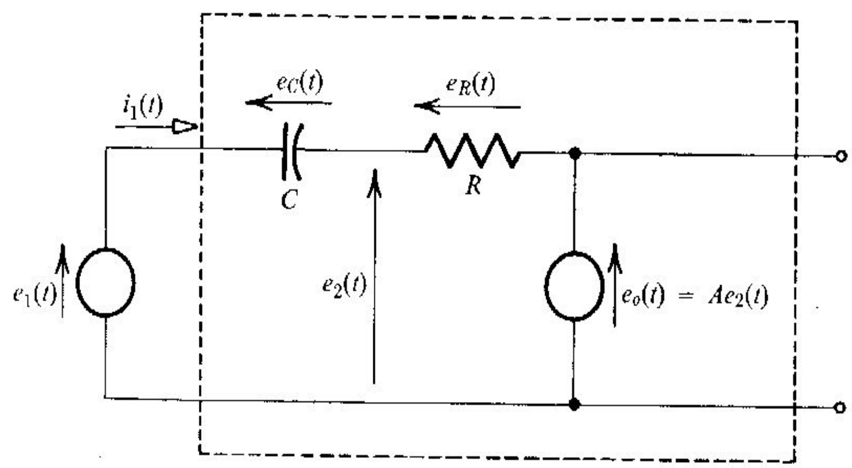
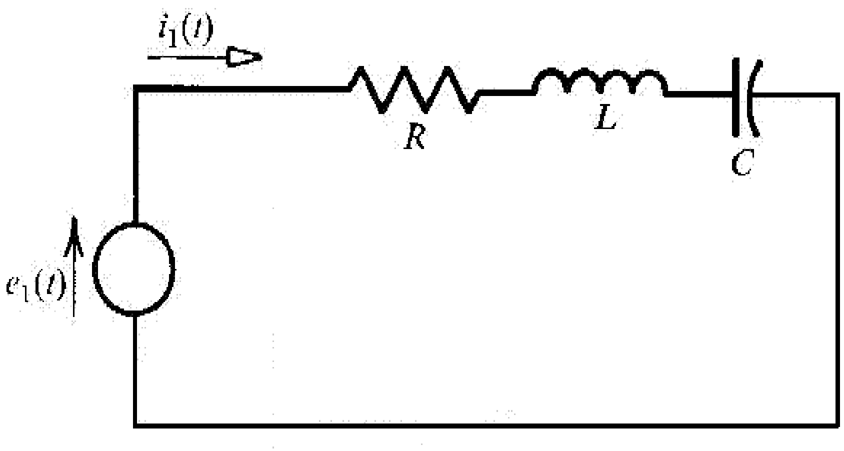
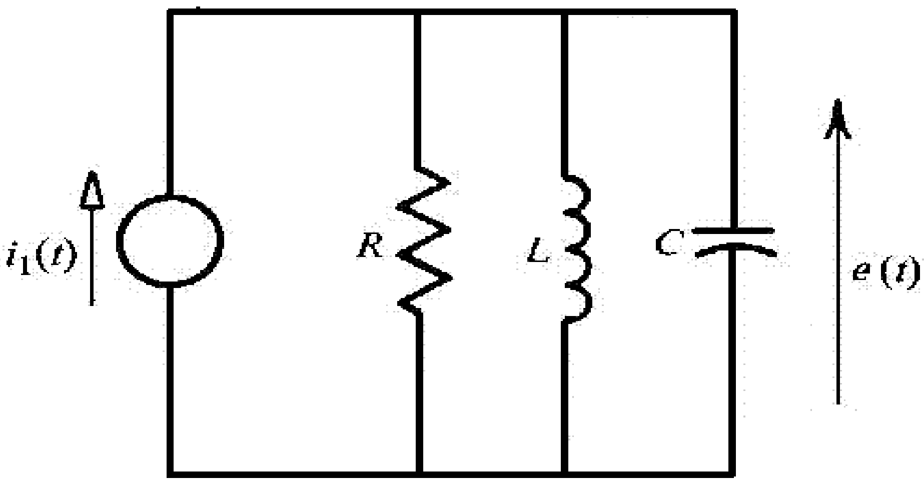


Fig. 1.4-11

1.25 Determine uma equação diferencial relacionando e(t) e i(t) para cada um dos circuitos das figuras abaixo:





Fim do capítulo: vamos para um último exercício (já num padrão de entrega) e uma lista de um único exercício.