

Capacitores

Eletrônica para Ciência da Computação

PROFESSOR: RUBENS T. HOCK JR.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC

CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEE

Capacitores Introdução

Introdução

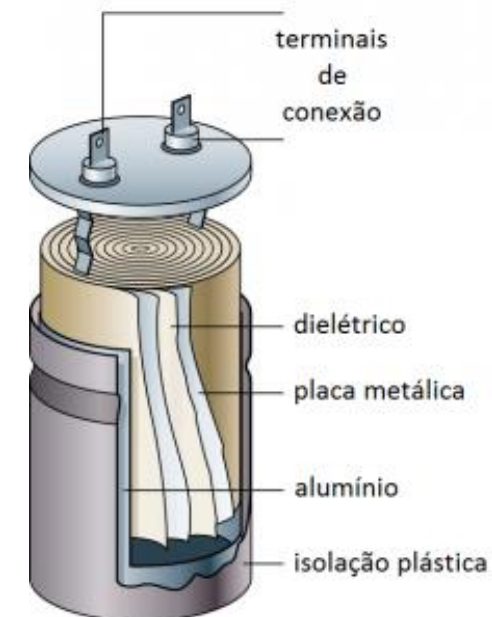
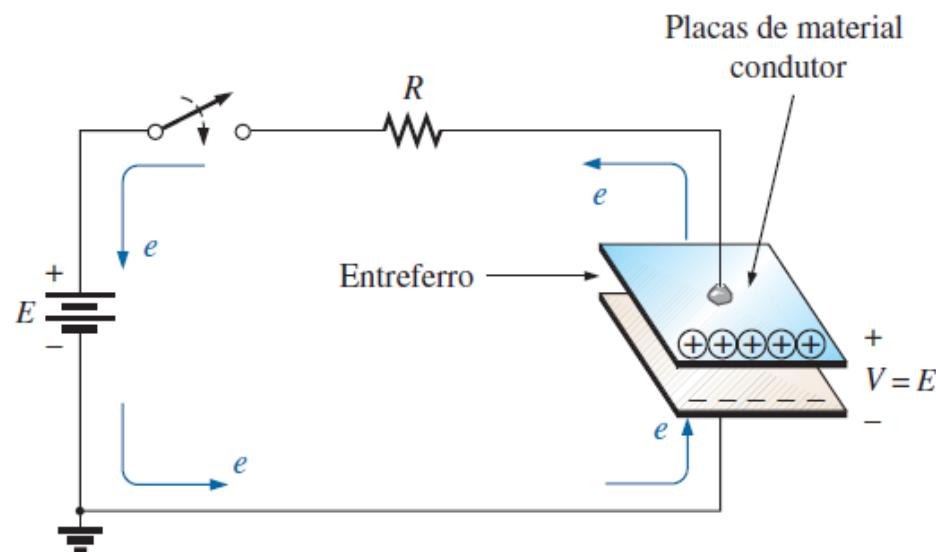
O capacitor é um dispositivo de dois terminais que exibe suas verdadeiras características somente quando ocorre uma mudança na tensão ou na corrente do circuito

Um capacitor armazena a energia que lhe é fornecida em uma forma que pode ser retornada ao sistema.

Introdução

O princípio básico de construção do capacitor são duas placas paralelas feitas de um material condutor, como o alumínio, separados por um material isolante.

Na prática, o capacitor é construído por várias camadas de alumínio e isolantes, para aumentar a capacitância.



Introdução

Capacitância é uma medida da quantidade de carga que o capacitor pode armazenar em suas placas

Quanto mais alta a capacitância de um capacitor, maior a quantidade de carga armazenada nas placas para a mesma tensão aplicada.

$$C = \frac{Q}{V}$$

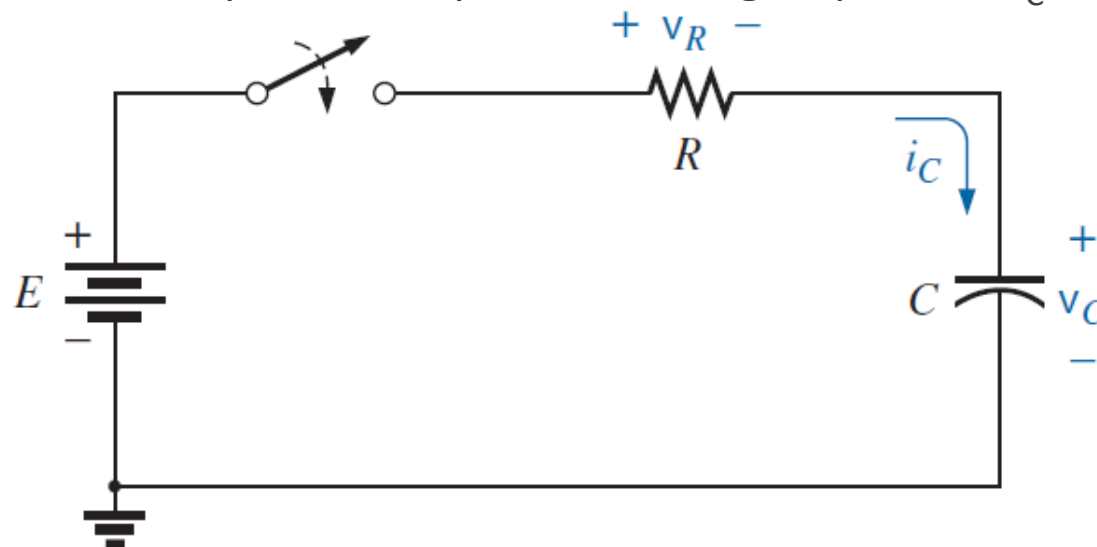
Capacitores

Circuitos com Capacitores

Circuitos com Capacitores

A colocação de carga nas placas de um capacitor não ocorre de maneira instantânea. Em vez disso, ela ocorre através de um período de tempo determinado pelos componentes do circuito.

O transitório de tensão no capacitor pode ser realizado de duas formas: etapa de carga, onde a tensão v_C aumenta durante o tempo e a etapa de descarga, quando v_C diminui com o passar do tempo.



Circuitos com Capacitores

A equação que rege o capacitor é:

$$I_C = C \, dV_C(t)/dt$$

Para a carga do capacitor, a equação que rege o circuito é:

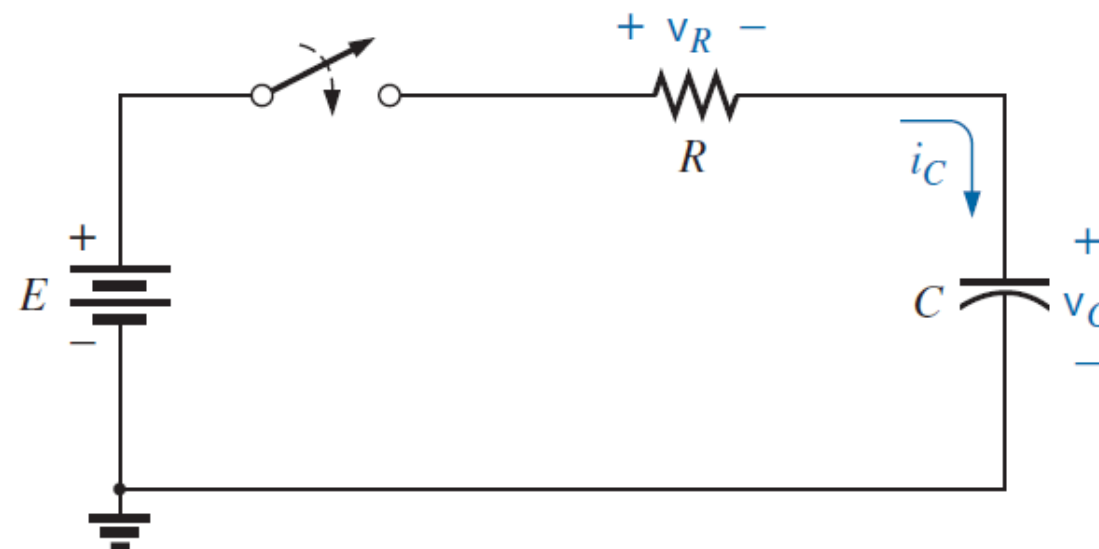
$$E = V_R + V_C(t)$$

$$E = R I_C + V_C(t)$$

$$E = RC \, dV_C(t)/dt + V_C(t)$$

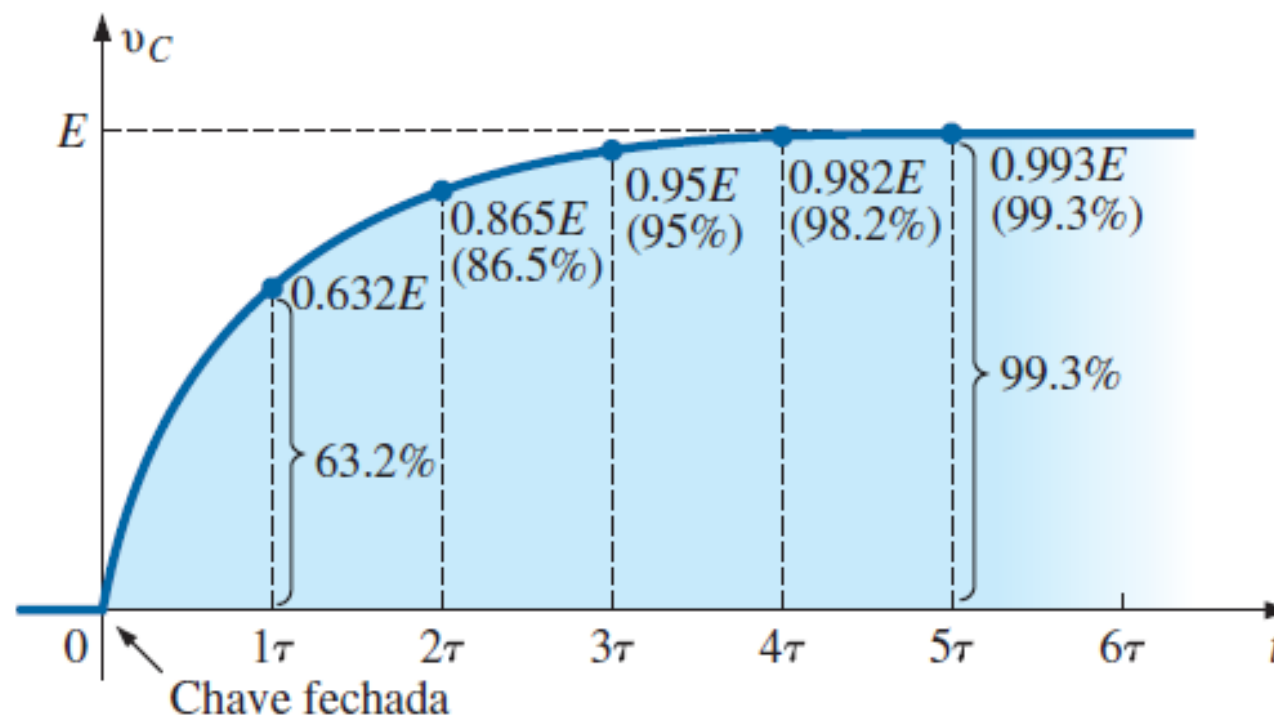
A resolução da equação diferencial é:

$$V_C(t) = E (1 - e^{-t/\tau}), \text{ com } \tau = RC$$



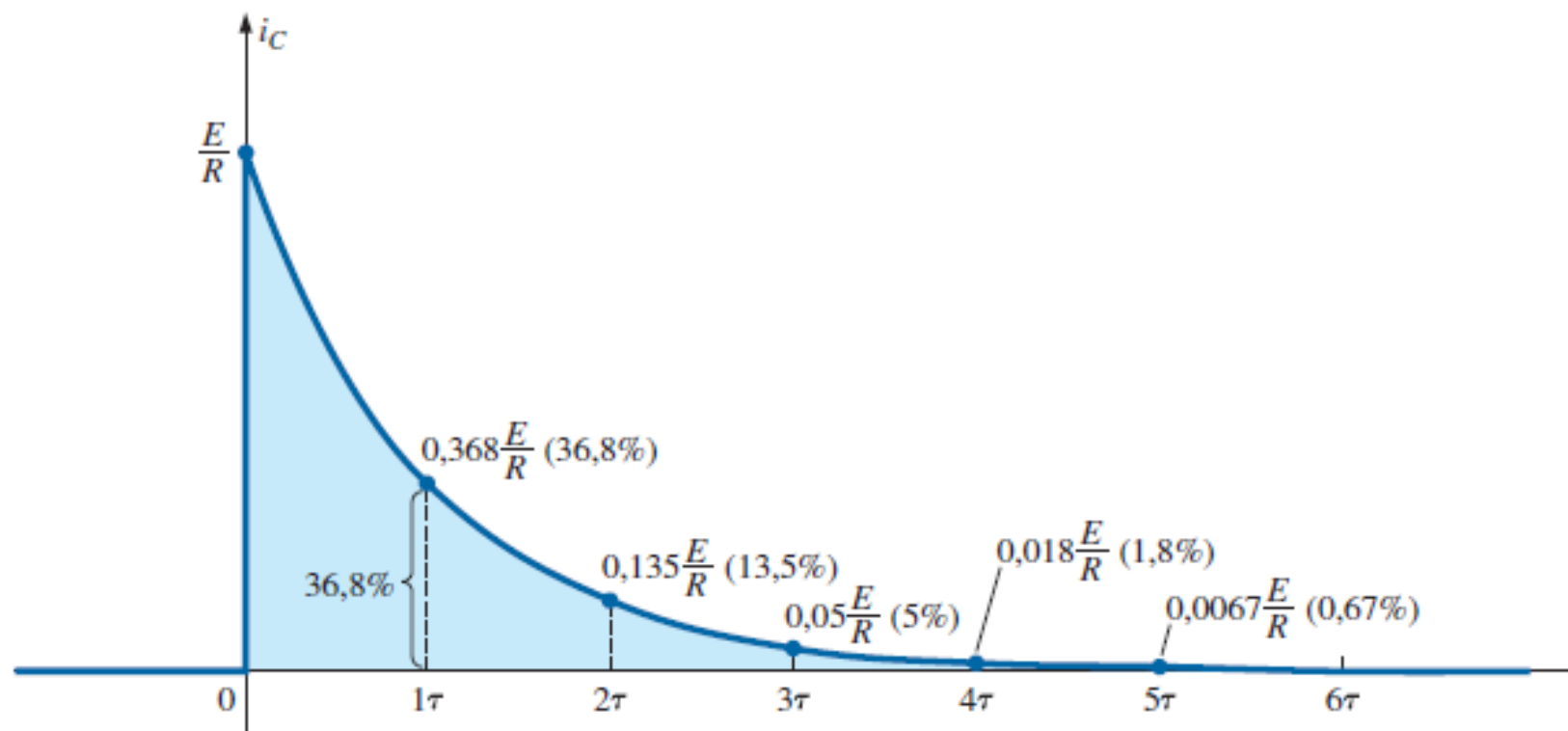
Circuitos com Capacitores

De forma gráfica, a evolução temporal da tensão do capacitor:



Circuitos com Capacitores

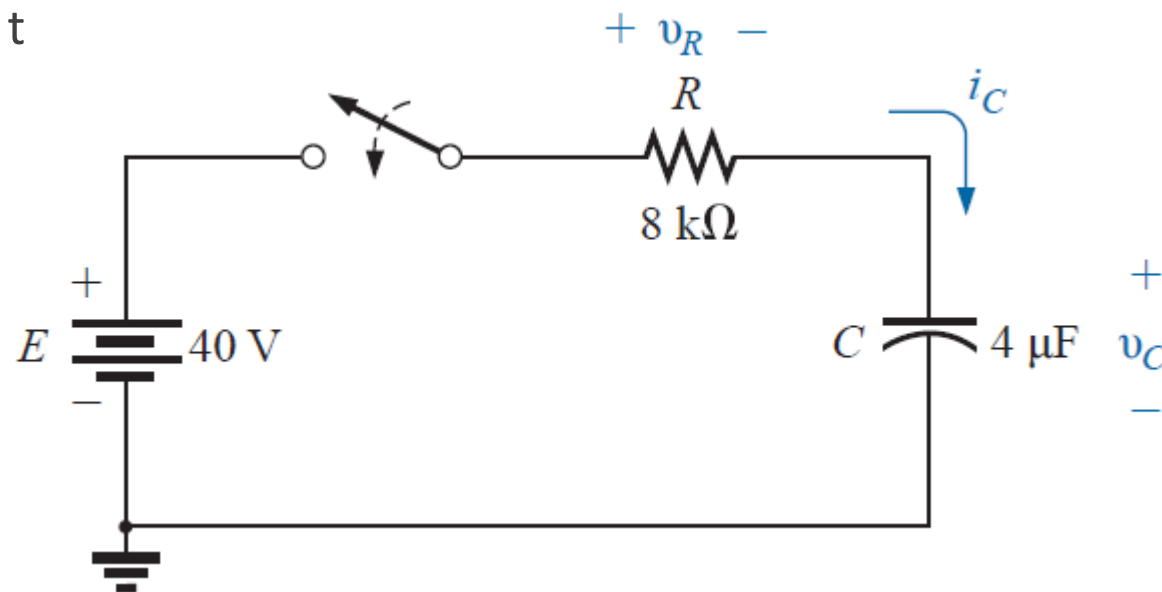
A evolução temporal da corrente do capacitor:



Circuitos com Capacitores

Exemplo: Considerando o circuito da figura abaixo:

- a) Calcule a expressão matemática da tensão do capacitor
- b) Faça o gráfico $V_C(t)$ em função de τ e de t
- c) Calcule a tensão V_C em $t = 20 \text{ ms}$?



Circuitos com Capacitores

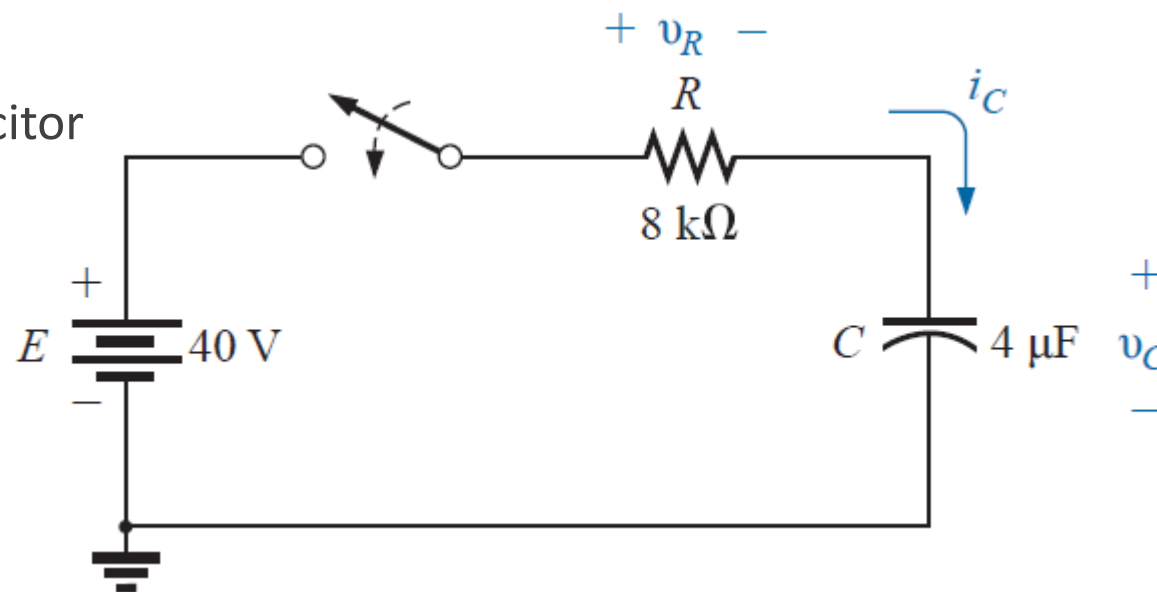
Exemplo: Considerando o circuito da figura abaixo:

A constante de tempo do circuito é:

$$\tau = RC = 8k \cdot 4\mu = 32 \text{ ms}$$

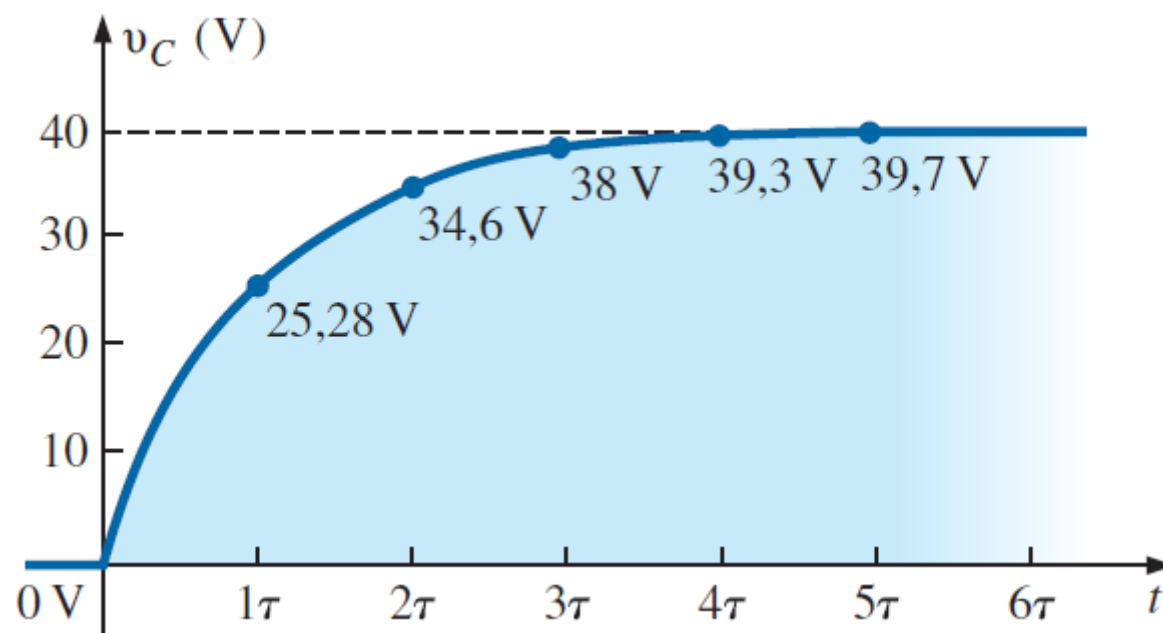
Substituindo na equação de carga do capacitor

$$V_C(t) = 40(1 - e^{-t/32\text{ms}})$$



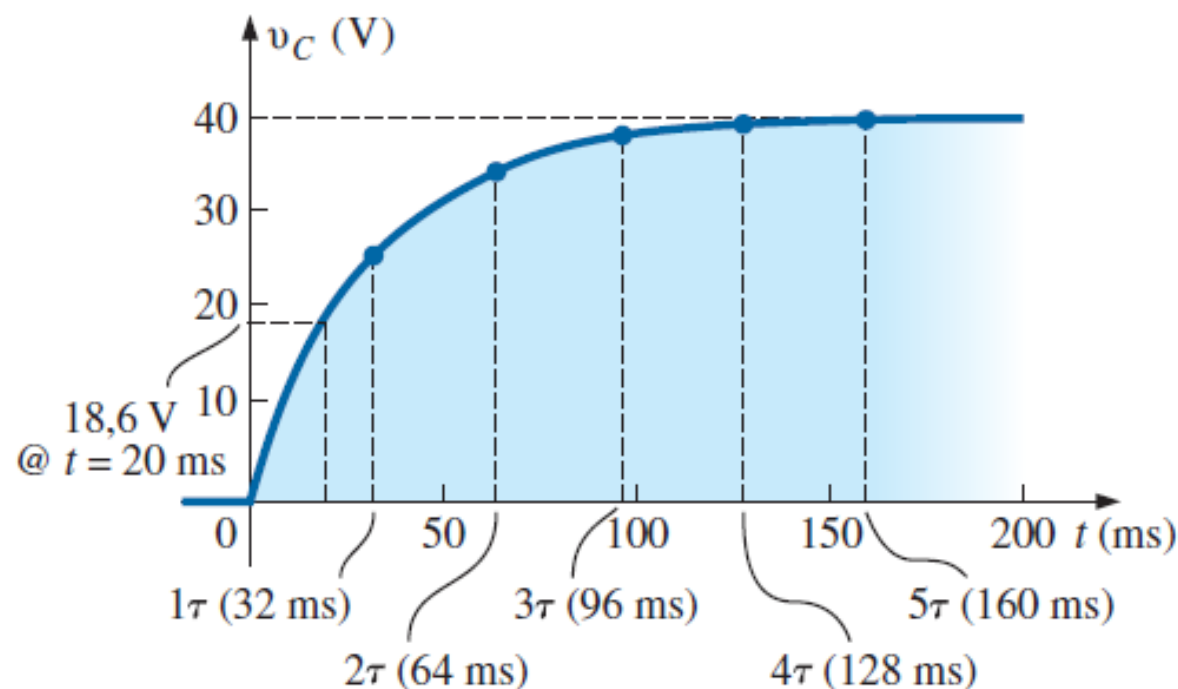
Circuitos com Capacitores

Substituindo valores de tempo iguais a números inteiros de τ :



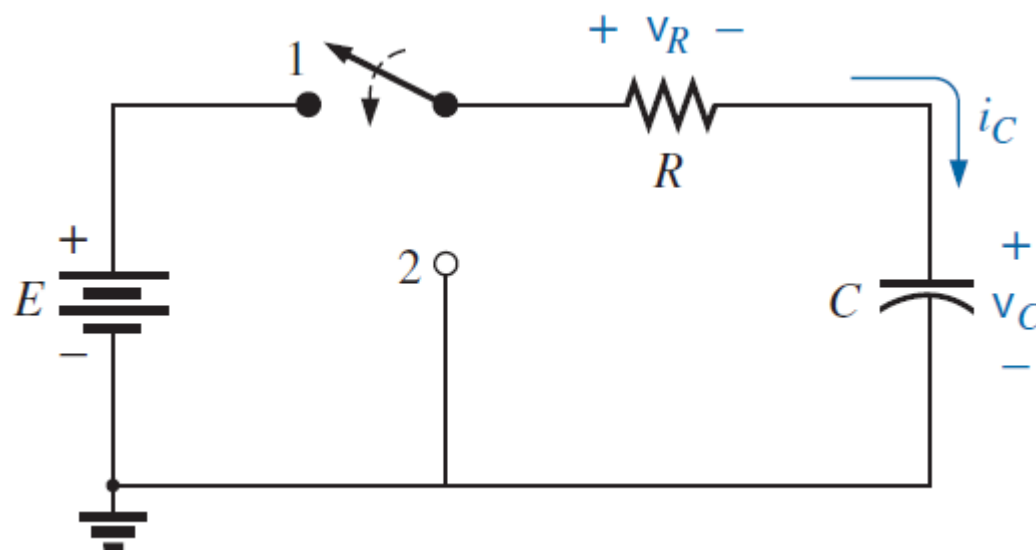
Circuitos com Capacitores

Substituindo valores de tempo iguais a números inteiros de τ em segundos:



Circuitos com Capacitores

Para a descarga do capacitor é preciso desconectar a fonte E do circuito.



Circuitos com Capacitores

Para a descarga do capacitor, a equação que rege o circuito é:

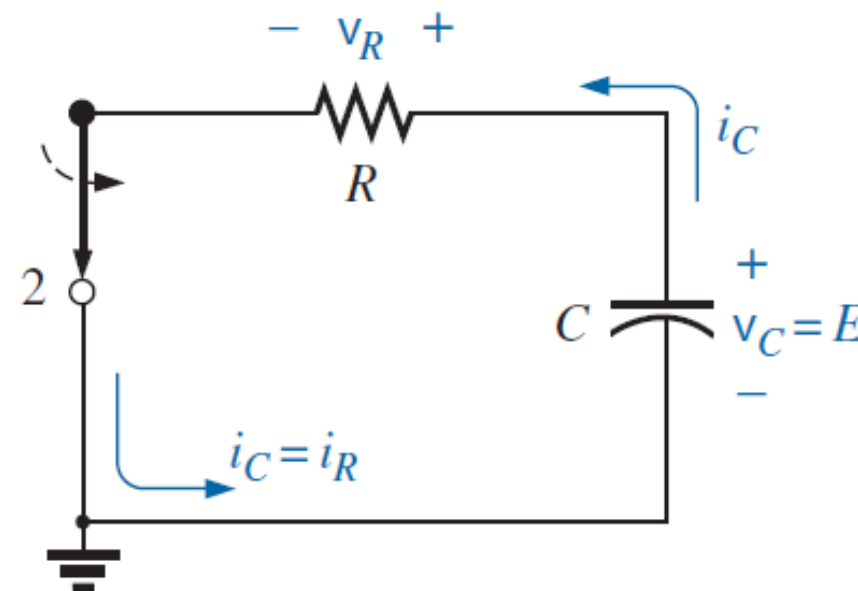
$$V_R = V_C(t)$$

$$R I_C = V_C(t)$$

$$RC \, dV_C(t)/dt - V_C(t) = 0$$

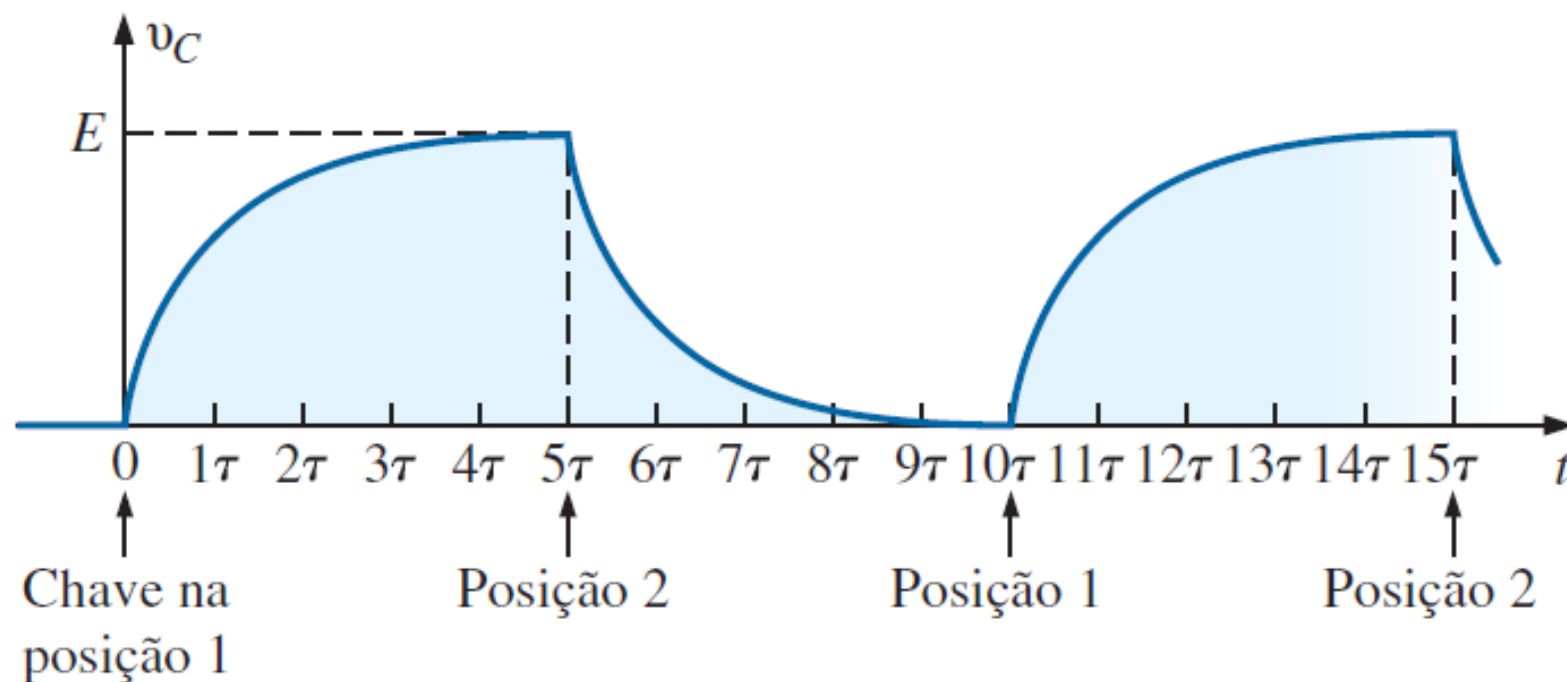
A resolução da equação diferencial é:

$$V_C(t) = E e^{-t/\tau}, \text{ com } \tau = RC$$



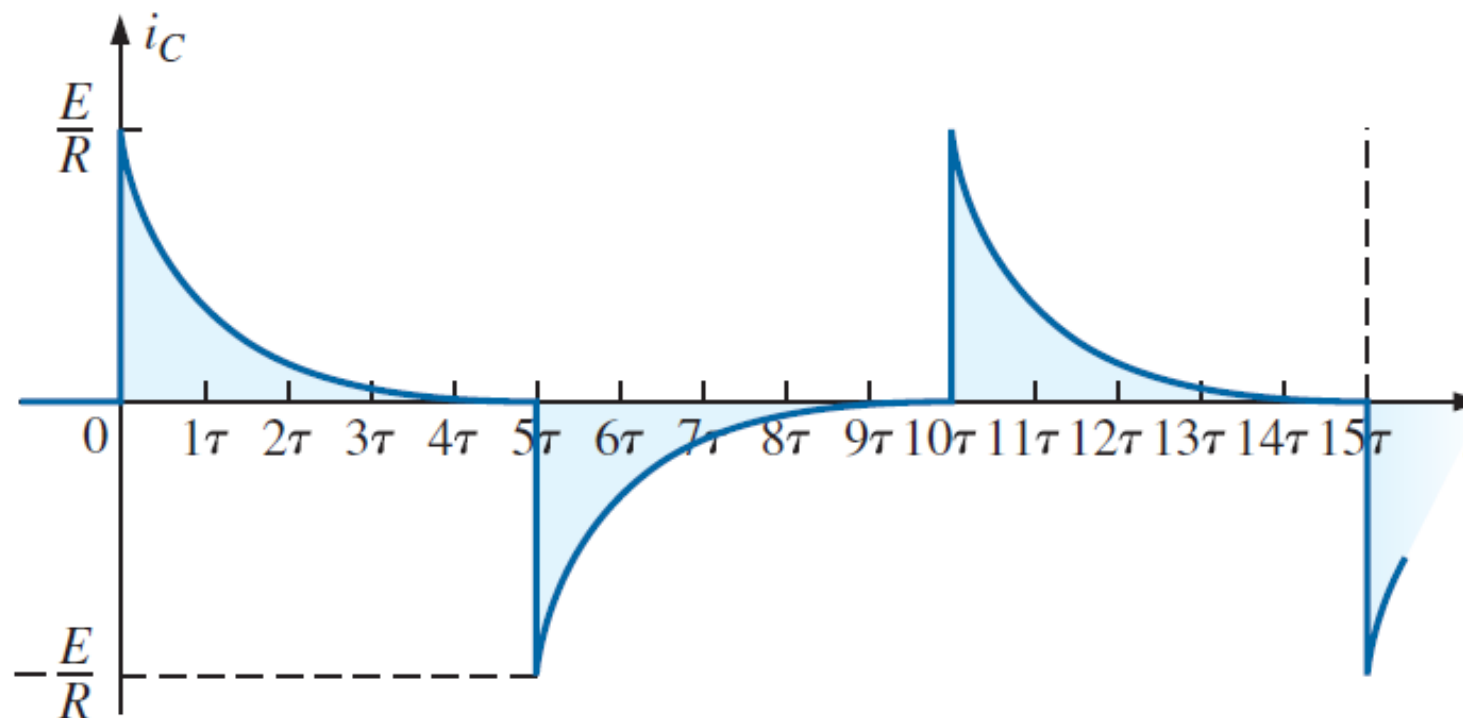
Circuitos com Capacitores

De forma gráfica, a evolução temporal da tensão do capacitor:



Circuitos com Capacitores

A evolução temporal da corrente do capacitor:

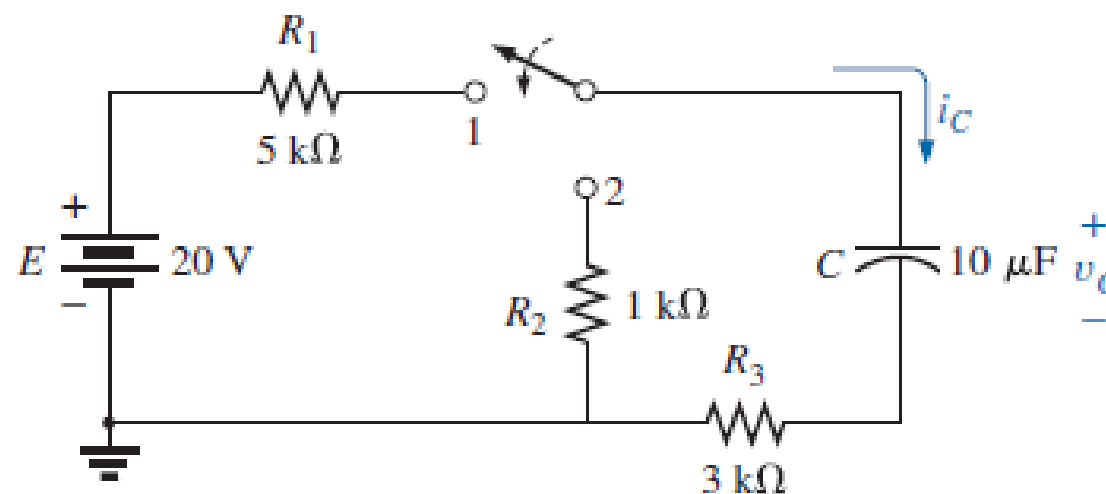


Circuitos com Capacitores

Exercício: Considerando o circuito da figura abaixo:

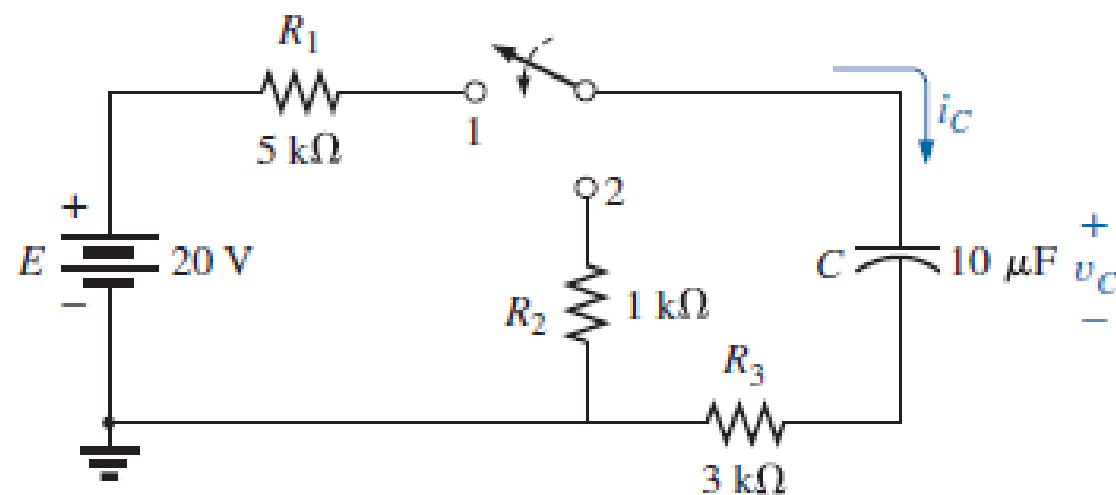
a) Calcule a expressão matemática da tensão do capacitor ($t = 0$) tanto para a carga quanto para a descarga ($t = 1\tau$)

b) Represente graficamente a forma de onda resultante V_C se a chave muda de posição em $t = 1\tau$



Circuitos com Capacitores

Exercício:



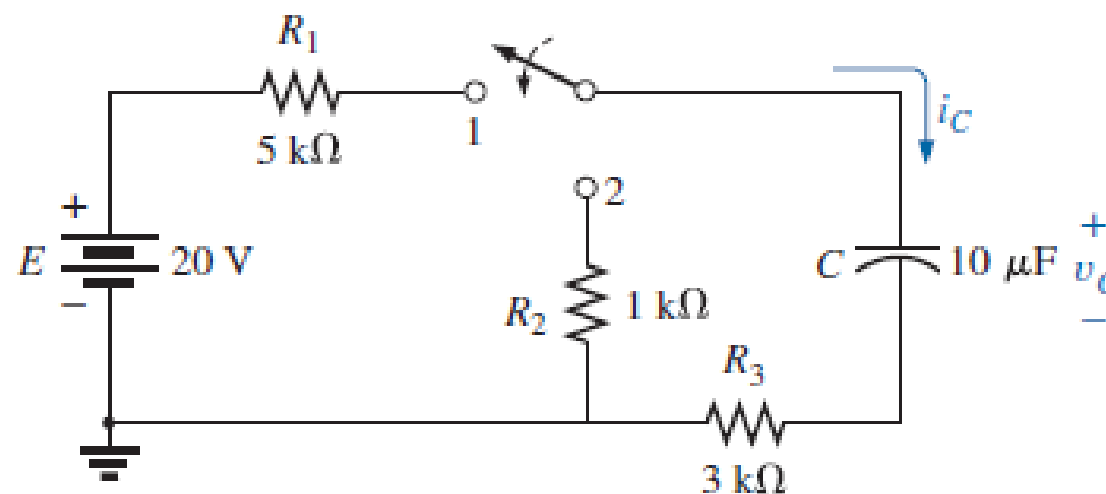
Circuitos com Capacitores

Exercício: Considerando o circuito da figura abaixo:

A constante de tempo para a carga do capacitor é calculada como:

$$\tau = RC = 8k \cdot 10\mu = 80ms$$

$$V_C(t) = 20(1 - e^{-t/80m})$$



Circuitos com Capacitores

Exercício: Considerando o circuito da figura abaixo:

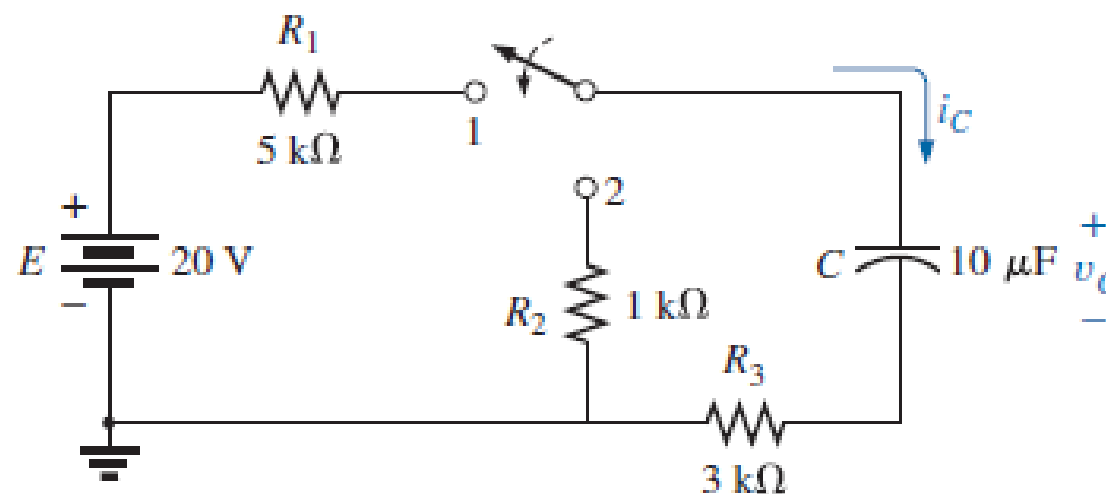
No tempo t igual a τ , a tensão no capacitor é:

$$V_C(80\text{m}) = 20(1 - e^{-80\text{m}/80\text{m}}) = 12,64\text{ V}$$

A constante de tempo para a descarga do capacitor é calculada como:

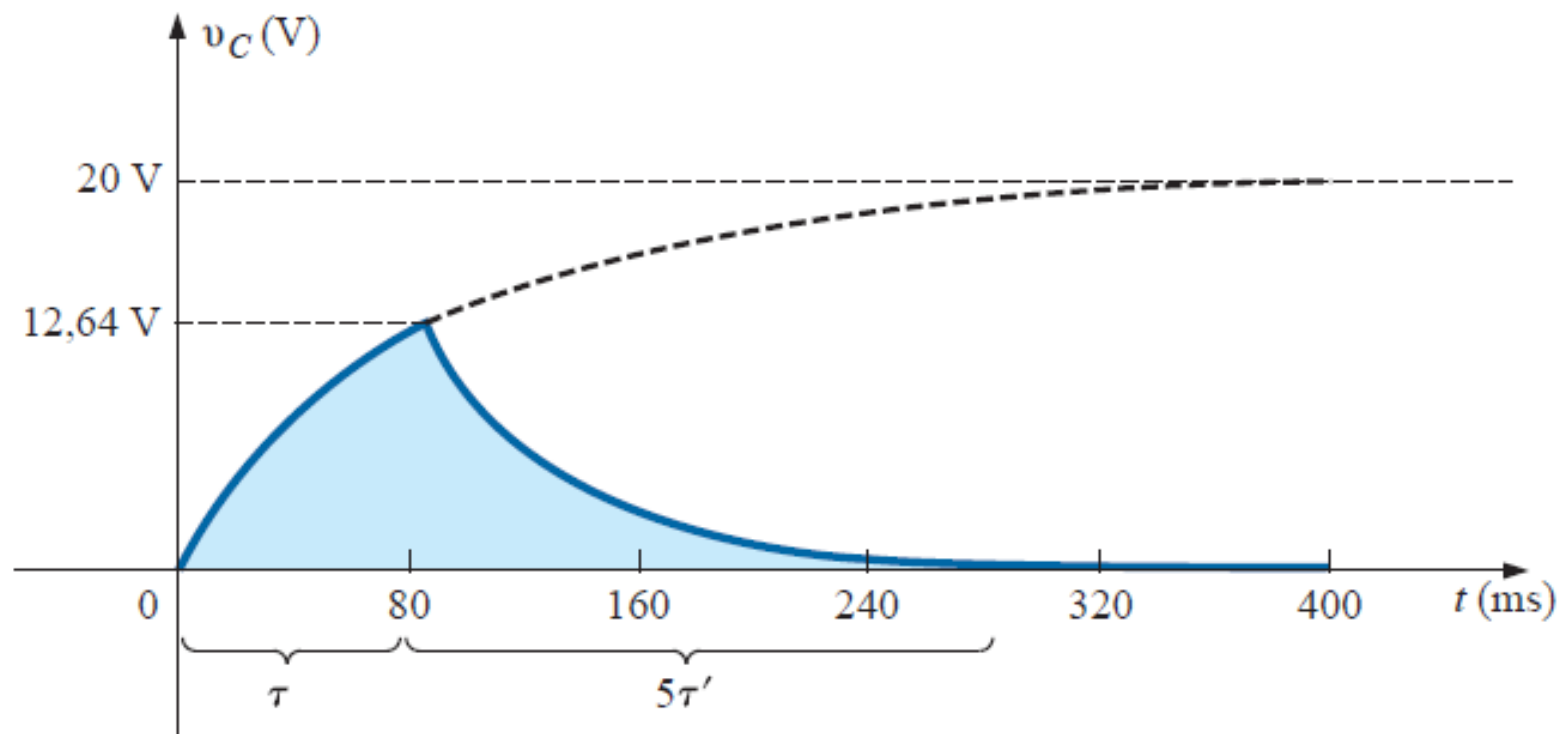
$$\tau = RC = 4\text{k} \cdot 10\mu = 40\text{ms}$$

$$V_C(t) = 12,64 e^{-t/40\text{m}}$$



Circuitos com Capacitores

Exercício: Considerando o circuito da figura abaixo:

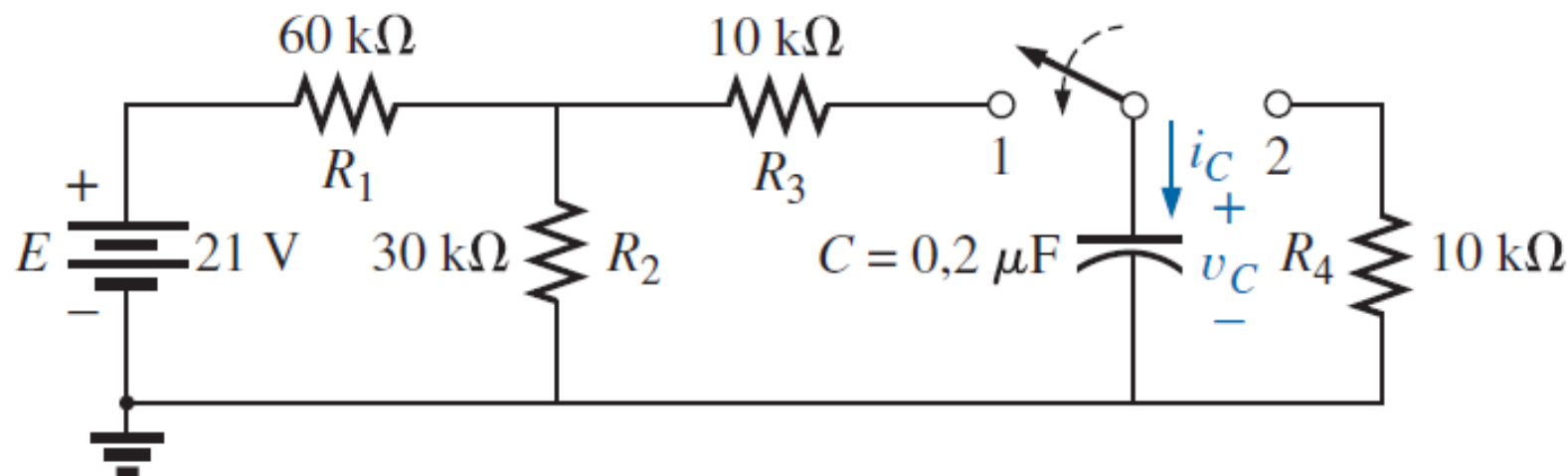


Capacitores Equivalente de Thevenin com Capacitores

Equivalente de Thevenin com Capacitores

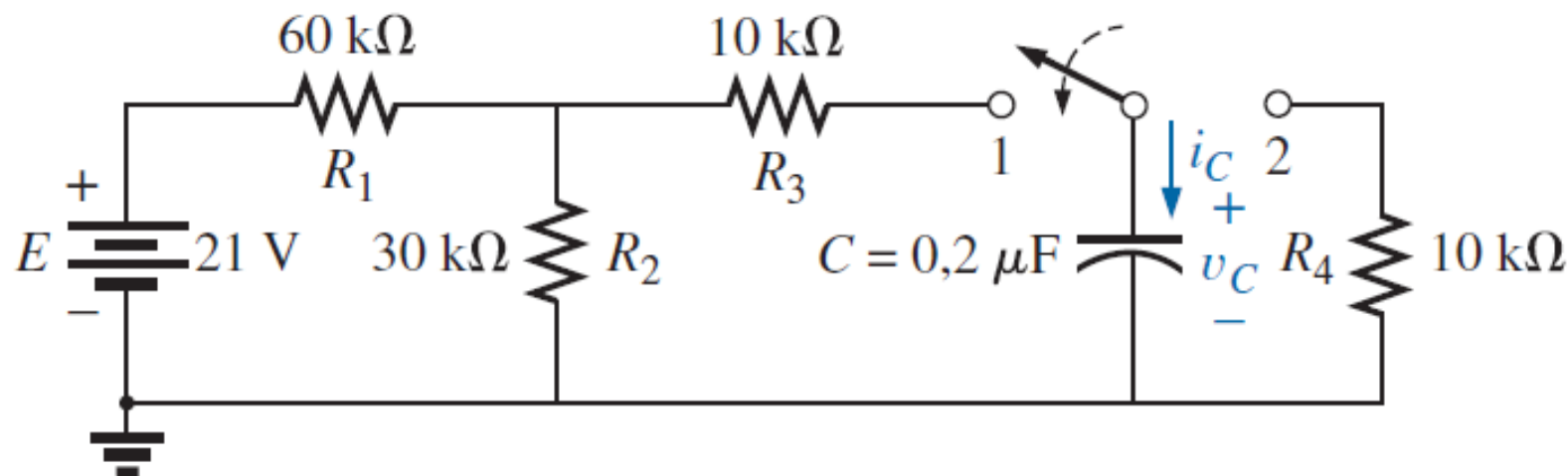
Quando o circuito com capacitores é analisado, pode ser preciso reduzir o circuito para que ele se encaixe na equação de carga e descarga vista anteriormente

Para tal, faz-se uso do equivalente de Thevenin visto pelos terminais do capacitor:

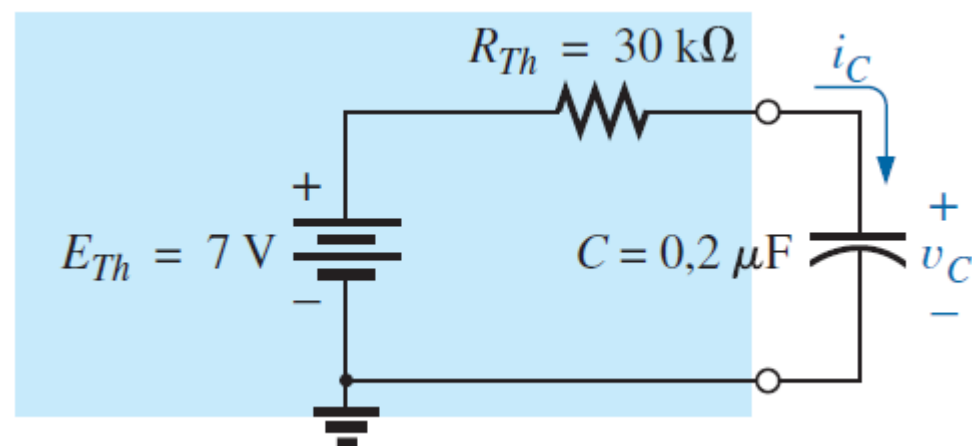
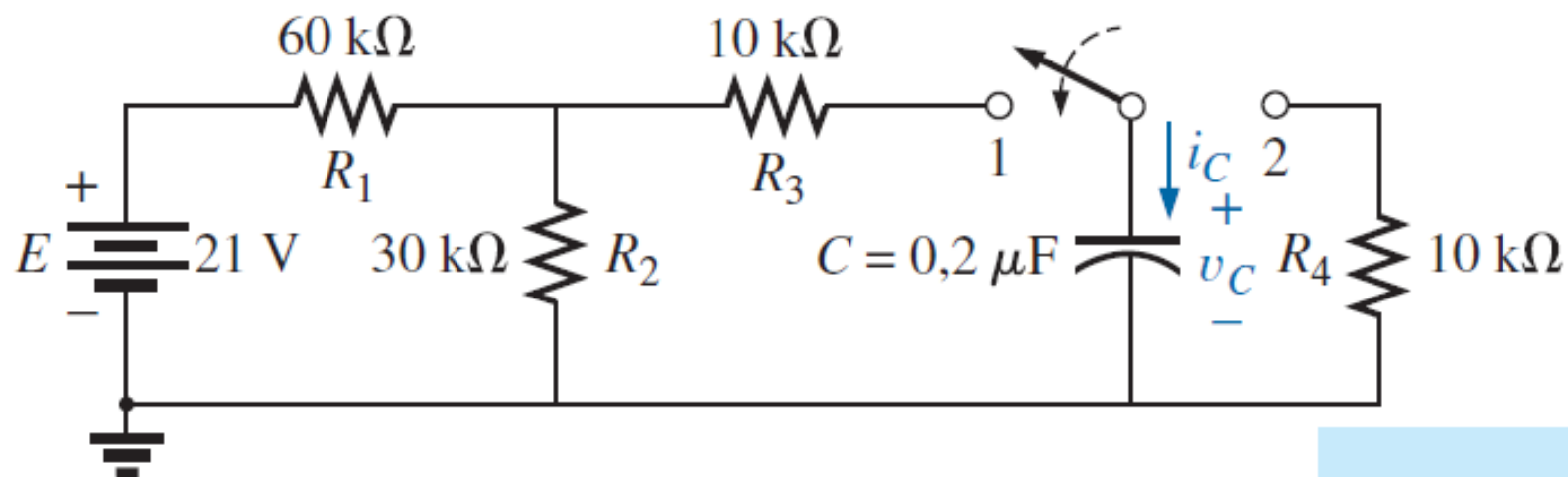


Equivalente de Thevenin com Capacitores

Exercício: Determinar o equivalente de Thevenin do circuito abaixo

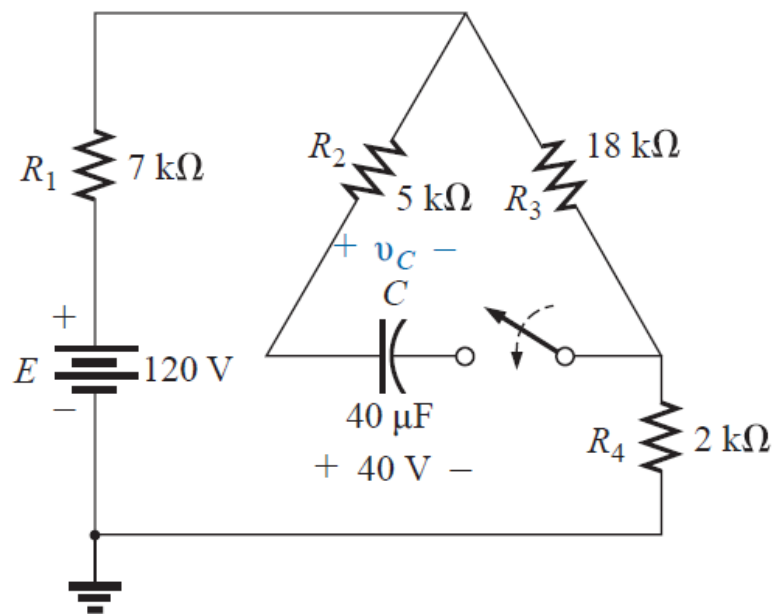


Equivalente de Thevenin com Capacitores



Equivalente de Thevenin com Capacitores

Exercício: O capacitor visto na figura abaixo é carregado inicialmente a 40 V. Determine a expressão matemática para V_C em função do tempo após o fechamento da chave. Desenhe o gráfico da forma de onda de V_C .



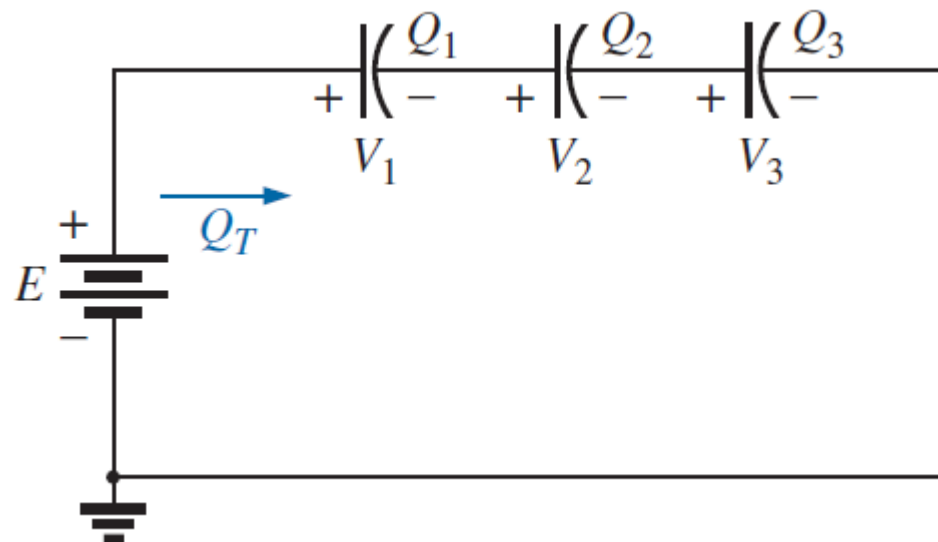
Capacitores

Associação de Capacitores

Associação de Capacitores

Na conexão de capacitores em série, a carga é a mesma em todos os capacitores. Logo:

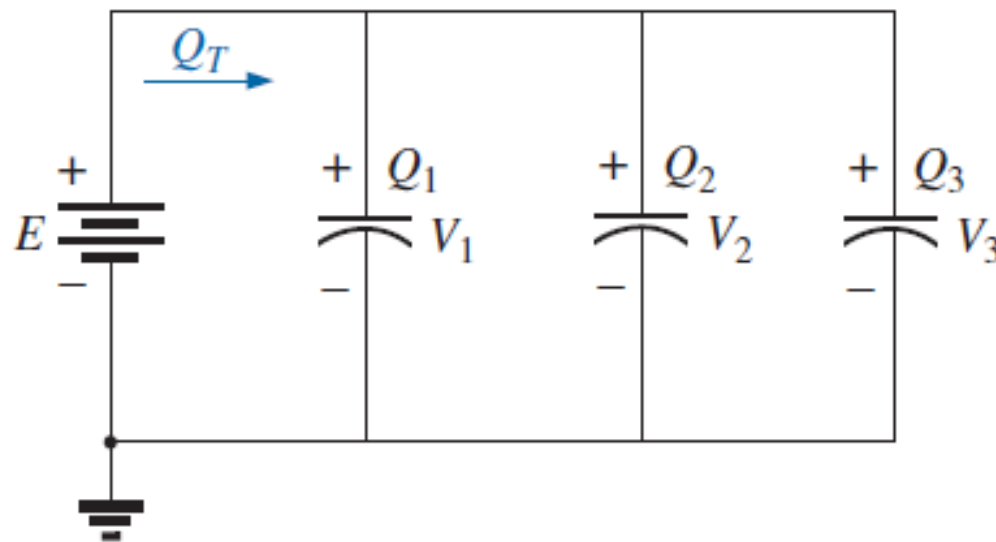
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



Associação de Capacitores

Na conexão de capacitores em paralelo, a tensão é a mesma em todos os capacitores. Logo:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

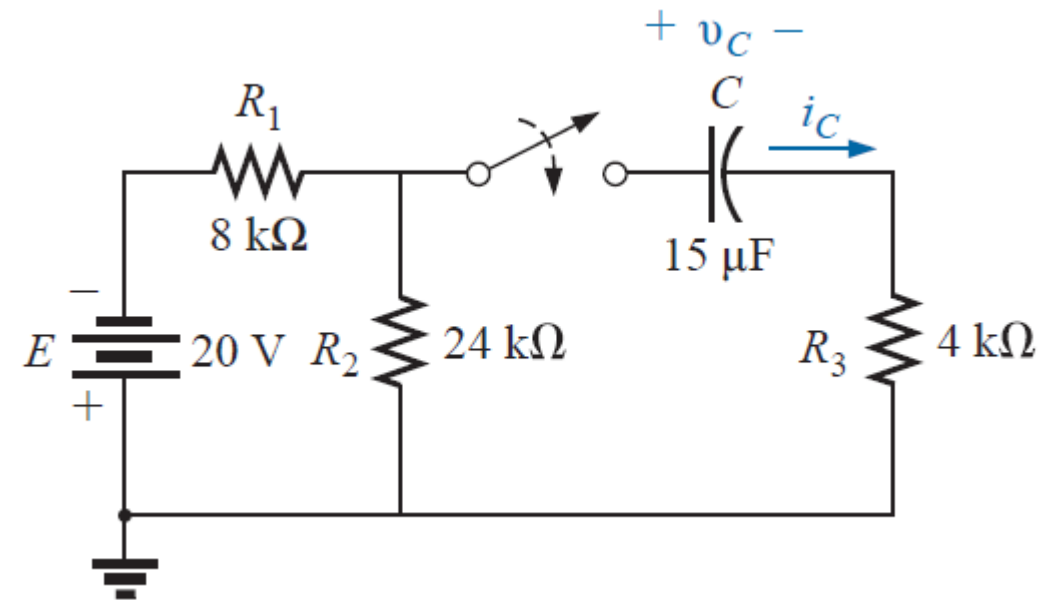


Exercícios

Exercício para realizar em casa:

Para o circuito abaixo:

- a) Determine as expressões matemáticas para o comportamento de V_C e I_C depois do fechamento da chave
- b) Trace as formas de onda de V_C e I_C .



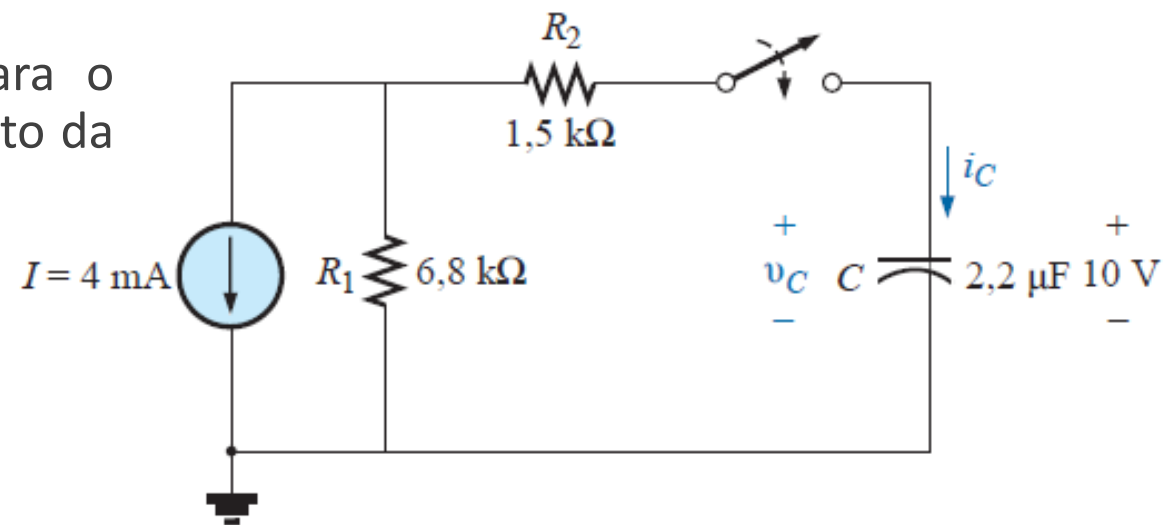
Exercícios

Exercício para realizar em casa:

Para o circuito abaixo:

a) Determine as expressões matemáticas para o comportamento de V_C e I_C depois do fechamento da chave

b) Trace as formas de onda de V_C e I_C .



Bibliografia

BOYLESTAD, R. L. Introdução à Análise de Circuitos. Prentice-Hall. São Paulo, 2004.

BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos. 6ª edição, Prentice Hall do Brasil, 1998.

CIPELLI, Antonio Marco Vicari; MARKUS, Otavio; SANDRINI, Waldir João. Teoria e desenvolvimento de projetos de circuitos eletrônicos. 18 ed. São Paulo: Livros Erica, 2001. 445 p. ISBN 8571947597.