
First-Order Circuits

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

<https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag>

<https://si-manual.com>



Content

- 7.1 Introduction
- 7.2 The Source-Free RC Circuit
- 7.3 The Source-Free RL Circuit
- 7.4 Singularity Functions
- 7.5 Step Response of an RC Circuit
- 7.6 Step Response of an RL Circuit
- 7.7 †First-Order Op Amp Circuits

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

<https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag>

<https://si-manual.com>

7.1 Introduction

A **first-order** circuit is characterized by a first-order differential equation.

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

<https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag>

<https://si-manual.com>

7.2 The Source-Free RC Circuit

$$\tau = RC$$
$$v(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

خطوات حل مسألة ال RC circuit

▪ عند $t < 0$

- اوجد قيمة $v(0)$
- اجعل ال capacitor \rightarrow open circuit

▪ عند $t > 0$

- اوجد قيمة R_{eq}
- اجعل أي voltage source \rightarrow short circuit
- اجعل أي current source \rightarrow open circuit

- احسب قيمة ال $\tau = R_{eq}C$

- احسب ال $v(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

7.3 The Source-Free RL Circuit

$$\tau = \frac{L}{R}$$
$$i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$$

خطوات حل مسألة ال *RL circuit*

▪ عند $t < 0$

- اوجد قيمة $i(0)$
- اجعل ال inductor \rightarrow short circuit

▪ عند $t > 0$

- اوجد قيمة R_{eq}
- اجعل أي voltage source \rightarrow short circuit
- اجعل أي current source \rightarrow open circuit

- احسب قيمة ال $\tau = \frac{L}{R_{eq}}$

- احسب ال $v(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

7.4 Singularity Functions

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

<https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag>

<https://si-manual.com>

7.5 Step Response of an RC Circuit

The **step response** of a circuit is its behavior when the excitation is the step function, which may be a voltage or a current source.

$$v(t) = v(\infty) + [v(0) - v(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

خطوات حل مسألة ال step response RC circuit

▪ عند $t < 0$

- اوجد قيمة $v(0)$
- اجعل ال capacitor -> open circuit

▪ عند $t > 0$

- اوجد قيمة $v(\infty)$
- اجعل ال capacitor -> open circuit

• اوجد قيمة R_{eq}

- اجعل أي voltage source → short circuit
- اجعل أي current source → open circuit

• احسب قيمة ال $\tau = R_{eq}C$

• احسب ال $v(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

<https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag>

<https://si-manual.com>

7.6 Step Response of an RL Circuit

$$i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$$

خطوات حل مسألة ال *step response RC circuit*

▪ عند $t < 0$

- اوجد قيمة $i(0)$
- اجعل ال inductor -> short circuit

▪ عند $t > 0$

- اوجد قيمة $i(\infty)$
- اجعل ال inductor -> short circuit

- اوجد قيمة R_{eq}
- اجعل أي voltage source \rightarrow short circuit
- اجعل أي current source \rightarrow open circuit

- احسب قيمة ال $\tau = \frac{L}{R_{eq}}$

- احسب ال $i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$

7.7 †First-Order Op Amp Circuits

By Eng. Emad Mahdy

WhatsApp: +201100184676

<https://www.youtube.com/channel/UC2VtseEd46wuDfmDXhfB9Ag>

<https://si-manual.com>

Chapter summary

First order circuits

بدون مصدر جهد Source-Free		بمصدر جهد Step Response	
RC circuit	RL circuit	RC circuit	RL circuit
$\tau = RC$ $v(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$	$\tau = \frac{L}{R}$ $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$	$\tau = RC$ $v(t) = v(\infty) + [v(0) - v(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$	$\tau = \frac{L}{R}$ $i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$
<p>خطوات حل مسألة ال RC circuit</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ عند $t < 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة $v(0)$ - اجعل ال capacitor → open circuit ▪ عند $t > 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة R_{eq} - اجعل أي voltage source → short circuit - اجعل أي current source → open circuit • احسب قيمة ال $\tau = R_{eq}C$ • احسب ال $v(t) = V_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ 	<p>خطوات حل مسألة ال RL circuit</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ عند $t < 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة $i(0)$ - اجعل ال inductor → short circuit ▪ عند $t > 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة R_{eq} - اجعل أي voltage source → short circuit - اجعل أي current source → open circuit • احسب قيمة ال $\tau = \frac{L}{R_{eq}}$ • احسب ال $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ 	<p>خطوات حل مسألة ال step response RC circuit</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ عند $t < 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة $v(0)$ - اجعل ال capacitor → open circuit ▪ عند $t > 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة $v(\infty)$ - اجعل ال capacitor → open circuit • اوجد قيمة R_{eq} - اجعل أي voltage source → short circuit - اجعل أي current source → open circuit • احسب قيمة ال $\tau = R_{eq}C$ • احسب ال $v(t) = v(\infty) + [v(0) - v(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$ 	<p>خطوات حل مسألة ال step response RL circuit</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ عند $t < 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة $i(0)$ - اجعل ال inductor → short circuit ▪ عند $t > 0$ <ul style="list-style-type: none"> • اوجد قيمة $i(\infty)$ - اجعل ال inductor → short circuit • اوجد قيمة R_{eq} - اجعل أي voltage source → short circuit - اجعل أي current source → open circuit • احسب قيمة ال $\tau = \frac{L}{R_{eq}}$ • احسب ال $i(t) = i(\infty) + [i(0) - i(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}}$