

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

Electrical Engineering 1

12026105

Chapter 1

Basic Concepts

$$\frac{df}{dt} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(t+h) - f(t)}{h}$$

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

$$-E + V = 2$$

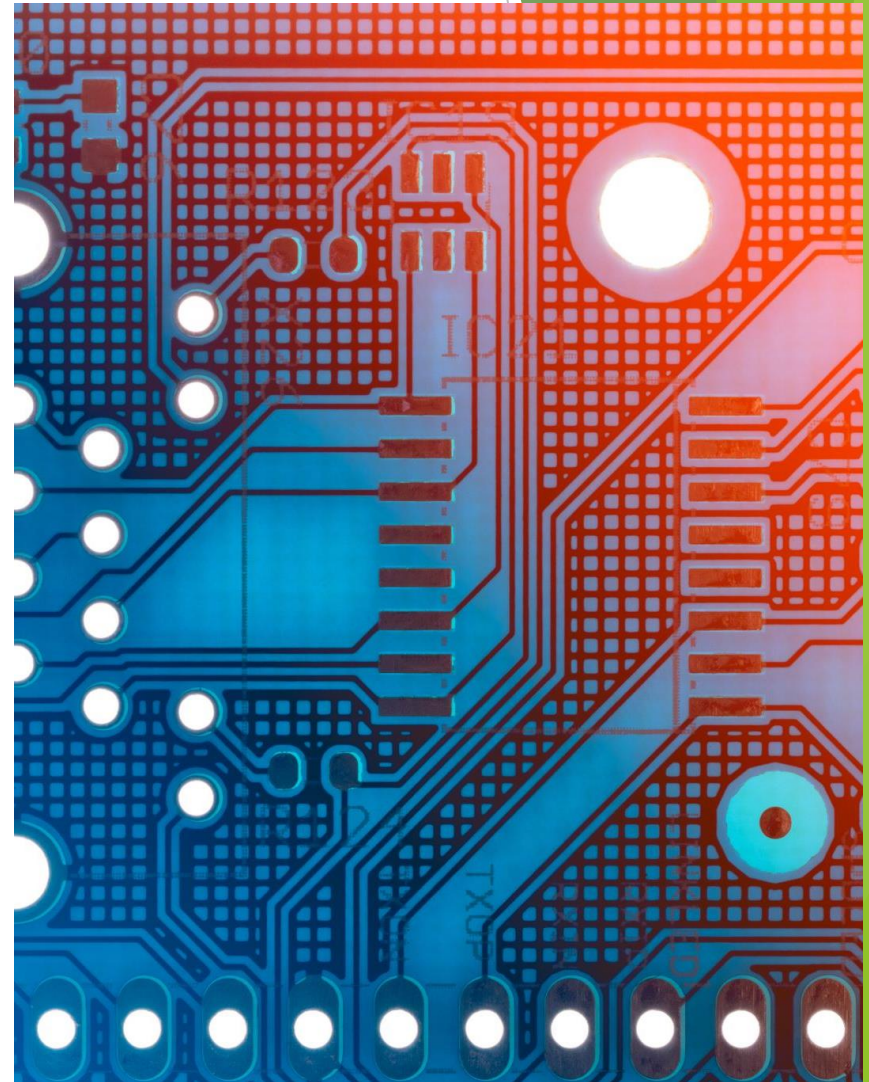
$$E = mc^2$$

$$e^{\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$$\delta \geq 0$$

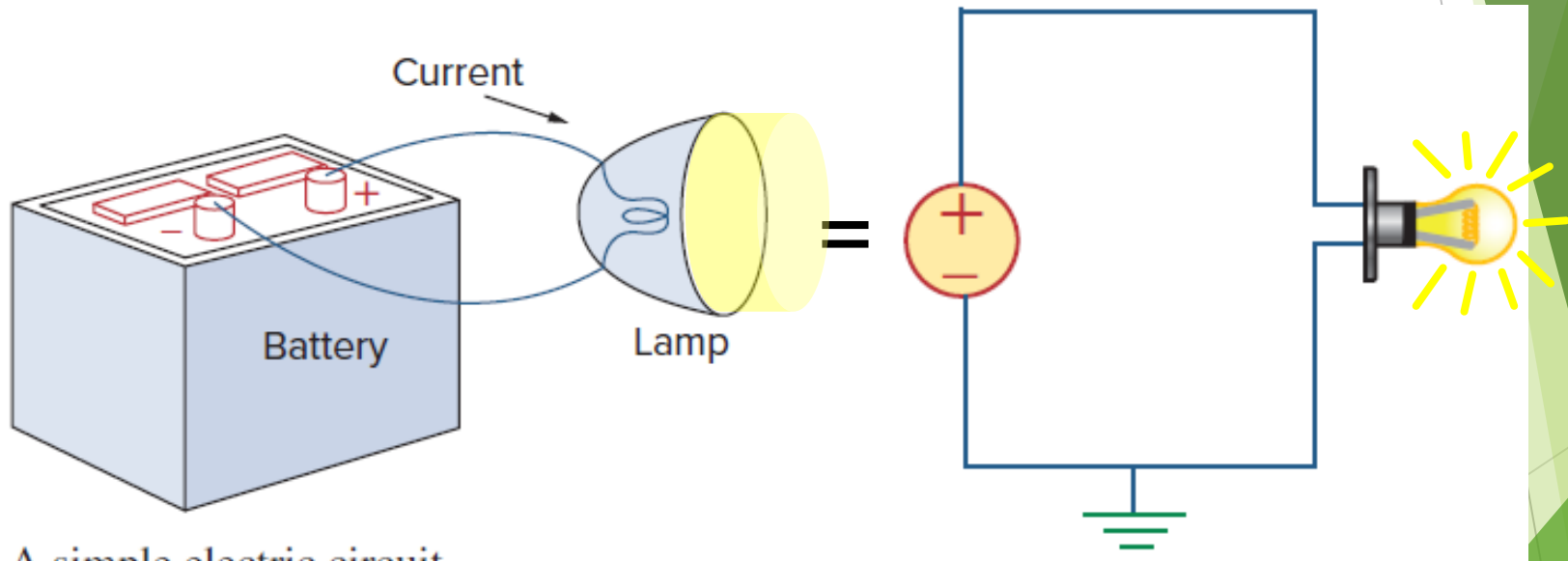
Basic Concepts- Chapter 1

- Introduction
- Systems of Units
- Charge and Current
- Voltage
- Power and Energy
- Circuit Elements
- Applications



1.1 Introduction

An electric circuit is an interconnection of electrical elements.



A simple electric circuit.

1.2 System of Units (1)

Quantity	Basic unit	Symbol
Length	meter	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Thermodynamic temperature	kelvin	K
Luminous intensity	candela	cd

1.2 System of Units (2)

The SI prefixes.

Multiplier	Prefix	Symbol
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10	deka	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a

1.3 Current (1)

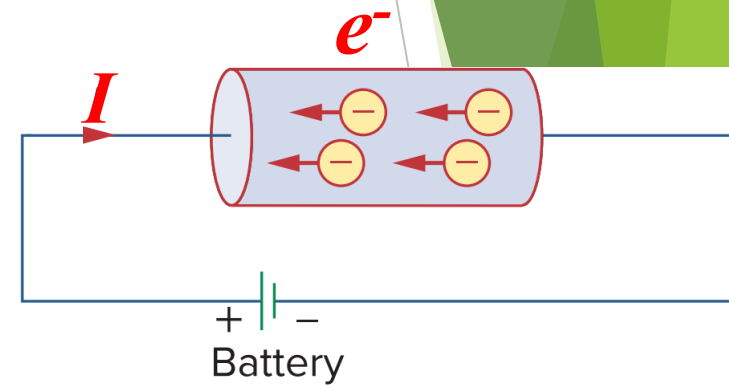
- ▶ Charge is an electrical property of the atomic particles of which matter consists, measured in coulombs (C). ประจุ คือ คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอนุภาคอะตอมที่ประกอบเป็นสสาร มีหน่วยเป็นคูลอมบ์
- ▶ The electronic charge e on one electron is negative and equal to 1.602×10^{-19} C. The charges that occur in nature are integral multiples of the electronic charge.

ประจุอิเล็กตรอนิกส์ e ของอิเล็กตรอน 1 ตัวมีค่า ประจุ -1.602×10^{-19} คูลอมบ์ ประจุที่เกิดขึ้นในธรรมชาติเกิดจากประจุอิเล็กตรอนิกส์หลายๆตัวรวมกัน

1.3 Current (2)

- ❑ According to experimental observations, the only charges that occur in nature are integral multiples of the electronic charge $e^- = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$.
- ❑ The coulomb is a large unit for charges. In 1 C of charge, there are $1/e^- = 6.24 \times 10^{18}$ electrons.
- ❑ The law of conservation of charge states that charge can neither be created nor destroyed, only transferred. Thus, the algebraic sum of the electric charges in a system does not change.

กฎการอนุรักษ์ประจุกล่าวว่า ประจุไม่สามารถถูกสร้างขึ้นหรือทำลายได้ แต่สามารถถ่ายโอนได้เท่านั้น ดังนั้น ผลรวมเชิงพีชคณิตของประจุไฟฟ้าในระบบจะไม่เปลี่ยนแปลง



Electric current due to flow of electronic charge in a conductor.

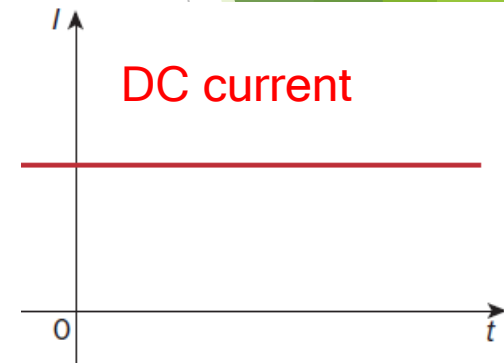
1.3 Current (3)



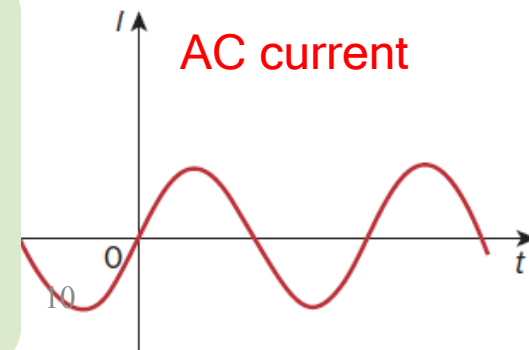
Current $i = \frac{dq}{dt}$ (อัตราการเปลี่ยนแปลงประจุไฟฟ้าเทียบกับเวลา). The unit of ampere can be derived as $1\text{A} = 1\text{C/s}$



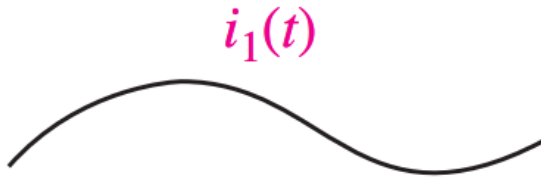
A direct current (DC) is a current that remains constant with time.



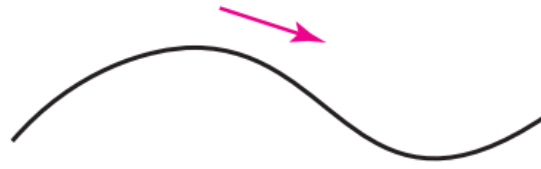
An alternating current (AC) is a current that changes direction with respect to time.



1.3 Current (4)



(a)



(b)

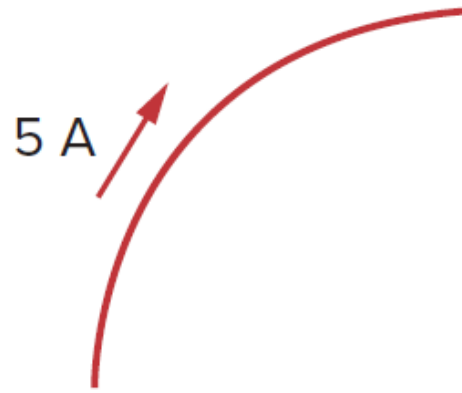
(c)

(a, b) Incomplete, improper, and incorrect definitions of a current.

(c) The correct definition of $i_1(t)$.

1.3 Current (5)

- ▶ A current of -5 A flowing as shown in Fig.(b) is the same as a current of $+5\text{ A}$ flowing in the opposite direction as shown in Fig.(a).



(a)



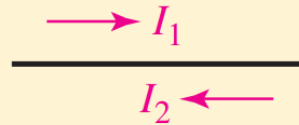
(b)

Conventional current flow: (a) positive current flow, (b) negative current flow.

1.3 Current (6)

PRACTICE

In the wire of Fig. 2.7, electrons are moving *left to right* to create a current of 1 mA. Determine I_1 and I_2 .



■ FIGURE 2.7

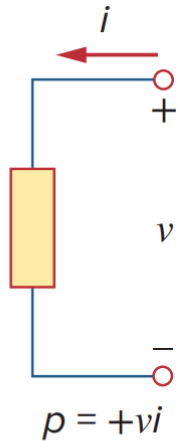
1.3 Current (7)

► Ex.1 A conductor has a constant current of 5 A. How many electrons pass a fixed point on the conductor in one second?

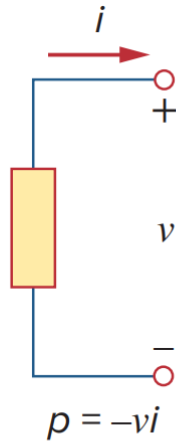
1.4 Voltage (1)

- ▶ Voltage (or potential difference) is the energy required to move a unit charge through an element, measured in volts (v , V).
- ▶ Mathematically, $v_{ab} = \frac{dw}{dq}$ (Volt)
 - ▶ w is energy in joules (J) and q is charge in coulomb (C).
- ▶ Electric voltage, v_{ab} , is always across the circuit element or between two points in a circuit.
 - ▶ $v_{ab} > 0$ means the potential of a is higher than potential of b.
 - ▶ $v_{ab} < 0$ means the potential of a is lower than potential of b.

1.5 Power and Energy (1)



(a)



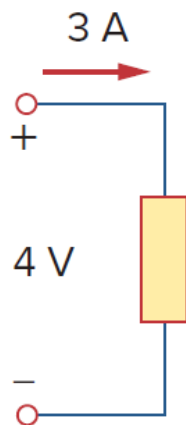
(b)

Reference polarities for power using the passive sign convention: (a) absorbing power, (b) supplying power.

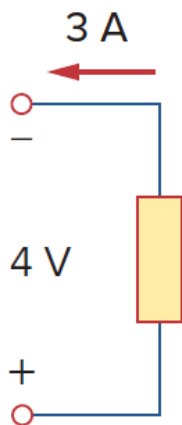
- Power is the time rate of expending or absorbing energy ($\frac{dw}{dt}$), measured in Watts.

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = v \cdot i$$

1.5 Power and Energy (2)

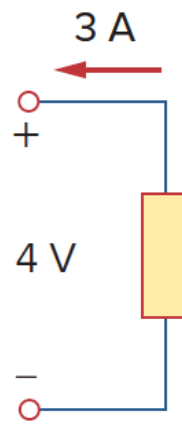


(a)

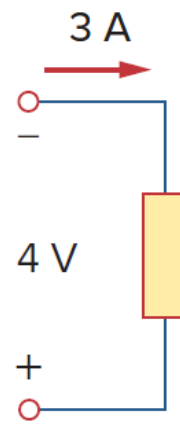


(b)

Two cases of an element with an absorbing power of 12 W: (a) $p = 4 \times 3 = 12$ W, (b) $p = 4 \times 3 = 12$ W.



(a)



(b)

Two cases of an element with a supplying power of 12 W: (a) $p = -4 \times 3 = -12$ W, (b) $p = -4 \times 3 = -12$ W.

1.5 Power and Energy (3)

- ▶ The law of conservation of energy (the algebraic sum of power in a circuit, at any instant of time, must be zero)

$$\sum p = 0$$

- ▶ Energy is the capacity to do work, measured in joules (J).

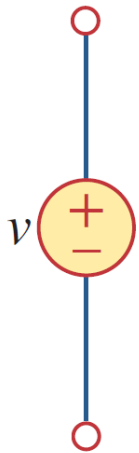
$$w = \int_{t_0}^t p dt = \int_{t_0}^t VI dt$$

- ▶ The electric power utility companies measure energy in Watt-hours (Wh), where 1 Wh = 3,600 J

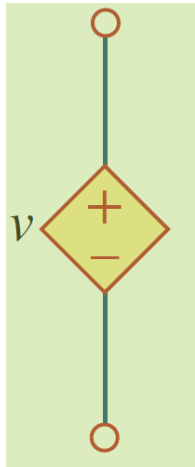
1.6 Circuit Elements (1)

- 1. A voltage-controlled voltage source (VCVS).
- 2. A current-controlled voltage source (CCVS).
- 3. A voltage-controlled current source (VCCS).
- 4. A current-controlled current source (CCCS).

Active elements



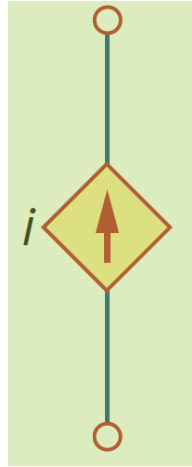
a



b



c



d

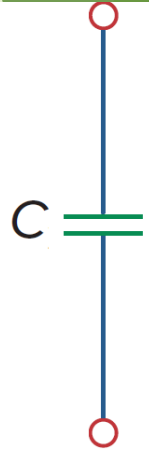
Passive elements



e



f

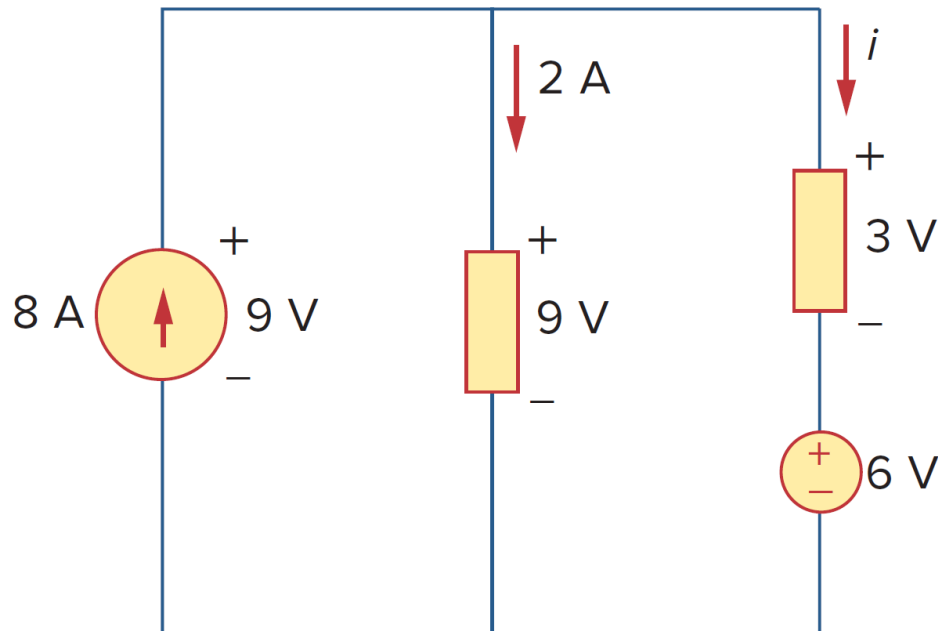


g

- A dependent source (b)(d) is an active element in which the source quantity is controlled by another voltage or current.
- They have four different types: VCVS, CCVS, VCCS, CCCS. Keep in mind the signs of dependent sources.

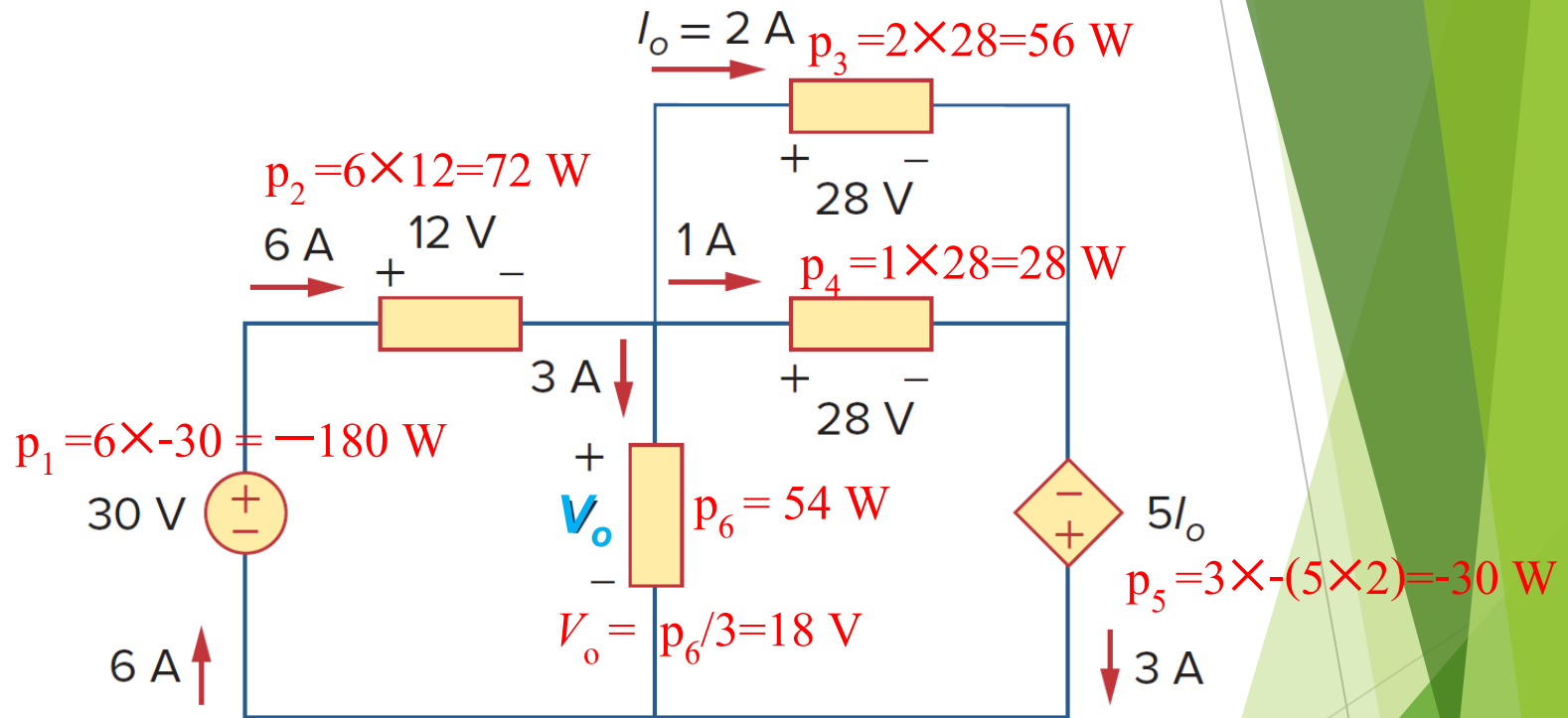
1.6 Circuit Elements (2)

- Ex.2 Find i and the power absorbed by each element in the network



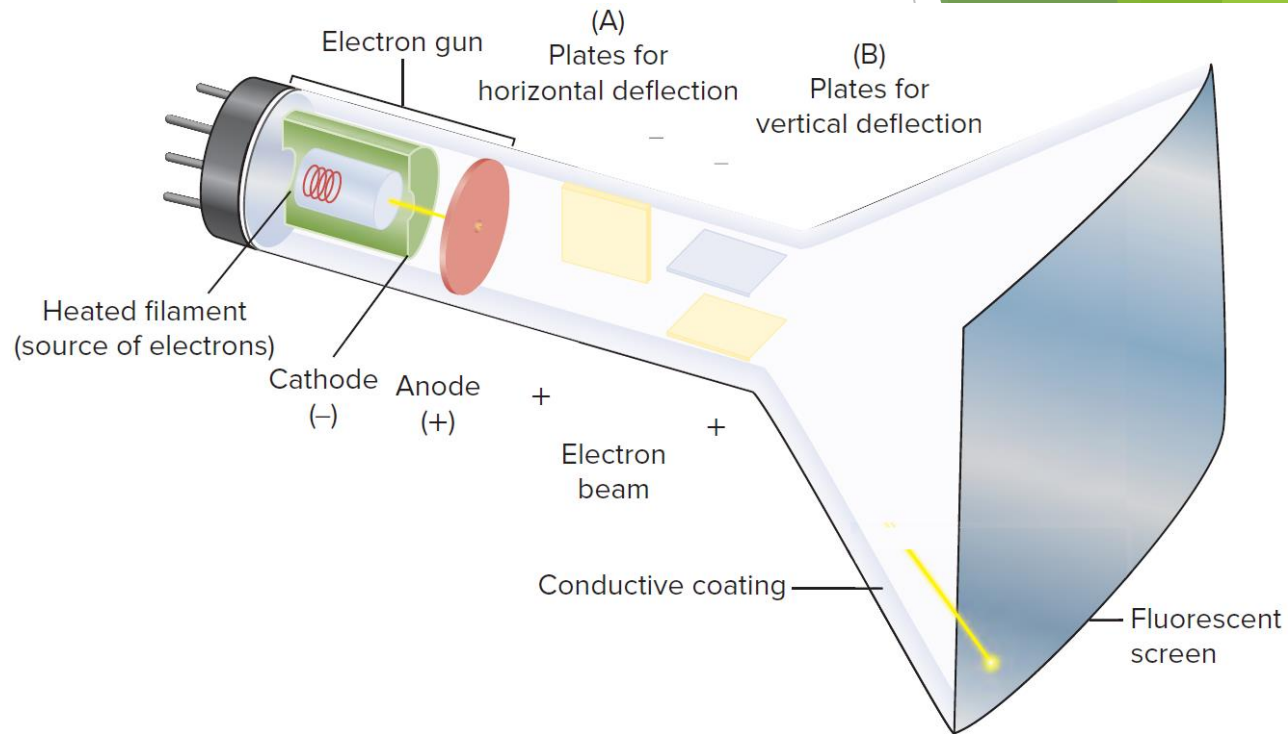
1.6 Circuit Elements (3)

- Ex.3 Find V_o and the power absorbed by each element in the circuit



1.7 Applications (TV Picture Tube)

- Cathode-ray tube (CRT)



1.7 Applications (Electricity Bills)

The cost of electricity depends upon the amount of energy consumed in kilowatt-hours (kWh)

Other factors that affect the cost include demand and power factors; we will ignore these for now

Typical average monthly consumption of household appliances. (for a family of five)

Appliance	kWh consumed	Appliance	kWh consumed
Water heater	500	Washing machine	120
Freezer	100	Stove	100
Lighting	100	Dryer	80
Dishwasher	35	Microwave oven	25
Electric iron	15	Personal computer	12
TV	10	Radio	8
Toaster	4	Clock	2

1.7 Applications (Electricity Bills)

- Ex.5 A homeowner consumes 700 kWh in January. Determine the electricity bill for the month using the following residential rate schedule:
- Base monthly charge of \$12.00.
- First 100 kWh per month at 16 cents/kWh.
- Next 200 kWh per month at 10 cents/kWh.
- Over 300 kWh per month at 6 cents/kWh.

Solution:

We calculate the electricity bill as follows.

Base monthly charge = \$12.00

First 100 kWh @ \$0.16/k Wh = \$16.00

Next 200 kWh @ \$0.10/k Wh = \$20.00

Remaining 400 kWh @ \$0.06/k Wh = \$24.00

Total charge = \$72.00

$$\text{Average cost} = \frac{\$72}{100 + 200 + 400} = 10.2 \text{ cents/kWh}$$

Summary

- 1) Circuit หรือวงจรไฟฟ้าประกอบด้วย Elements ทางไฟฟ้า (R,L,C,V,I เป็นต้น) ที่เชื่อมต่อกัน
- 2) SI Unit หรือระบบหน่วยเอสไอเป็นภาษาการวัดระดับนานาชาติที่ช่วยให้วิศวกรสามารถสื่อสารผลลัพธ์ของพวกเขาได้ จากหน่วยหลัก 7 หน่วย สามารถได้หน่วยของปริมาณทางกายภาพอื่นๆ ได้
- 3) Current (i) คืออัตราการไหลของปริมาณประจุผ่านจุดที่กำหนดในทิศทางที่กำหนด ($i = \frac{dq}{dt}$)
- 4) Voltage คือพลังงานที่ต้องใช้ในการเคลื่อนประจุ 1C จากจุดอ้างอิง (-) ไปยังจุดอื่น (+) ($v_{ab} = \frac{dw}{dq}$)
- 5) Power หรือกำลังงานไฟฟ้า ($p = \frac{dw}{dt} = v \cdot i$) คือพลังงานที่จ่ายออก (-) หรือดูดซับเข้า (+) ต่อหน่วยเวลา หรือคือผลคูณของ v และ i
- 6) Power มีค่าเป็นบวก (+) เมื่อกระแสไหลเข้าขั้วบวกของแรงดันไฟฟ้า
- 7) Voltage source จะสร้างความแตกต่างศักย์ที่แน่นอนที่ขั้วทั้งสองไม่ว่าเชื่อมต่อกับอะไรก็ตาม และ current source จะสร้างกระแสที่แน่นอนผ่านทางสายที่เชื่อมต่อไม่ว่าจะเชื่อมต่อกับอะไรก็ตาม
- 8) Voltage source และ current source สามารถเป็น dependent หรือ independent source ได้ โดย dependent source จะมีค่าที่ขึ้นอยู่กับตัวแปรอื่นๆในวงจร