Al sham University
Faculty of Informatic

جامعة الشام الخاصة
كلية الهندسة المعلوماتية

أسس الهندسة الكهربائية
لطلاب السنة الثانية
2020-2021

Dr. Ghada Aldahim
ghadadhem@gmail.com

Chapter 3
Basic Concepts

الفصل الثالث
مفاهيم أساسية

2020 - 2021

References

1. Charles K. Alexander, Matthew N. O. Sadiku, “Fundamentals of Electric Circuits”, 2nd Ed, McGraw Hill, 2009.
ISBN 978–0–07–352955–4

3. Basic Concepts

3.1 Systems of Units

3.2 Charge and Current

3.3 Voltage

3.4 Power and Energy

3.5 Circuit Elements

3.6 Summary

3.1 Systems of Units

As electrical engineers, we deal with measurable quantities.

Our measurement, however, must be communicated in a standard language that virtually all professionals can understand, irrespective of the country where the measurement is conducted.

Such an international measurement language is the **International System of Units (SI).**

Six basic SI units and one derived unit relevant to this text.

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
Charge	coulomb	C

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

3.2 Charge and Current الشحنة والتيار

- مفهوم الشحنة الكهربائية هو المبدأ الأساسي لتفسير جميع الظواهر الكهربائية. كما أن الشحنة الكهربائية هي الكمية الأساسية في الدارة الكهربائية .
- الشحنة هي خاصية كهربائية للجسيمات الذرية التي تؤلف المادة ، وتقاس بالكولوم.

- وتتكون كل مادة من لبنات أساسية معروفة باسم الذرات وأن كل ذرة تتكون من الإلكترونات، والبروتونات، والنيوترونات
- شحنة الإلكترون سالبة وتساوي بالقيمة المطلقة 1.602×10^{-19} C ، في حين أن البروتون يحمل شحنة موجبة من نفس شحنة الإلكترون. ووجود أعداد متساوية من البروتونات والالكترونات يجعل الذرة مشحونة بشكل محايد neutrally charged.

- قانون مصونية الشحنة على أن الشحنة لا تخلق ولا تفنى، وإنما تنقل فقط. وهكذا لا يتغير المجموع الجبري للشحنات الكهربائية في النظام.

- عندما يتم توصيل سلك ناقل (يتكون من عدة ذرات) إلى بطارية (مصدر القوة الدافعة الكهربائية)، ستتحرك الشحنات.
- يخلق التيار الكهربائي من حركة الشحنات. واتفق على اعتبار جهة تدفق التيار بعكس جهة تدفق الشحنات السالبة، كما هو موضح في الشكل التالي:

التيار الكهربائي هو نسبة تغير الشحنات على الزمن ويقاس بالأمبير (A).

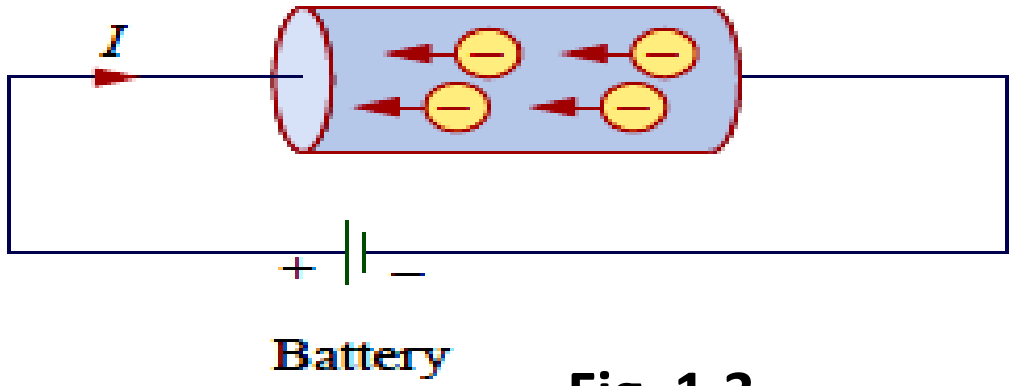


Fig. 1.3

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

1 ampere = 1 coulomb/ second

وبمكاملة طرفي العلاقة السابقة يتم الحصول على مقدار الشحنة المنقولة خلال الفترة الزمنية من t_0 إلى t.

$$Q = \int_{t_0}^{t} idt$$

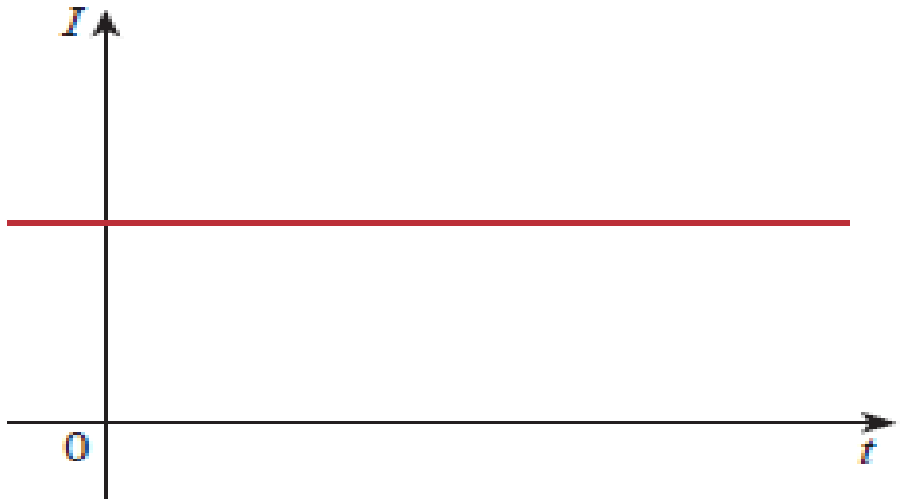
- **Two types of current:** **للتيار نوعين:**

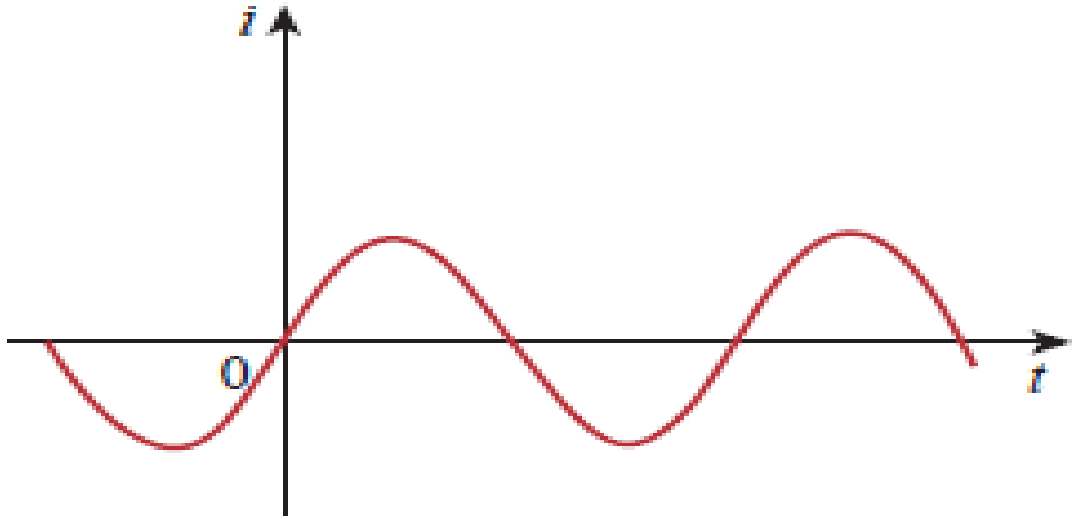
١- التيار المستمر : *A direct current (dc)*

وهو التيار الذي يبقى ثابتاً مع الزمن (I)

٢- التيار المتناوب : *An alternating current (ac)*

وهو التيار الذي يتغير عادة بشكل جيبي مع مرور الزمن (i)





Example 3.1

How much charge is represented by 4,600 electrons?

Solution:

Each electron has -1.602×10^{-19} C.

. Hence 4,600 electrons will have

$$-1.602 \times 10^{-19}\,\text{C/electron} \times 4{,}600\ \text{electrons} = -7.369 \times 10^{-16}\,\text{C}$$

Practice Problem 3.1

Calculate the amount of charge represented by four million protons.

Answer: $+6.408 \times 10^{-13}$ C.

Example 3.2

The total charge entering a terminal is given by $q = 5t \sin 4\pi t$ mC. Calculate the current at $t = 0.5$ s.

Solution:

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(5t \sin 4\pi t) \text{ mC/s}$$

$$= (5 \sin 4\pi t + 20\pi t \cos 4\pi t) \text{ mA}$$

At $t = 0.5$,

$$i = 5 \sin 2\pi + 10\pi \cos 2\pi = 0 + 10\pi = 31.42 \text{ mA}$$

Practice Problem 3.2

If in Example 1.2, $q = (10 - 10e^{-2t})$ mC, find the current at $t = 0.5$ s.

Answer: 7.36 mA.

Example 3.3

Determine the total charge entering a terminal between $t = 1$ s and $t = 2$ s if the current passing the terminal is

$$i = (3t^2 - t)\ \text{A}.$$

Solution:

$$Q = \int_{t=1}^{2} i\,dt = \int_{1}^{2} (3t^2 - t)\,dt$$

$$= \left(t^3 - \frac{t^2}{2}\right)\Bigg|_1^2 = (8 - 2) - \left(1 - \frac{1}{2}\right) = 5.5\ \text{C}$$

Practice Problem 3.3

The current flowing through an element is

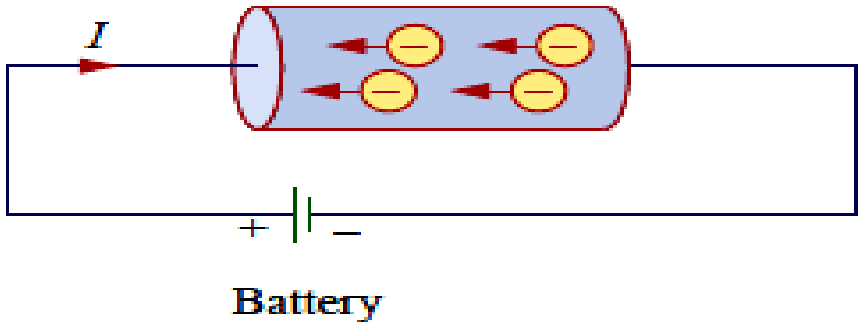
$$i = \begin{cases} 2\ \text{A}, & 0 < t < 1 \\ 2t^2\ \text{A}, & t > 1 \end{cases}$$

Calculate the charge entering the element from $t = 0$ to $t = 2$ s.

Answer: 6.667 C.

3.3 Voltage التوتر

- لتحريك الإلكترون في ناقل في اتجاه معين يتطلب بعض العمل أو نقل طاقة.
- يتم تنفيذ هذا العمل من قبل قوة محركة كهربائية خارجية (EMF)، وعادة ماتمثل بالبطارية كما في الشكل. وتعرف هذه القوة بالتوتر أو فرق الكمون.



- التوتر بين نقطتين a و b في الدارة الكهربائية هي الطاقة (أو العمل) اللازمة لتحريك واحدة الشحن من a إلى b.
رياضياً :

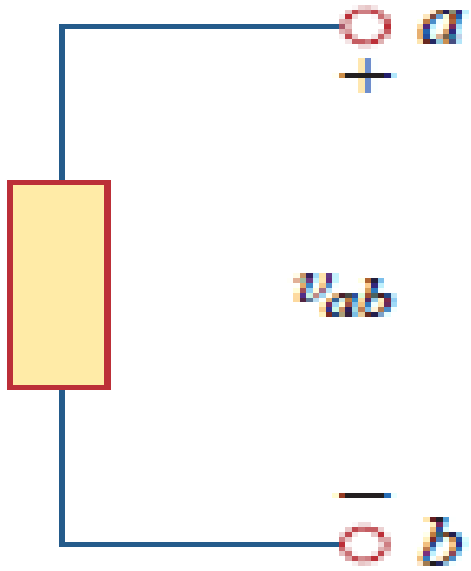
$$v_{ab} = \frac{dw}{dq}$$

w = energy (J), q = charge (C)

التوتر (أو فرق الكمون) هو الطاقة اللازمة لتحريك واحدة الشحن خلال عنصر ما، ويقاس بالفولت (V).

1 volt = 1 joule/coulomb = 1 Newton meter/ coulomb

• Two ways in interpreting polarity:



1) Point a is at a potential of v_{ab} volts higher than point b

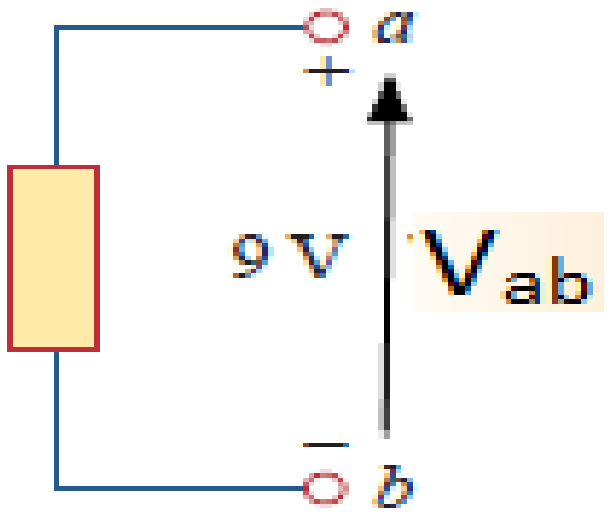
2) The potential at point a with respect to point b is v_{ab}

١- عندما نقول التوتر v_{ab} : هذا يعني كمون النقطة a أكبر من كمون النقطة b.

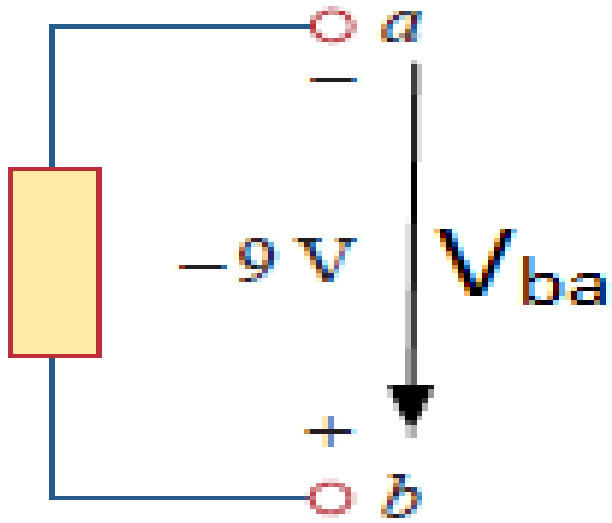
٢- عندما نقول التوتر v_{ab} : نقصد بذلك كمون النقطة a بالنسبة لكمون النقطة b.

$$v_{ab} = -v_{ba}$$

$$v_{ab} = -v_{ba}$$



$V_{ab} = 9\ V$



$V_{ba} = -9\ V$

هناك نوعان للتوتر:

١- التوتر المستمر (dc voltage) وهو توتر ثابت (V) وعادة يتولد من بطارية.

٢- التوتر المتناوب (ac voltage) وهو توتر متغير مع الزمن بشكل جيبي (v) ويتولد من مولد كهربائي.

END OF LECTURE