

الدارات الكهربائية 1

الدكتور المهندس
علاء الدين أحمد حسام الدين

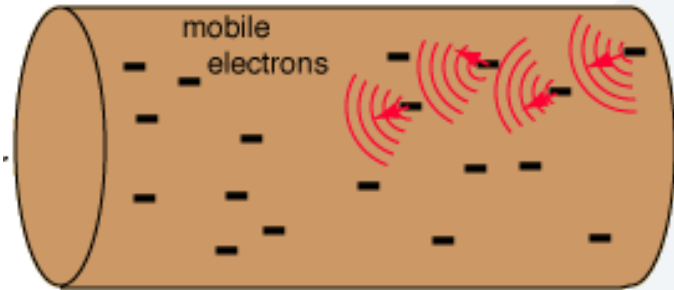
1

المفاهيم الأساسية في دارات التيار المستمر

Basics of DC Circuits

التيار الكهربائي Electric Current:

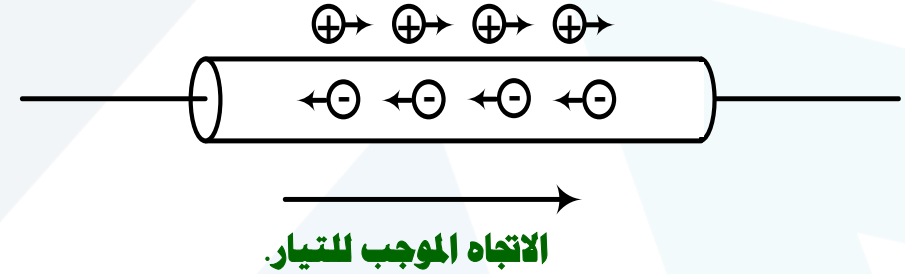
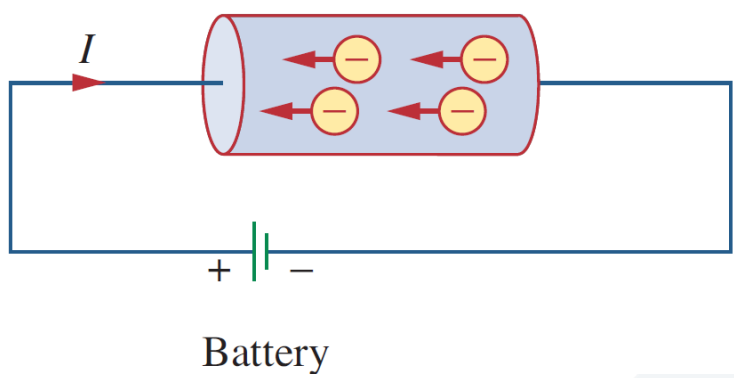
عندما نضع ناقلاً في حقل كهربائي تنتقل حوامل الشحنات المتحركة في الناقل تحت تأثير الحقل، مما يؤدي إلى تسوية الجهود في جميع نقاط الناقل. ولكن إذا حافظنا بطريقة ما بصورة اصطناعية على جهدين مختلفين في نقطتين من الناقل. في هذه الحالة ينشأ حقل داخل الناقل يسبب حركة مستمرة للشحنات. وتتحرك الشحنات الموجبة عند ذلك من النقاط ذات الجهد الكبير إلى النقاط ذات الجهد الصغير، بينما تتحرك الشحنات السالبة بالعكس. نسمي اتجاه حركة الشحنات الحرة في الناقل تحت تأثير قوى الحقل تياراً كهربائياً. ويعبر رياضياً عن التيار الكهربائي بأنه معدل سريان الشحنة بالنسبة للزمن، فالتيار الكهربائي يسري في ناقل ما عندما تنتقل شحنة q من نقطة إلى أخرى فيه.



$$i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow [i] = \left[\frac{C}{s} \right] = [Ampere]$$

يقاس التيار بوحدة الأمبير [A].

اتَّفَق على أن يكون الاتجاه الموجب للتيار بشكل موافق لاتجاه سريان الشحنات الموجبة، أو عكس اتجاه سريان الشحنات السالبة.



يكون **لمفهوم التيار الموجب والسالب معنى** عندما تتم مقارنة اتجاهه في الناقل مع **اتجاه مرجعي يعتبر موجباً**. ويتم اختيار الاتجاه الموجب للتيار بشكل افتراضي، ويُمثَّل على شكل سهم في الدارة. فإذا كانت قيمة التيار المحسوبة وفق هذا الاتجاه الافتراضي موجبة فهذا يعني أن اتجاه التيار موافق للاتجاه المفترض الموجب. أما إذا كانت قيمة التيار الناتجة عن الحساب سالبة حسب الاتجاه الافتراضي المعتبر، فهذا يعني أن الاتجاه الموجب الصحيح للتيار هو عكس الاتجاه الافتراضي المعتمد.

يسمى التيار المتغير القيمة خلال الزمن تياراً متناوباً **Alternating Current (AC)** والتيار الثابت القيمة مع الزمن تياراً مستمراً **Direct (DC)** **.Current**

كثافة التيار الكهربائي Current Density:

تمثل معدل سريان التيار بالنسبة لمساحة مقطع الناقل: $j = \frac{di}{dS} \Rightarrow [j] = \left[\frac{A}{m^2}\right]$

يميز المقدار j سرعة نقل الشحنة في الناقل خلال وحدة المساحة من مقطعه العرضي.

عندما يكون سيل الشحنات موزعاً بانتظام على كامل المساحة S من مقطع الناقل تكون كثافة التيار هي:

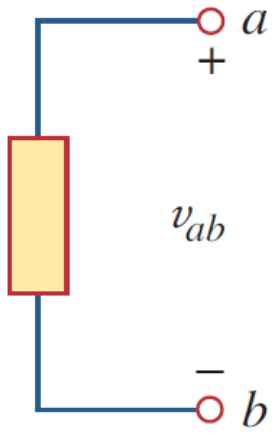
$$J = \frac{I}{S}$$

فرق الجهد Potential Difference :

يعبر فرق الجهد بين نقطتين v_{ab} عن العمل w اللازم لنقل واحدة الشحنة من إحدى هاتين النقطتين إلى الأخرى. واحدته الفولت $[V]$ [Volt]، الذي يعرف على أنه فرق الجهد بين نقطتين عندما يكون العمل مساوياً $[Joule]$ 1 لنقل شحنة قيمتها $[C]$ 1.

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

$$[Volt] = \frac{[Joule]}{[Coulomb]} = \frac{[Newton \cdot meter]}{[Coulomb]}, [V] = \frac{[J]}{[C]} = \frac{[N \cdot m]}{[C]}$$

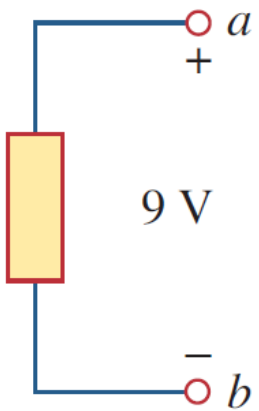


يبين الشكل تمثيل الجهد المطبق على عنصر موصول بين النقطتين **a** و **b**.
يتم استخدام الإشارات (+) و (-) للتعبير عن الاتجاه المرجعي أو قطبية الجهد.
ويمكن تفسير ذلك بطريقتين:

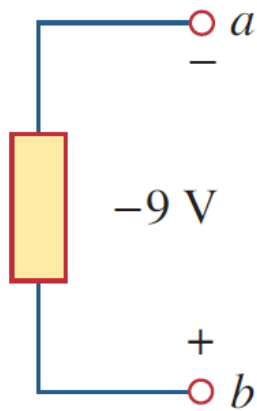
1. كمون النقطة **a** أعلى من كمون النقطة **b**.
2. كمون النقطة **a** بالنسبة للنقطة **b** هو v_{ab} .

$$V_{ab} = -V_{ba} \quad \text{وبالتالي يكون:}$$

على سبيل المثال لدينا تمثيلان لنفس الجهد: في الشكل (a) كمون النقطة **a** أعلى من كمون النقطة **b**، وفي الشكل (b) كمون النقطة **a** أقل من كمون النقطة **b**.



(a)



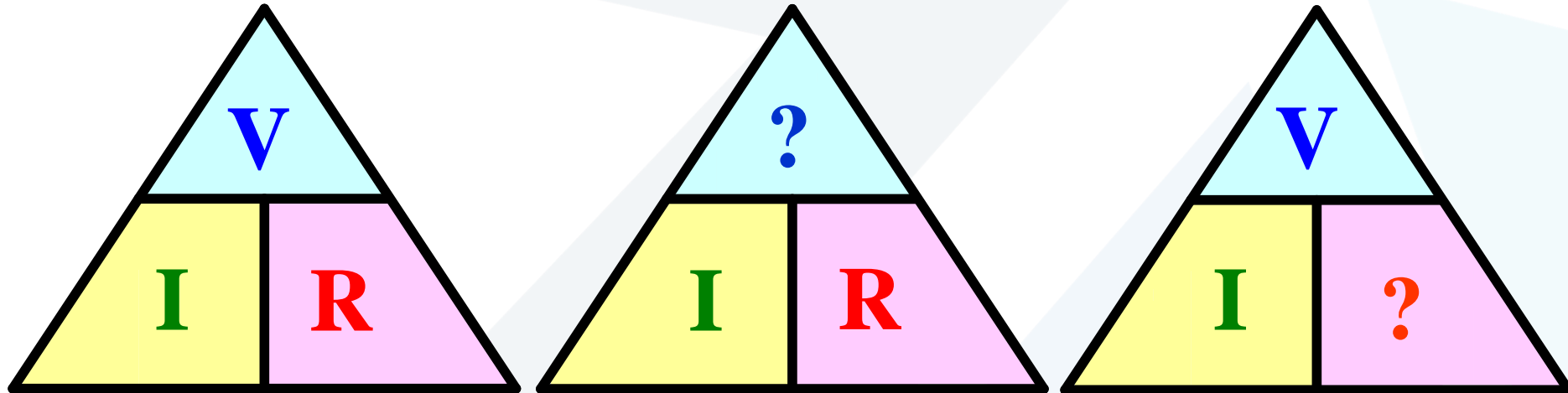
(b)

قانون أوم Ohm's Law:

$$I = V \cdot \frac{\gamma \cdot S}{l} = \frac{V}{R}$$

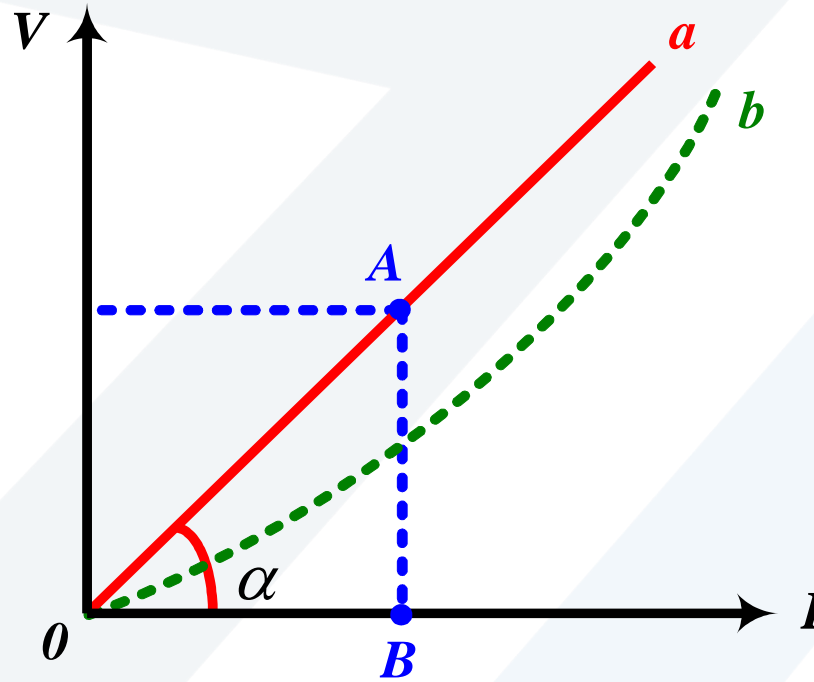
يسمى عامل التناسب γ (الناقلية النوعية Conductivity)، وهو يتعلّق بطبيعة المادة التي صنع منها الناقل، وكذلك بحرارة الناقل.

$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$ - تسمى المقاومة الكهربائية للناقل (Resistance).



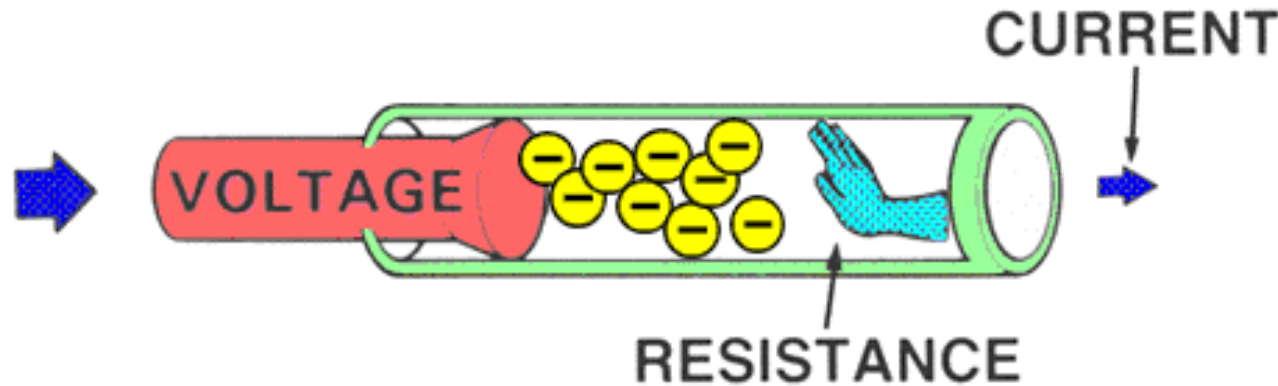
مثلث قانون أوم.

تسمى العلاقة بين الجهد والتيار بمميزة (الفولت-أمبير) والتي تُمثَل بالشكل، حيث تمثل المقاومة R ميل المستقيم.



مميزة الفولت-أمبير.

يُوضّح مفهوم المقاومة من الناحية الفيزيائية كما يأتي: عند مرور التيار الكهربائي في الناقل، فإن الإلكترونات الحرة المتحركة تصطدم بذرات أو جزيئات الناقل، مما يعيق حركتها. نعبر عن هذه الإعاقة بمصطلح (مقاومة الناقل).



واحدة قياس المقاومة هي:

$$[R] = \frac{[V]}{[I]} = \frac{[\text{Volt}]}{[\text{Ampere}]} = [\text{Ohm}] \equiv [\Omega]$$

وتُعرّف واحدة الأوم بأنها مقاومة ناقل يمر فيه تيار مقداره (1 A) عند تطبيق جهد على طرفيه قيمته (1 V).

يسمى مقلوب المقاومة بالناقلية الكهربائية (**Conductance**) ويرمز لها بـ (**G**) أو (**g**)، وهي تعبر عن سماحية العنصر لمرور التيار الكهربائي.

$$G = \frac{1}{R} = \gamma \cdot \frac{S}{l} = \frac{I}{V}$$

واحدة قياس الناقلية هي:

$$[G] = \frac{1}{[R]} = \frac{1}{[\Omega]} \equiv [\Omega^{-1}] \equiv [\text{mho}] \equiv [\text{Siemens}(S)]$$

ومن جهة ثانية يسمّى مقلوب الناقلية النوعية γ بالمقاومة النوعية (Resistivity) ويرمز لها بالرمز ρ وهي كما الناقلية النوعية تتعلق بنوع وطبيعة مادة الناقل، وحرارة الناقل:

$$\rho = \frac{1}{\gamma}$$

$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S} \Rightarrow R = \rho \cdot \frac{l}{S} \Rightarrow \rho = R \cdot \frac{S}{l}$$

واحدة قياس المقاومة النوعية هي:

$$[\rho] = [R] \cdot \frac{[S]}{[l]} = [\Omega] \cdot \frac{[m^2]}{[m]} = [\Omega \cdot m]$$

الاستطاعة والقدرة (الطاقة) :Power and Energy

تُعرّف الاستطاعة بأنها معدل تغير القدرة المنتقلة بالنسبة للزمن، أي:

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

وهي قيمة جبرية تكون موجبة عند إشارة واحدة لكلٍ من الجهد والتيار وسالبة عند إشارة مختلفة لهما. إذا كانت الاستطاعة موجبة فإنها تعبر عن حالة استهلاكها في الدارة، بينما تعبر الاستطاعة السالبة على توليدها في الدارة وعودتها إلى منبع التغذية.

$$W = \int_{t_1}^{t_2} p \cdot dt \quad [\text{Joul}]$$

تُحسب القدرة المستهلكة خلال فترة زمنية من t_1 إلى t_2 بالعلاقة:

وخالفاً للاستطاعة التي يمكن أن تكون موجبة أو سالبة فإن القدرة المستهلكة لا يمكن أن تكون سالبة أبداً.

$$p = v \cdot i$$

حسب قانون أوم $v=i.R$. بالتعويض في علاقة الاستطاعة نجد:

$$p = (i \cdot R) \cdot i = i^2 \cdot R$$

وحسب قانون أوم أيضاً $i=v/R$. بالتعويض في علاقة الاستطاعة نجد:

$$p = v \times \frac{v}{R} = \frac{v^2}{R}$$

