المصادر:

1-Electrical Technology
By – Theraga

2- Electrical Technology
By – Hayke

3- Electrical Technology
By – Erick

الوحدات القياسية العالمية (International System of Units I.S) :

اولا : الوحدات الاساسية: وهي ستة كميات فيزيائية وكما يأتي :
1- الكتلة 2-الطول 3-الزمن 4- التيار الكهربائي 5- درجة الحرارة المطلقة 6- شدة الاضاءة.

الكمية Quantity	وحدة القياس Units	رمز وحدة القياس Symbols
الطول Length	المتر meter	m
الكتلة Mass	الكيلوغرام kilogram	kg
التيار Current	الامبير Ampere	A
الزمن Time	الثانية second	s
الحرارة Temperature	كالفن Kelvin	K
شدة الاضاءة Luminous intensity	شمعة candle	cd

ثانيا : الوحدات الثانوية (المشتقة): وهي الوحدات المشتقة من الوحدات الاساسية مثل :
المساحة, الحجم, السرعة, التعجيل, السرعة الزاوية

القوة (F): وتقاس بالنيوتن (N). وهي مقدار القوة التي اذا سلطت على جسم كتلته كغم واحد تعطيه تعجيلا مقداره متربالثانية تربيع (m/s^2).

التعجيل الارضي (g): وتدعى قوة التجاذب بين جسم والارض (بوزن الجسم), لذا يمكن الحصول على وزن الجسم من كتلته والتعجيل الارضي والذي مقداره ($9.81\ m/s^2$).

الشغل او الطاقة (E): وتقاس بالجول (j) وهو الشغل المعروف عند ازاحة نقطة بتأثير قوة مقدارها نيوتن واحد مسافة متر واحد وباتجاه القوة. وتعرف الطاقة بانها القابلة على انجاز الشغل.

العزم (Torque): وحدته نيوتن.متر (n.m) وهو حاصل ضرب قوة مقدارها نيوتن واحد في مسافة متعامدة معها مقدارها متر واحد بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران.

$T = f * r$

المسافة العمودية = r

القدرة (Power): وهي معدل انجاز الشغل. وتقاس بالـ(Watt).

$$P = \frac{E}{t} = F * \frac{l}{t}$$

مضاعفات الوحدات:

بيكو	Pico	p	$1 * 10^{-12}$	0.000000000001
نانو	Nano	n	$1 * 10^{-9}$	0.000000001
ميكرو	Micro	µ	$1 * 10^{-6}$	0.000001
ملي	Milli	m	$1 * 10^{-3}$	0.001
سنتي	Centi	c	$1 * 10^{-2}$	0.01
كيلو	Kilo	k	$1 * 10^{3}$	1000
ميكا	Mega	M	$1 * 10^{6}$	1000000
كيكا	Gega	G	$1 * 10^{9}$	1000000000
تيرا	Tera	T	$1 * 10^{12}$	1000000000000

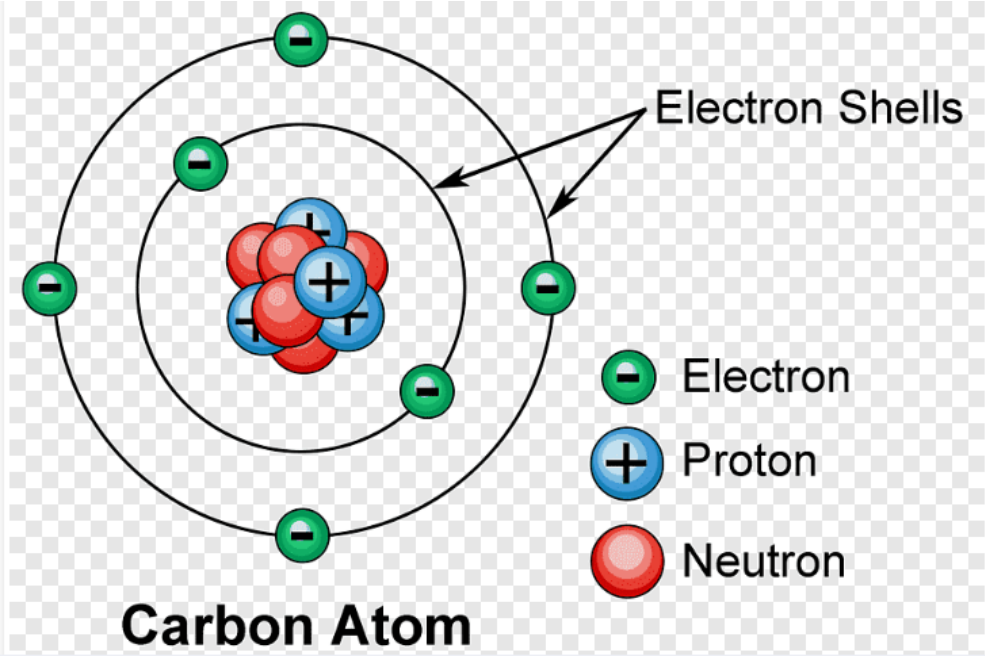
مثال:

$0.001\Omega = 1 * 10^{-3}\ \Omega = 1\ m\ \Omega$

التركيب الذري للمادة وتوزيع الالكترونات على مستويات الطاقة:

تتكون المادة من مجموعة كبيرة من الجزيئات ترتبط مع بعضها البعض لتكون المادة وهذه الجزيئات تتكون من عدد من الذرات وتعتبر الوحدة الاصغر في تشكيل المادة والمسؤولة عن خواصها.

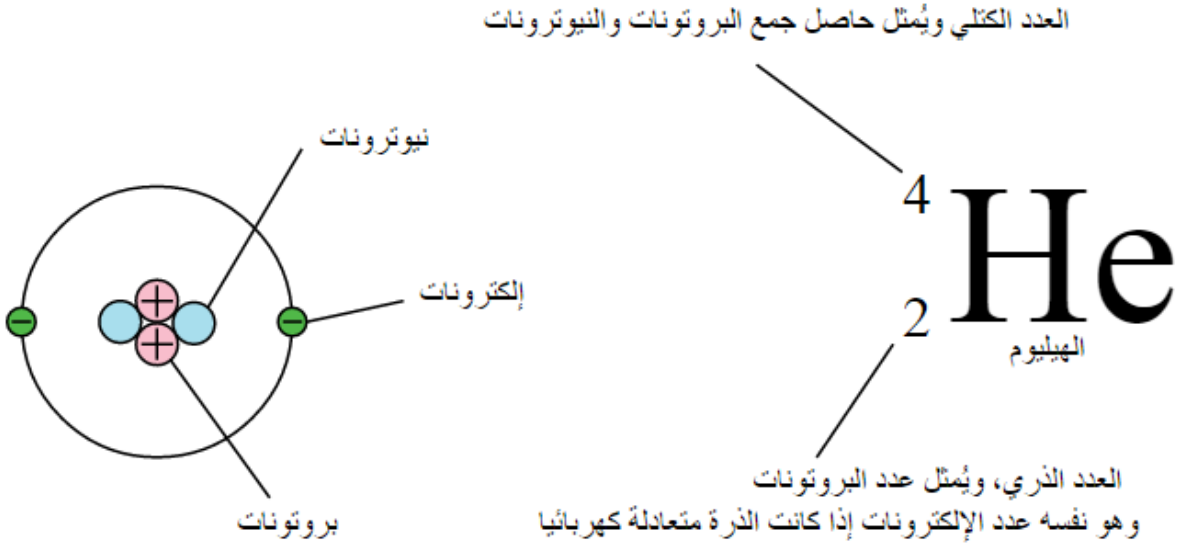
تتكون الذرات من نواة مركزية تحتوي على البروتونات وتكون موجبة الشحنة وعلى النيوترونات وتكون متعادلة الشحنة وتحيط بالنواة مجموعة من مستويات الطاقة او المدارات التي تدور حولها الالكترونات التي تكون سالبة الشحنة. وتكون الذرة متعادلة كهربائيا في حالتها الاعتيادية والسبب هو تساوي عدد البروتونات مع عدد الالكترونات.



ويمكن ان نعبر عن اي ذرة بعددين هما:

العدد الذري: ويساوي عدد البروتونات الموجبة داخل نواة ذرة العنصر.

العدد الكتلي: ويساوي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات داخل نواة ذرة العنصر.



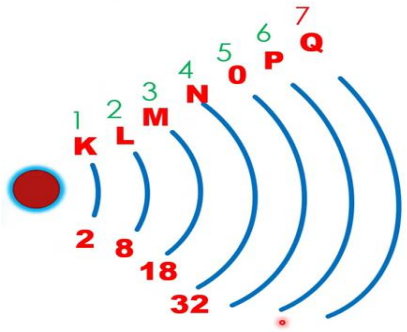
تحتوي الذرة على عدة مدارات او مستويات من الطاقة التي تدور حولها الالكترونات وكلما ابتعدت المستويات عن النواة تكون طاقتة الالكترونات فيها اعلى ولكي يقفز الالكترون الى مستوى اعلى يجب ان يكسب كم من الطاقة. ومقدار الطاقة التي يكسبها او يفقدها الالكترون لكي ينتقل من مستوى طاقة الى مستوى طاقة اخر يسمى الكوانتم. والذرة التي اكتسبت كما من الطاقة تسمى الذرة المثارة.

قواعد توزيع الالكترونات في مستويات الطاقة:

المستويات الاربعة الاولى تتشبع بعدد الكترونات وفق القاعدة ادناه:

عدد الالكترونات=2*(رقم المدار)^2

ليصبح توزيع الالكترونات على المدارات الاربع الاولى كما يلي



ولا يمكن ان يحتوي مستوى الطاقة الاخير على اكثر من 8 الكترونات.

العناصر النشطة يكون مستوى الطاقة الاخير فيها يحتوي على اقل من 8 الكترونات في حين ان العناصر الخاملة او النبيلة يكون عدد الالكترونات في مستوى الطاقة الاخير فيها يساوي 8 فقط.

الموصلات الكهربائية:

وهي المواد التي ينتقل بواسطتها التيار الكهربائي. وتقسم جميع المواد المعروفة في الطبيعة حسب قابليتها للتوصيل الكهربائي الى:

- **الموصلات (Conductors):** انشداد الكتروناتها الى النواة ضعيف جدا بحيث تستطيع الانتقال بسهولة من ذرة الى اخرى. وتعتبر المعدن من اجود الموصلات, وكذلك محاليل الاملاح والحوامض والقواعد.

- **المواد العازلة (Insulators):** يكون انشداد الالكترونات فيها الى النواة قوي جدا ولا يسمح لها بحرية الحركة, لذا لا تسمح هذه المواد بمرور التيار الكهربائي.

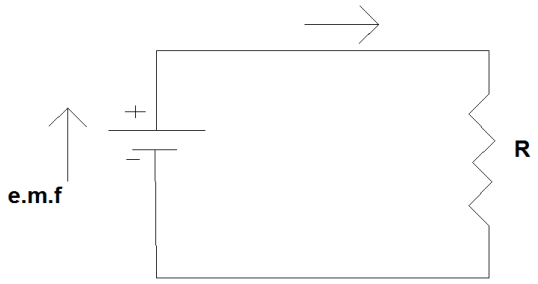
لا يوجد عازل مثالي في الطبيعة فجميع المواد تستطيع توصيل التيار, فمثلا العوازل تستطيع توصيل التيار الكهربائي بمقدار 10^{15} - 10^{20} مرة اقل من الموصلات.

- **المواد شبه الموصلة (Semi-conductor):** وهي مواد عازلة في حالتها الطبيعية ولكن اذا سلط عليها تاثير خارجي ازادت قابليتها للتوصيل الكهربائي وبحسب نوع التأثير الخارجي.

شروط سريان التيار الكهربائي: ان سريان التيار الكهربائي لا يحدث ما لم تتوفر الشوط الاتية:

●ان يكون هنالك دائرة كاملة تتحرك حولها الالكترونات فاذا لم تستطع الالكترونات العودة الى نقطة بدايتها فان سريان التيار سيتوقف.

●ان يكون هنالك تأثير يحرك الالكترونات ويسبب استمرار السريان, ويجهز هذا التأثير عادة من مصدر يسبب مغادرة التيار بجهد عال متحركا حول الدائرة حتى يصل الى المصدر بجهد واطئ.



التيار يخرج من القطب الموجب الى القطب السالب بعكس حركة الالكترونات

يسمى التيار المحرك بالقوة الدافعة الكهربائية (e.m.f) وفي كل حالة تمر الشحنة فيها خلال المصدر يقوم الاخير بتجهيز طاقة جديدة يمكن الشحنة من الاستمرار ثانية, وتلك هي عملية مستمرة نظرا لان سريان التيار مستمر.

التيار (Current): وهو المعدل الزمني لمرور الشحنة الكهربائية خلال نقطة معينة في دائرة كهربائية في الموصلات المعدنية. ويقاس التيار بالامبير (A). والامبير هو قيمة التيار الذي لو مر في موصلين مستقيمين متوازيين في الفراغ لكانت القوة بين الموصلين تساوي ($2 * 10^{-7}$ N/m).

يقاس التيار بوحدة الامبير كما ذكر سابقا ويساوي هذا التيار كولوم / ثانية.

$I = Q / t$ .....(1)

Where:

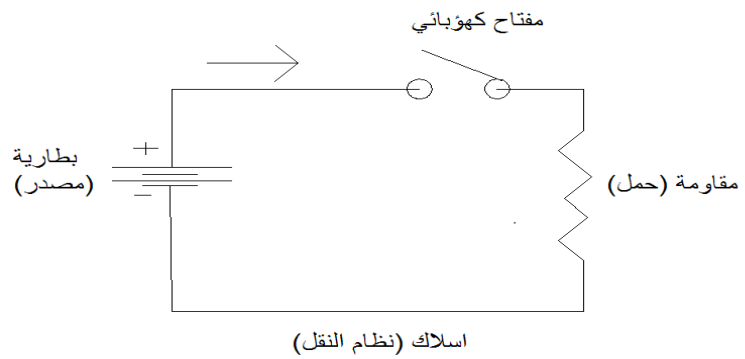
I : Current (A), Q: Charge (C), t: Time (Sec)

ان جهاز قياس التيار الكهربائي هو الاميتر ويربط على التوالي مع الدائرة الكهربائية.

اذن التيار الكهربائي هو مقياس لسريان الشحنات الكهربائية في موصل. وبما ان الشحنات السالبة والموجبة تكون معا في حالة حركة مستمرة فهذا يعني ان التيار الكهربائي هو مقياس لحركة كلا النوعين.

مكونات او عناصر الدائرة الكهربائية (Electric Circuit Element): تتكون الدائرة الكهربائية الاساسية من اربعة اجزاء وهي:

- المصدر (Source) : مولد, بطارية,...
- اجهزة السيطرة (Control Apparatus): موزع, قاطع دورة.....
- وحدة الحمل (Load Unit): مقاومة, محاثة, متسعة...
- اسلاك (Wire): نظام النقل.



فرق الجهد (Voltage Difference): هي الطاقة الناتجة من نقل وحدة الشحنة بين نقطتين في الدائرة. فاذا ما نقلت كل الطاقة من المصدر الى وحدة الحمل فان فرق الجهد عبر وحدة الحمل يساوي القوة الدافعة الكهربائية للمصدر.

كما يمكن تعريف فرق الجهد بانه الطاقة المنجزة على الشحنة لتحريكها بين نقطتين (a, b) ووحدتها الفولت ورمزها (p .d) وبذلك فان الشغل المنجز في نقل الشحنة Q كولوم بين نقطتين فرق جهدها v يكون w اذ ان:

W_{ab} = Q * v_{ab}

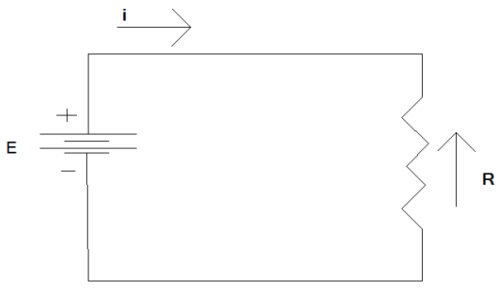
حيث

v_{ab}: Pd, W_{ab}: Energy

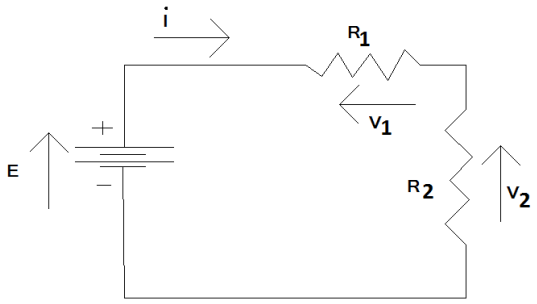
القوة الدافعة الكهربائية (Electromotive Force): ويرمز لها بالرمز (E) ووحدتها الفولت, وتمثل التأثير المحرك الذي يسبب سريان التيار, وهي ليست قوة بل هي الطاقة المستهلكة عند مرور وحدة الشحنة خلال المصدر, وتكون مرتبطة عى الدوام بتحوبل الطاقة.

ان الفرق بين القوة الدافعة الكهربائية وفرق الجهد هو ان القوة الدافعة الكهربائية تكون فعالة (Active) على الدوام حيث تحاول انتاج تيار كهربائي في الدائرة, بينما يمكن ان يكون فرق الجهد فعالا (Active) وغير فعال (Passive) ويكون فرق الجهد خاملا حينما لا يكون بامكانه استحداث تيار في الدائرة

هبوط الفولتية (Voltage Drop): رمزه (V) ويتكون من (IR) لكل مقاومة وهو شبيه بفرق الجهد الا انه يمكن مبدئيا ان نعتر ان فرق الجهد هو التغيير في مستوى الطاقة عند طرفي وحدة الحمل.



E = IR ……. (1)



E = $v_1 + v_2$ …… (2)

v_1 = IR_1 , v_2 = IR_2

E = I ($R_1 + R_2$)

القدرة (Power): وهي كمية الشغل المنجز خلال وحدة الزمن او هي معدل انجاز الشغل. وتقاس بوحدة (Watt). ويمكن حساب القدرة من القوانين التالية:

لحساب القدرة في المصدر P = V * I

لحساب القدرة في الحمل بمعلومية التيار P = I^2 * R

لحساب القدرة في الحمل بمعلومية الفولتية P = $\frac{V^2}{R}$

القدرة الحصانية Horse power (watt 746 = 1 hp)

الطاقة (Energy): وهي القابلية لعمل الشغل او القدرة في وحدة الزمن.

Electrical energy is the product of power and time.

فاذا بقيت القدرة ثابتة خلال فترة زمنية مقدارها (t) فان الطاقة (E)

W = p * t = E * I * t

مثال: احسب قيمة القدرة بالواط والتيار الذي يسحبه محرك تيار مستمر قدرتة الحصانية (0.5 hp) اذا كانت الفولطية المسلطة (220V) ؟

1 hp = 746 W

P = 0.5 * 746 = 373 W

I = p/v = 373 / 220 = 1.7 A

مثال : احسب قيمة التيار المار في سخان ماء منزلي اذ كانت قدرته (3000W) والفولطية (220V)؟

I = p/v = 3000/220 = 13.636 A

مثال: ما مقدار القدرة المقدرة بالكيلوواط التي تولدها مدفئه كهربائية منزلية, اذا كانت قيمة التيار المار بها (6.818A) والمقاومة(Ω 32.267) والفولطية (220V)؟

P = I^2 * R = 6.818^2 * 32.267 = 1.5 kW

عناصر الدائرة الكهربائية Elements of Electric Circuit:

العناصر الاساسية: يمكن للدائرة الكهربائية ان تحتوي على عدد كبير من العناصر ولكنها جميعا يمكن ان تمثل بدلالة ثلاثة عناصر اساسية وهي :

- **المقاومة: Resistance**
- **المتسعة: Capacitor**
- **المحاثة Indicator :**

هذه العناصر الثلاثة لها وظائف مختلفة في الدائرة الكهربائية وذلك وفق علاقتها بالطاقة الكهربائية. فالمقاومة تمثل العنصر المسؤول عن استهلاك الطاقة فجميع الاجهزة والمعدات الكهربائية المستخدمة في المنازل والمصانع تقوم باستغلال الطاقة الكهربائية وتحويلها الى شكل اخر من الطاقة المفيدة يمكن ان تمثل بالمقاومة.
اما المتسعة فانها ذلك العنصر الذي يرتبط بخزن الطاقة الكهربائية في المجال الكهربائي.
اما المحاثة فانها تقون بخزن الطاقة في المجال المغناطيسي.

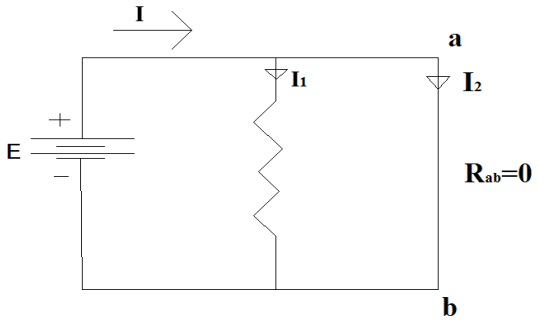
- **العناصر الفعالة (Active Elements):** وهي التي تزود الدائرة الكهربائية بالطاقة الكهربائية مثل (البطارية, مولد....)

- **العناصر غير الفعالة (Passive Elements):** وهي العناصر التي تؤدي الى خزن الطاقة ومن ثم تحويلها الى شكل اخر من الطاقة مثل المتسعات او الملفات حيث تحولان الطاقة الى اشكال اخرى كالطاقة الحرارية او الميكانيكية.

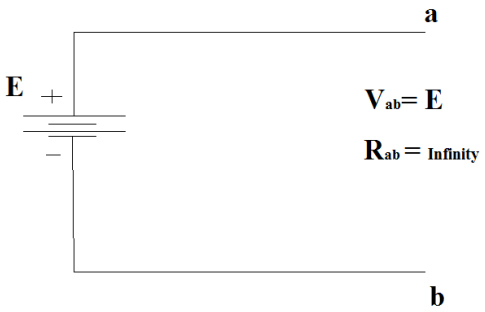
الدائرة المفتوحة والدائرة المقصرة (Open and Short Circuit): عند الحديث عن المقاومة تجدر الملاحظة عن امكانية استخدام مصطلحين مهمين في نظرية الدوائر وهما:

- دائرة القصر (S. C)
- الدائرة المفتوحة (O. C)

وتعرف دائرة القصر(S. C) بانها موصل مثالي بين نقطتين, اي ان المقاومة مساوية للصفر وان مرور اية قيمة للتيار معتمدا على باقي الدائرة ولكن الفولتية عبر طرفيه مساوية للصفر دائما.



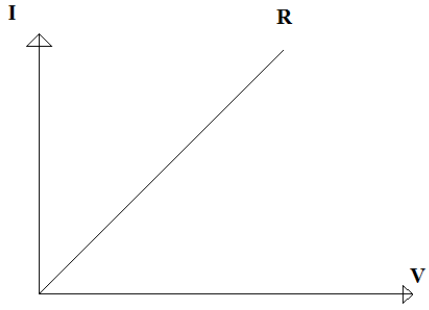
اما الدائرة المفتوحة (O. S) فانها تمثل قطعا في الدائرة بحيث لا يسمح بمرور اي تيار. لهذا يمكن اعتبار مقاومتها لا نهائية ولها اية قيمة للفولتية عبر طرفيها معتمدة على باقي الدائرة.



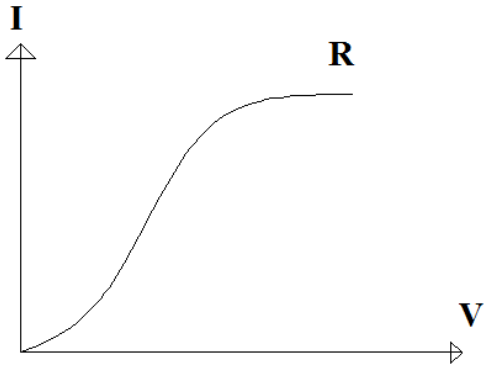
المقاومة (Resistance): وهي صفة من صفات المواد والتي تحدد قيمة التيار وتحول الطاقة الكهربائية الى طاقة حرارية. ان لكل موصل خاصية معينة تعمل على عرقلة التيار الكهربائي فيه. وكما هو معلوم فان المواد تقسم الى موصلات جيدة وهي التي تملك مقاومة واطئة نسبيا, وموصلات رديئة وهي التي تملك مقاومة عالية لمرور التيار فيها.واذا ما سلط فرق جهد معين على موصل يحتوي على مقاومة معينه فان تيار سيمر في هذا الموصل تعتمد قيمته على مقدار الجهد المسلط وتكون مقاومة الموصل:

$$I = V/ R$$

اذا كانت مقاومة الموصل ثابتة لا تتأثر بمقدار التيار المار فيه ولا بمقدار التأثيرات الحاصلة عنه كالحرارة مثلا فان العلاقه التي تربط التيار بالجهد المسلط تسمى علاقة خطية (Liner Relation) وكما موضح :



واما اذا كانت العلاقة تتاثر بمقدار التيار المار فيه وخاصة في الدوائر الالكترونية فنحصل على علاقة غير خطية:



الموصلية (Conductivity): وهي عكس المقاومة ورمزها (ʊ) mho او Siemens (S).

ويرمز للموصلية بالرمز (G) وهي عكس المقاومة.

$$G = 1 / R$$

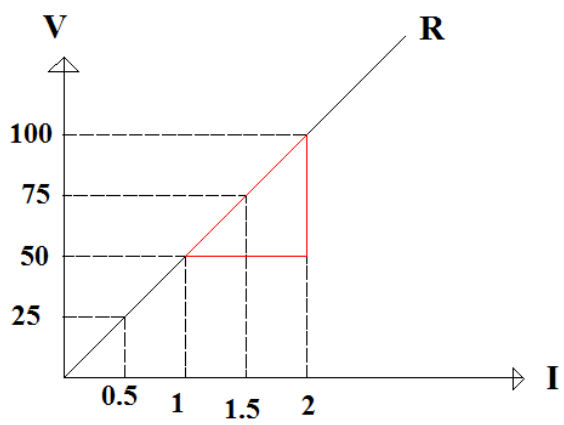
قانون اوم (Ohm's Law): يبين ان الفولتية على طرفي العديد من المواد الموصلة تتناسب تناسبا طرديا مع التيار المار خلال المادة.

$$V \alpha I , \qquad R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

وعندما يتم رسم العلاقة بين (V, i) تكون على شكل خط مستقيم يمر بنقطة الصفر, وان هذا الخط يمثل قيمة المقاومة. وبما ان المنحني هو خط مستقيم فيمكن اخذ نقطتين لايجاد نقطة R واحد منها يمكن ان تكون نقطة الصفر.

مثال: اذا كانت قيمة الفولتية المسلطة على طرفي مقاومة والتيار المار بها كما مبين بالجدول ادناه. ارسم منحني العلاقه بين (V, i) واوجد قيمة المقاومة من المنحني ؟

V	I
25	0.5
50	1
75	1.5
100	2



$\Delta V = 100 - 50 = 50V, \quad \Delta I = 2 - 1 = 1A$

$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = 50/1 = 50\Omega$

المقاومية (Resistivity): هي خاصية تختلف من مادة لأخرى، وتسمى بالمقاومية الكهربائية النوعية أو المقاومية ويرمز لها بالحرف اللاتيني(ρ) تستخدم لحساب المقاومة الكهربائية لموصل منتظم الشكل والبنية . الوحدة المستخدمة هي (Ω.m). وتعتمد قيمة المقاومية (ρ) على نوع المادة ودرجة الحرارة الموصل.

طريقة حساب المقاومة : ان قيمة المقاومة لاية مادة ذات مقطع عرضي منتظم تحدد بعوامل اربعة هي :

- الطول ويتناسب طرديا.
- مساحة المقطع العرضي.
- درجة الحرارة.
- نوع المادة ومقاوميتها.

وفي درجة حرارة الغرفة (20C) يمكن تحديد قيمة المقاومات ذات المقطع العرضي المنتظم بالقانون التالي :

$R = \rho \frac{L}{A}$

Where:

R: Resistance of Conductor (Ω), ρ :Resistivity of the Material (Ω.m)
L: Length of Conductor (m), A: Cross Section Area of Conductor(m^2)

المناقشة:

- عرف الآتي

قانون اوم, الموصلات, العوازل

- ما الفرق بين العوازل وشبه الموصلات الكهربائية ؟
- المقاومة النوعية للمواد تعتمد على .....
- قيمة المقاومة الكهربائية لمعدن معلوم المقطع العرضي تعتمد على .....
- وحدة قياس المقاومة النوعية هي .....
- العناصر الاساسية لدائرة الكهربائية هي .....