

قانون أوم Ohm's Law

تتحرك الشحنات داخل مادة الموصل في شكل تيار كهربى تحت تأثير مجال كهربى داخل مادة الموصل. وهنا يجب التنويه انه يمكن للمجال الكهربى بالتواجد داخل مادة الموصل طالما أن الشحنات في حالة حركة. (لأنه في حالة الكهربية الساكنة إذا تعرض موصل معزول لمجال كهربى فإن ذلك يؤدي لحركة الشحنات لتستقر في النهاية على سطح الموصل وتكون حالة من الكهربية الساكنة electrostatic وينتج عن ذلك أن يصبح المجال الكهربى داخل مادة الموصل تساوي صفر) ولكن في حالتنا هذه فإن الشحنات تتحرك عبر دائرة مغلقة وتستمر في الحركة طالما المجال الكهربى موجود وتسمى هذه بالكهربية غير الساكنة nonelectrostatic.

افترض موصل مساحة مقطعه A يحمل تياراً كهربياً شدته I ، فإن كثافة التيار current density J يعرف بأنه التيار الكهربى لكل وحدة مساحة حيث ان:

$$I = nqAv\Delta t$$

$$\vec{J} = \frac{I}{A} = nqv$$

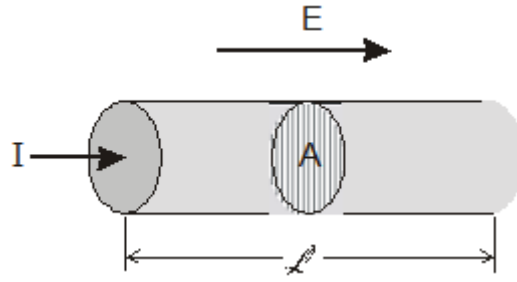
كلاً من كثافة التيار الكهربى J والمجال الكهربى E ينشأ في داخل مادة الموصل طالما وجد فرق جهد كهربى مطبق على طرفى الموصل. إذا كان فرق الجهد الكهربى ثابت فإن التيار الكهربى يكون ثابت أيضاً. وكذلك فإن كثافة التيار الكهربى تتناسب طردياً مع شدة المجال الكهربى أي أن:

$$J = \sigma E$$

حيث أن σ هي ثابت التناسب وتسمى الموصلية conductivity للموصل. والمواد التي تخضع لهذه المعادلة نقول أنها تحقق قانون أوم.

ان المواد التي تحقق قانون أوم في أن المجال الكهربى والتيار الكهربى يتناسبان تناسباً طردياً تسمى مواد أومية ohmic والمواد التي لا تحقق قانون أوم تسمى مواد غير أومية nonohmic. وبالتالي قانون أوم هو قانون تجريبي وينطبق على عدد محدد من المواد.

لنفترض موصل طوله L ومساحة مقطعه A كما في الشكل أدناه، فإذا طبق فرق جهد كهربى على طرفى السلك فإنه سينشئ مجال كهربى E في الموصل



وحيث أن العلاقة بين المجال الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي هي

$$V = E L$$

ويمكن ان نعبر عن كثافة التيار الكهربائي المار في الموصل بأنه

$$J = \sigma E = \sigma \frac{V}{l}$$

$$\therefore J = \frac{I}{A}$$

$$V = \frac{l}{\sigma} J = \left(\frac{l}{\sigma A} \right) I$$

والمقدار $\left(\frac{l}{\sigma A} \right)$ يسمى المقاومة resistance للموصل.

$$R = \frac{l}{\sigma A} = \frac{V}{I}$$

ونجد من المعادلة الأخيرة أن المقاومة R لها وحدة فولت على أمبير V/A وتسمى الأوم ohm ويرمز لها بالرمز Ω

$$1\Omega = 1 \text{ V/A}$$

وهذا يعني أنه عندما يكون فرق الجهد الكهربائي يساوي ١ فولت على طرفي موصل ينتج عنه تيار شدته ١ امبير تكون مقاومة الموصل ١ أوم. أو إذا كان هناك جهاز كهربائي يعمل على ١٢٠ فولت ويستهلك تياراً كهربياً شدته ٦ امبير تكون مقاومة الجهاز ٢٠ أوم.

المقاومة النوعية Resistivity

مقلوب الموصلية يسمى المقاومة النوعية للموصل

$$\rho \equiv \frac{1}{\sigma}$$

وبالتالي يمكن التعبير عن مقاومة الموصل بدلالة المقاومة النوعية على النحو التالي:

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

حيث ρ هي المقاومة النوعية ووحدتها $\Omega.m$ ،

Resistivity of various materials at 20°C

| | Material | Resistivity ($\Omega.m$) |
|----|-----------|----------------------------|
| 1 | Silver | 1.59×10^{-8} |
| 2 | Copper | 1.7×10^{-8} |
| 3 | Gold | 2.44×10^{-8} |
| 4 | Aluminum | 2.82×10^{-8} |
| 5 | Tungsten | 5.6×10^{-8} |
| 6 | Iron | 10×10^{-8} |
| 7 | Platinum | 11×10^{-8} |
| 8 | Lead | 20×10^{-8} |
| 9 | Nichrome | 150×10^{-8} |
| 10 | Carbon | 3.5×10^{-5} |
| 11 | Germanium | 0.46 |
| 12 | Silicon | 640 |
| 13 | Glass | $10^{10}-10^{14}$ |

ملاحظة:

تعتمد مقاومة الموصل على الأبعاد الهندسية للموصل بينما المقاومة النوعية تعتمد على التركيب الذري للموصل. وكلاً من المقاومة والمقاومة النوعية يعتمدان على درجة الحرارة.

من المعادلة السابقة نستنتج أن مقاومة موصل تتناسب طردياً مع طوله وعكسياً مع مساحته مقطعه، فإذا تضاعف طول الموصل مرتين تزداد مقاومته مرتين كما أنه إذا تضاعفت مساحة مقطع الموصل مرتين قلت المقاومة إلى النصف.

كل الأجهزة الكهربائية التي نستخدمها مثل المكواة أو السخان الكهربائي أو المصابيح تحتوي على مقاومة ثابتة، كما أن كل الدوائر الكهربائية تستخدم المقاومة كجزء رئيسي في الدائرة. وترسم المقاومة على النحو الموضح في الشكل التالي:



Fixed resistor
مقاومة ثابتة



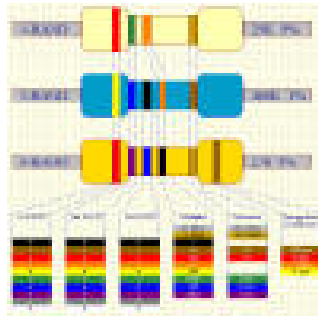
Variable resistor
مقاومة متغيرة



Potential divider
مجري للجهد الكهربائي



هناك نوعان من المقاومات الكهربائية النوع الأول عبارة عن مقاومة كربونية والنوع الثاني عبارة عن سلك في شكل ملف. وحيث ان المقاومة تكون صغيرة جداً مما لا يكون مجالاً لكتابة قيمة المقاومة عليها لذا يتم الاعتماد على حساب قيمة المقاومة من خلال حلقات ملونة وكل لون يرمز لقيمة نستطيع منها حساب قيمة المقاومة، والشكل التالي يوضح ذلك.



| Color | 1st Band | 2nd Band | 3rd Band | 4th Band |
|--------|----------|----------|---------------|----------|
| Black | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Brown | 1 | 1 | 10 | |
| Red | 2 | 2 | 100 | |
| Orange | 3 | 3 | 1,000 | |
| Yellow | 4 | 4 | 10,000 | |
| Green | 5 | 5 | 100,000 | |
| Blue | 6 | 6 | 1,000,000 | |
| Violet | 7 | 7 | 10,000,000 | |
| Gray | 8 | 8 | 100,000,000 | |
| White | 9 | 9 | 1,000,000,000 | |
| Gold | | | 0.1 | 5% |
| Silver | | | 0.01 | 10% |
| None | | | | 20% |

جدول حساب المقاومة من الألوان