

重要項目

オームの法則

「導体を流れる電流 (I) の大きさは、加えられた電圧 (V) に比例し、導体の抵抗 (R) に反比例する」これをオームの法則という。

・基本式

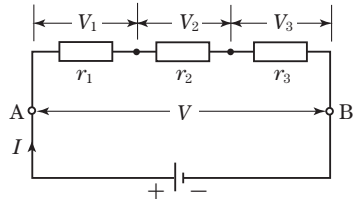
$$I = \frac{V}{R} \text{ [A]}$$

上式を変形して、 $V = IR \text{ [V]}$ 、 $R = \frac{V}{I} \text{ [\Omega]}$ とも表せる。

抵抗の直列接続

$$R \text{ (合成抵抗)} = r_1 + r_2 + r_3$$

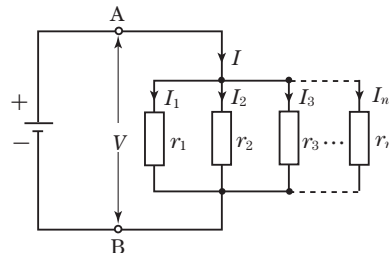
$$V_1 : V_2 : V_3 = r_1 : r_2 : r_3$$



抵抗の並列接続

$$R \text{ (合成抵抗)} = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots + \frac{1}{r_n}}$$

$$I_1 : I_2 : I_3 : \dots : I_n = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3} : \dots : \frac{1}{r_n}$$



導体の電気抵抗と抵抗率

同じ材料の導体であれば、導体の抵抗はその長さに比例し、その断面積に反比例する。

$$R = \rho \times \frac{l}{A} \text{ [\Omega]}$$

ただし、 R :抵抗 $[\Omega]$ 、 ρ :抵抗率 $[\Omega \cdot \text{m}]$ 、 l :長さ $[\text{m}]$ 、 A :断面積 $[\text{m}^2]$

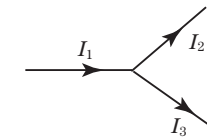
導体や抵抗として用いられる金属または合金の20℃における抵抗率とパーセント導電率は、下表のとおりである。

抵抗率とパーセント導電率

	銅	アルミニウム	金	銀	鉄	タンゲステン
抵抗率	0.0172	0.0275	0.0240	0.0162	0.098	0.055
パーセント導電率	100	61	72	106	18	31

キルヒホッフの第1法則

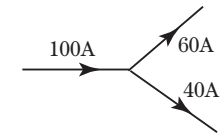
電気回路の任意の接続点に流入する電流の代数和（一つの接続点へ流れ込む電流をプラスとし、その点から流れ出る電流をマイナスとする）は“0”である。（下図参照）



$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

あるいは $I_1 = I_2 + I_3$

(a)



$$100 \text{ [A]} - 60 \text{ [A]} - 40 \text{ [A]} = 0 \text{ [A]}$$

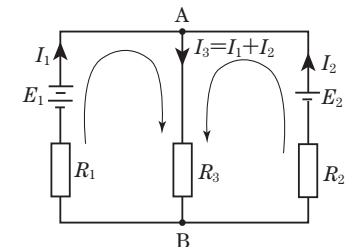
あるいは $100 \text{ [A]} = 60 \text{ [A]} + 40 \text{ [A]}$

(b)

キルヒホッフの第2法則

電気回路の閉回路について、その閉回路の各枝路に生じる電圧降下の代数和は、その閉回路中に含まれる起電力の代数和に等しい

(条件) 閉回路をたどる方向と同じ方向の起電力および電流をプラスとし他をマイナスとする。ここで、右図において



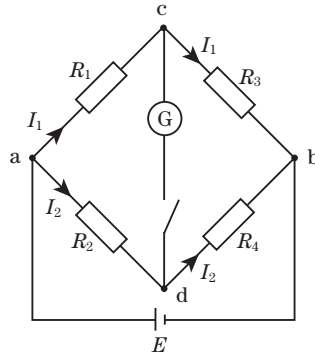
法則に基づき方程式を立てると次のようになる。

$$E_1 = I_1 R_1 + I_3 R_3$$

$$E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

ブリッジ回路

右図において、検流計 G の振れが“0”となったときブリッジが平衡したといい、c 点と d 点の電位が等しくなる。ac 間の電圧と ad 間の電圧は等しく、また、cb 間と bd 間の電圧も等しくなることから、次の関係が成立する。



$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

$$R_3 I_1 = R_4 I_2$$

$$\therefore \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4} \left(= \frac{I_2}{I_1} \right) \quad \text{または、} \quad R_1 R_4 = R_2 R_3$$

直流未知抵抗値の測定に応用したものに「ホイートストンブリッジ」がある。

電力 [W] と電力量 [kW·h]

電流が抵抗を流れると熱が発生する。この熱量の発生により単位時間あたりに消費される電気エネルギーを電力といい、単位をワット [W] で表す。

電力は電圧と電流の積で求められ、次式のように表される。

$$P = VI = IR \cdot I = I^2 R = \frac{V^2}{R} \text{ [W]}$$

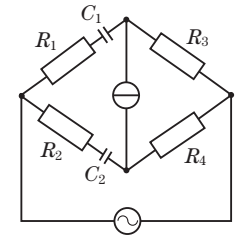
これは、単位時間当たりの仕事量（熱量）であり、ある時間内に消費される電気エネルギーの量（電力×消費時間）を電力量という。電力量の単位は、時間の基準を秒にすると（ワット秒）[W·s] となるが、実用的には小さすぎるので、一般にキロワット時 [kW·h] で表す。

〔例題〕 図に示す交流ブリッジ回路の平衡条件として、正しいものはどれか。

ただし、 R_1, R_2, R_3, R_4 : 抵抗

C_1, C_2 : 静電容量

1. $R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}, \quad C_1 = \frac{R_4 C_2}{R_3}$
2. $R_1 = \frac{C_1 C_2}{R_4}, \quad C_1 = \frac{R_4 C_2}{R_3}$
3. $R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}, \quad C_1 = \frac{R_3 C_2}{R_4}$
4. $R_1 = \frac{C_1 C_2}{R_4}, \quad C_1 = \frac{R_3 C_2}{R_4}$



〔正解〕 1 図の交流ブリッジの平衡条件は、インピーダンスを Z とすると、 $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$ であり、抵抗分とリアクタンス分が同時に平衡しなければならない。

したがって、

$$\left(R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \right) R_4 = \left(R_2 + \frac{1}{j\omega C_2} \right) R_3$$

$$\therefore R_1 R_4 + \frac{R_4}{j\omega C_1} = R_2 R_3 + \frac{R_3}{j\omega C_2}$$

平衡条件により、

$$R_1 R_4 = R_2 R_3 \quad \therefore R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4}$$

$$\frac{R_4}{j\omega C_1} = \frac{R_3}{j\omega C_2} \quad \therefore C_1 = \frac{R_4}{R_3} C_2$$

したがって、1 が正しい。