

オームの法則と キルヒホッフの法則

工学部 機械知能工学科

熊谷 正朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室



今回の到達目標

○ 抵抗と回路に関わる基本法則

◇ オームの法則を説明できる

- ・ オームの法則 と 電圧降下
- ・ 抵抗で消費される電力

◇ キルヒホッフの法則について説明できる

- ・ キルヒホッフ第1の法則
接続点における電流の合計
- ・ キルヒホッフ第2の法則
一周まわるとゼロ[V]

オームの法則

○ 抵抗に関する法則

◇ 部品としての抵抗

- チップ抵抗(1608)
47k, 5%, 1/10W
- 酸金抵抗
0.47, 5%, 2W
- 金皮抵抗
30k, 1%, 1/4W
- 炭素皮膜抵抗
20k, 5%, 1/4W
- セメント抵抗
0.22, 5W 10, 40W

可変抵抗(つまみをつける)
可変抵抗(ドライバ回し)

ひずみ
ゲージ

集合抵抗

ホーロー
抵抗

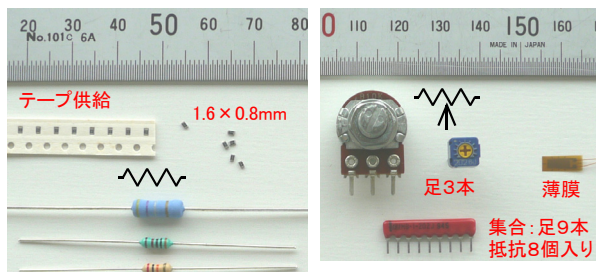
30, 50W?

オームの法則

○ 抵抗に関する法則

※1608型は今では
わりと大きい部類

◇ 部品としての抵抗



回路検討のための状態量設定

○ 回路のどこの量に注目するか

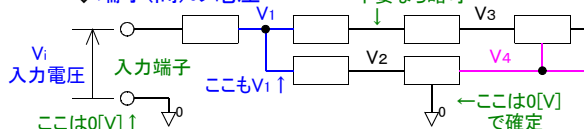
◇ 配線の電圧

※回路全般に

- ・ 配線ごとに電圧を表す変数を設定(V,v,E,e)。
- ・ 同じ線でつながっている→同じ電圧とみる。

※ vsコモン(▽0)、●を介して全部、正負有

◇ 端子(間)の電圧



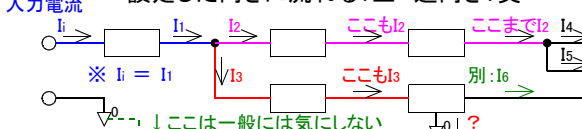
回路検討のための状態量設定

○ 回路のどこの量に注目するか

◇ 配線の電流

※主にアナログ回路で

- ・ 分岐(●)～分岐の1本線を流れる電流に変数を設定(I,i)。
- ・ 分岐しない限り、部品を通っても同じ電流。
- ・ 設定した向きに流れる: 正 逆向き: 負



回路検討のための状態量設定

○ 回路のどこの量に注目するか

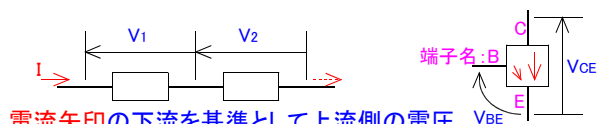
◇ 部品の両端の電圧

※主にアナログ回路で

- ・ 部品(2端子のもの)に流れる電流に対応する電圧を、部品ごとに検討する。

抵抗・コンデンサ・コイルなど(後日)

※3端子以上の場合、うち2端子を選択

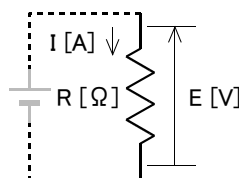


オームの法則

○ 抵抗に関する法則

◇ 電気抵抗という部品、モデル

- ・ 流れる電流に比例した電圧が両端に生じる。
- ・ 両端にかけた電圧に比例した電流が流れる。



- ・ $E[V] = R[\Omega] I[A]$
- ・ $I[A] = (1/R[\Omega]) E[V]$
- ・ $R[\Omega] = E[V] / I[A]$
- ・ 回路中の任意の抵抗それぞれに対して

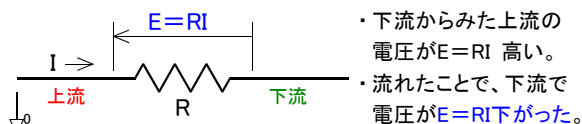
オームの法則

○電圧降下

◇抵抗に電流を流すと電圧が下がる

- ・回路中の抵抗1本を見たときに、
- ・電流の上流側と下流側の電圧を見ると、
- ・抵抗の両端間の電圧だけ差がある(下がる)。

→ 電圧降下 その電圧を降下電圧という

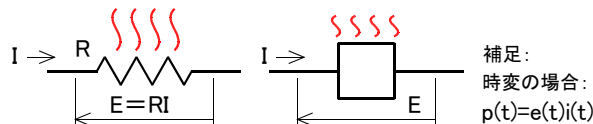


オームの法則

○抵抗の消費電力 一般部品の消費電力

◇消費電力[W]=電圧[V]×電流[A]

- ・部品や装置で、電圧E[V]がかかっていて電流I[A]流れていると、 $P[W]=EI$ の電力が消費される。→ 一般に熱になる(光・動力他)
- ・抵抗: $P=(RI)I=RI^2 = E(E/R)=E^2/R$



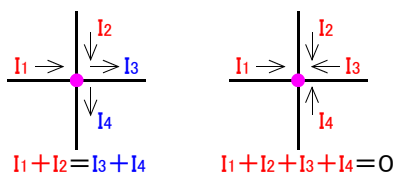
キルヒホッフの法則(第1)

○接続点で電流の総和は等しい/ゼロ

◇接続点●において

◇流入する電流の和 = 流出する電流の和

※電流の矢印、実際の流れに注意



$$I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 0$$

※実は流出→I<0もある

キルヒホッフの法則(第2)

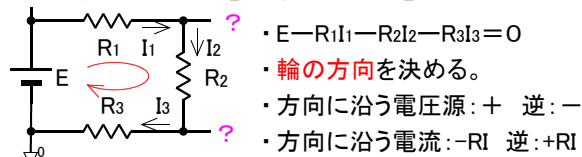
○回路のループを一周すると電圧ゼロ

◇回路内の任意の輪になっっている部分について

※途中で分岐があっても構わない

◇一周してくると、トータルで電圧がゼロ

◇ループ中の電圧源の和 = 電圧降下の和



$$E - R_1 I_1 - R_2 I_2 - R_3 I_3 = 0$$

・輪の方向を決める。

・方向に沿う電圧源: + 逆: -

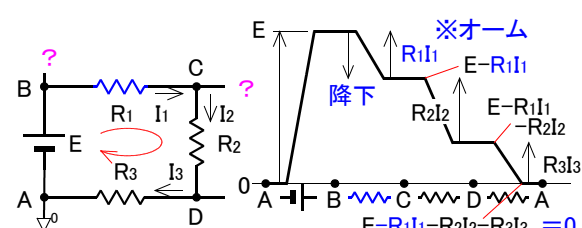
・方向に沿う電流: -RI 逆: +RI

キルヒホッフの法則(第2)

○回路のループを一周すると電圧ゼロ

◇電圧のグラフで考える

・正電圧源: 電圧up 抵抗: 電圧降下



キルヒホッフの法則(第1と第2)

○補足

◇言われてみれば当たり前のような法則。

◇これらの連立方程式で回路を解析できる。

◇キルヒホッフ第1の法則は電流の分岐・合流をはっきり意識する上で重要。

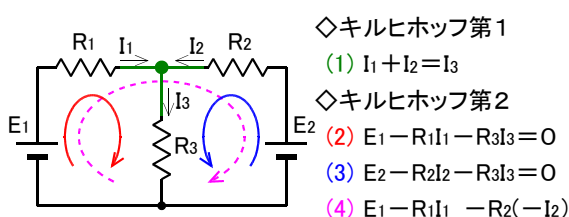
◇キルヒホッフ第2の法則は、電圧降下と電圧の上下イメージがあればあまり使わず。

◇電気の教科書には他にもいくつか法則があるが、キルヒあれば、メカトロではほぼ足りる。

キルヒホッフの法則(第1と第2)

○法則の適用例

◇直流電圧源×2+抵抗×3

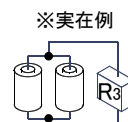


※ループ○に逆向き→ $+(-E_2)=0$

キルヒホッフの法則(第1と第2)

○法則の適用例

◇直流電圧源×2+抵抗×3



◇(1)(2)(3)を解くと:

$$I_1 = \frac{(R_2 + R_3)E_1 - R_3E_2}{\{R_1R_2 + R_2R_3 + R_3R_1\}}$$

$$I_2 = \frac{(R_1 + R_3)E_2 - R_3E_1}{\text{同}}$$

$$I_3 = \frac{R_2E_1 + R_1E_2}{\text{同}}$$

◇(4)は(2)-(3)

・輪の選択によっては冗長。