

抵抗の直列・並列と 分圧・分流

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 **RDE**

今回の到達目標

○ 抵抗の接続による回路の解析

◇ 合成抵抗の計算をすることができる

- ・ 抵抗の直列つなぎ 並列つなぎ
- ・ 組み合わせた場合

◇ 分圧の計算ができる

- ・ 抵抗で電圧を分ける・小さくする回路

◇ 法則の適用方法を理解できる

- ・ オームの法則、キルヒホッフの法則

合成抵抗

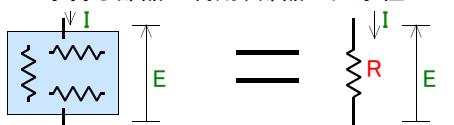
○ 抵抗を組み合わせた回路全体の抵抗

◇ 等価な回路

- ・ 組み合わされた回路と同等な抵抗は？
- ・ 等価：同じ特性：同じ電圧、電流となる。

◇ 現実的用途：目的の抵抗を得る

- ・ 手持ち部品の利用、部品の入手性

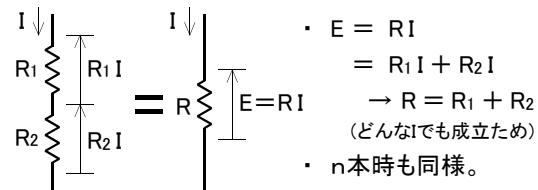


直列つなぎ(直列合成抵抗)

○ 直列つなぎの抵抗値 表記: $R_1 + R_2$

◇ 2本の抵抗: $R = R_1 + R_2$

◇ n本の抵抗: $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

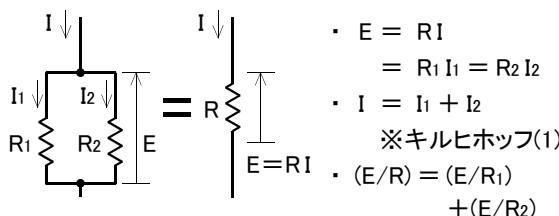


並列つなぎ(並列合成抵抗)

○ 並列つなぎの抵抗値 表記: $R_1 // R_2$

◇ 2本の抵抗: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

◇ n本の抵抗: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + \dots + 1/R_n$



並列つなぎ(並列合成抵抗: $+ \alpha$)

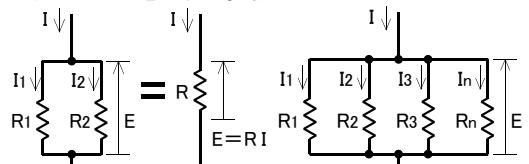
○ 並列つなぎの抵抗値 表記: $R_1 // R_2$

◇ 2本の抵抗: $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

→ 縮約: $R = (R_1 \cdot R_2) / (R_1 + R_2)$

単位: $[\Omega \cdot \Omega] / [\Omega] = [\Omega]$

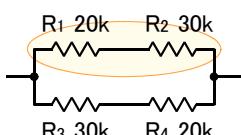
◇ 同じものをn本→抵抗値は $1/n$



合成抵抗計算の実例

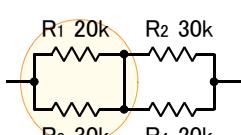
$$\begin{aligned} \text{※ } 20k // 30k &= \\ (20k \cdot 30k) / (20k + 30k) &= \\ &= 600kk / 50k = 12k \end{aligned}$$

○ まとめりから順に計算



◇ 直列→並列

- ・ $R_1 + R_2 = 50k$
- ・ $R_3 + R_4 = 50k$
- ・ $50k // 50k = 25k$



◇ 並列→直列

- ・ $R_1 // R_3 = 20k // 30k = 12k$
- ・ $R_2 // R_4 = 30k // 20k = 12k$
- ・ $12k + 12k = 24k$

合成抵抗の使い道

○ 手元にない抵抗値を得る

◇ 直列つなぎにすることで狙った値を作る

- ・ 標準品は限られている

→ E24系列, E96系列

- ・ 特別な抵抗値が必要な場合の対処

・ 抵抗の精度に注意

→ 実現する抵抗に十分な精度 or 測定
or 固定抵抗+半固定抵抗(調整)

◇ 単にあり合わせの抵抗をつかう場合

合成抵抗の使い道

○手元にない抵抗値を得る

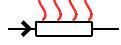
補足: 抵抗の入手性と E24系列

- 市販されている抵抗は種類が限られる
- 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91
× 10のn乗 **※特に主要**
- 概ね(1.0[Ω]～)10[Ω]～1[MΩ](～10[MΩ])
- 1割upの刻み (←対数で等間隔、抵抗の精度±5%)

合成抵抗の使い道

○抵抗を減らし、電力許容を向上させる

◇複数の抵抗に電流・電力消費を分散させる

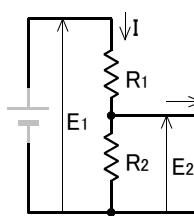
- 例) 抵抗値Rで許容電力Pmaxの抵抗を並列にn本つないだ場合

- 合計電流そのままなら各抵抗電流1/n
→ 抵抗1本あたりの電力が1/nになる
- 許容電力が全体でn × Pmaxに
※抵抗値はR/nになる。

◇抵抗値維持→(nR)[Ω]をn本並列 (直列時(R/n))

分圧回路

○抵抗2本で電圧を分ける・小さくする回路

◇抵抗の比率で小さくした電圧を取り出す



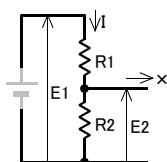
- 右側には電流が流れないとする(無視できるほど小さい)
→ R1とR2には同じ電流I
- E1 = R1 I + R2 I
- E2 = R2 I ※I=で連立
→ E2 = R2 / (R1 + R2) E1
- 抵抗の比で電圧が小さく。

分圧回路

○利用上の制限・要注意点

◇後続の回路の影響がある

- 流れる電流は無視できるほど小さくする。
- 受け側に小さな抵抗を繋いではならない
=モータなど電流必要系には使えない。



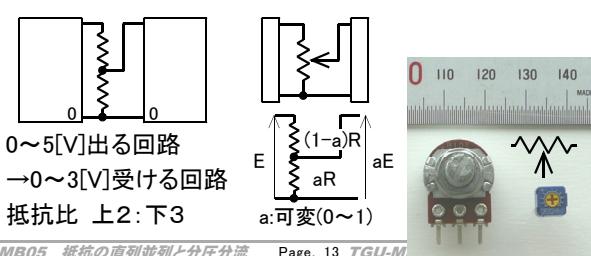
◇直前の回路への負担

- 直前の回路には、(R1 + R2)の抵抗がぶら下がった挙動になる。
- それを前提とした設計が必要。

分圧回路

○使用例

- 入力信号を何らかの目的で小さくする
- 信号の大きさを可変にする: 可変抵抗との併用

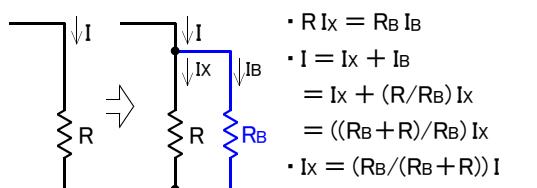


分流回路

○電流をバイパスさせる回路

◇ある回路に流れる電流を指定比率で減らす

- もともとあつた抵抗に別の抵抗を並列する。

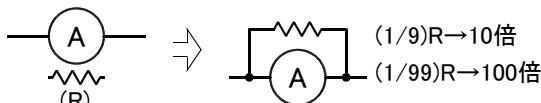


- R Ix = Rb Ib
 - I = Ix + Ib
 - = Ix + (R/Rb) Ix
 - = ((Rb + R)/Rb) Ix
 - Ix = (Rb/(Rb + R)) I
- 例) Rb = (1/9)R → Ix = (1/10)I

分流回路

○使用例

- 電流計の測定レンジ変更
 - 電流計は「電流」に比例して針がふれる。
 - 電流計は小さな抵抗として振る舞う。
 - 小電流の電流計 // より小さな抵抗
→ より大きな電流の電流計になる。

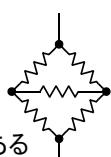


直列並列と分圧分流

○適用の仕方に注意をはらうこと

◇直列・並列の計算は

- まとまっているところから順に
- 今回的方法で計算できない例もある
※別の手段・法則が存在する: 略



◇回路の利用条件に気をつける

- 分圧回路の制限(主に出力側)
- 条件に抵触すると、計算式通りの結果にならず、何らかの誤差が生じる。