

機械知能工学科
メカトロニクス基礎

MB-05/Rev 17-1.0

第05回

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

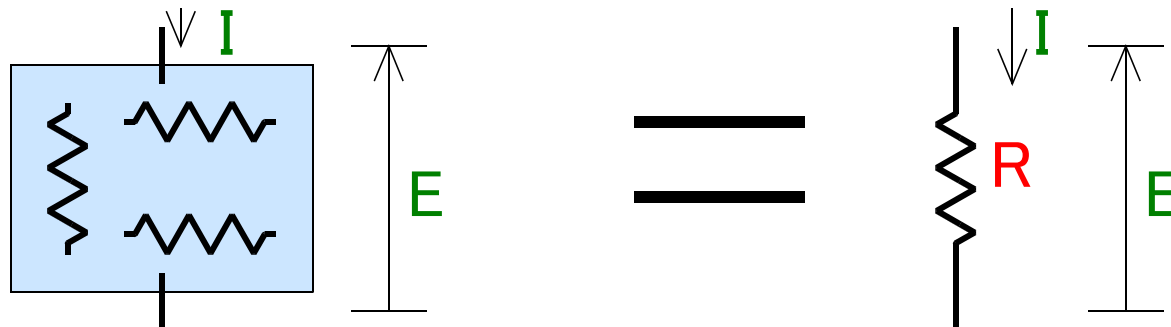
○抵抗を組み合わせた回路全体の抵抗

◇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

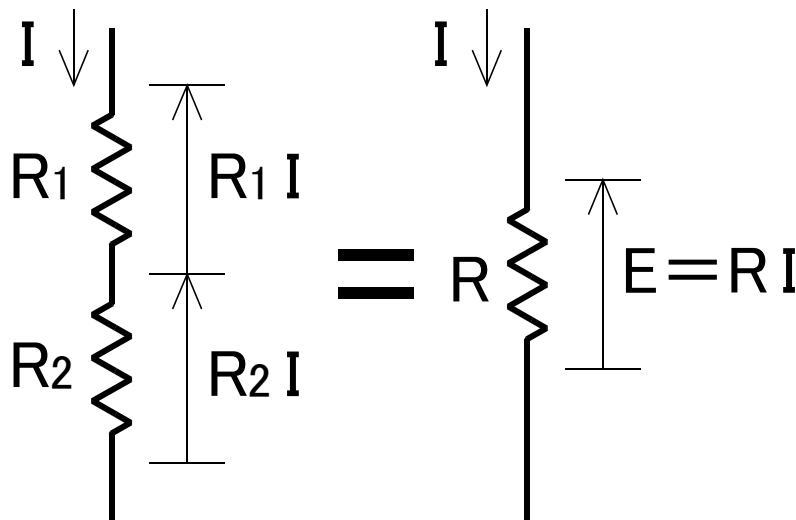


直列つなぎ（直列合成抵抗）

○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： $R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$



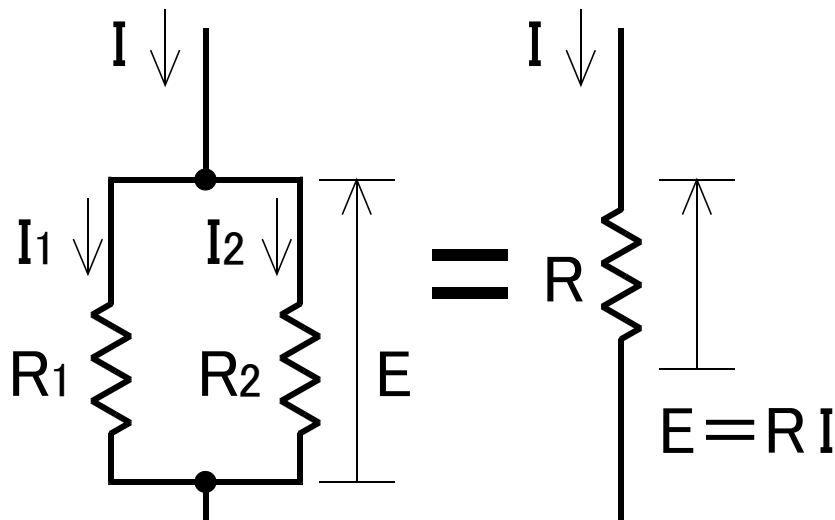
- $E = R I$
 $= R_1 I + R_2 I$
 $\rightarrow R = R_1 + R_2$
(どんな I でも成立ため)
- n 本時も同様。

並列つなぎ（並列合成抵抗）

○並列つなぎの抵抗値 表記： $R_1 \parallel R_2$

◇2本の抵抗： $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

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



- $E = RI$
 $= R_1 I_1 = R_2 I_2$
- $I = I_1 + I_2$
※キルヒホッフ(1)
- $(E/R) = (E/R_1) + (E/R_2)$

並列つなぎ（並列合成抵抗： $+ \alpha$ ）

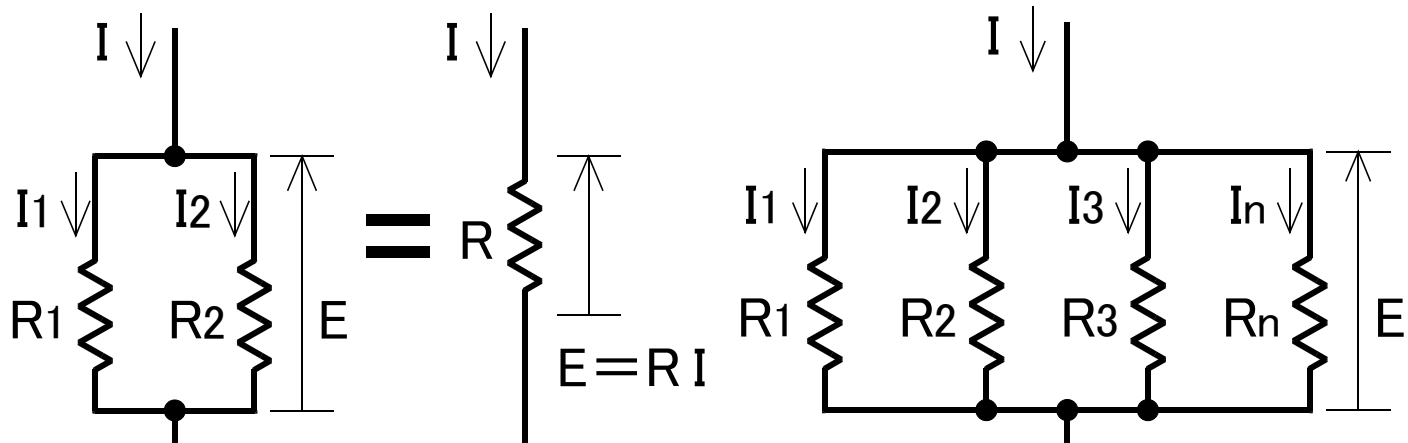
○並列つなぎの抵抗値 表記： $R_1 \text{ // } R_2$

◇2本の抵抗： $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

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

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

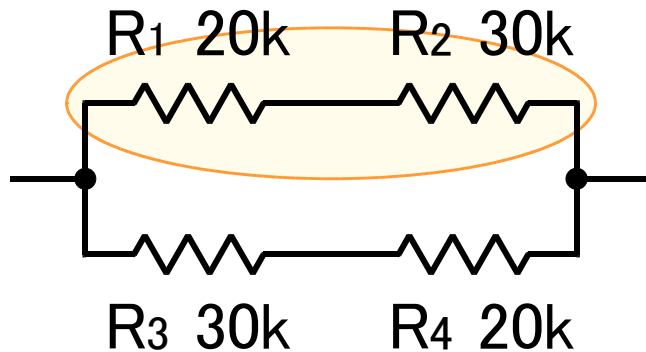
◇同じものをn本→抵抗値は $1/n$



合成抵抗計算の実例

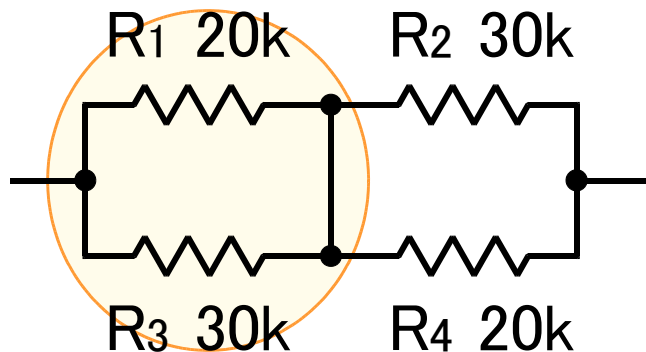
$$\begin{aligned} & \times 20k // 30k = \\ & (20k \cdot 30k) / (20k + 30k) \\ & = 600k / 50k = 12k \end{aligned}$$

○まとまりから順に計算



◇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

○手元にはない抵抗値を得る

◇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

○手元にはない抵抗値を得る

補足：抵抗の入手性 と E24系列

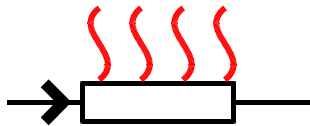
- ・市販されている抵抗は種類が限られる
- ・ 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91
× 10のn乗 ※特に主要
- ・ 概ね(1.0[Ω]～)10[Ω]～1[MΩ](～10[MΩ])
- ・ 1割upの刻み (←対数で等間隔、抵抗の精度±5%)

合成抵抗の使い道

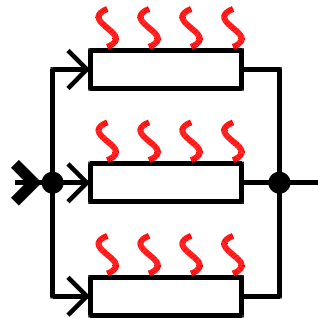
○抵抗を減らし、電力許容を向上させる

◇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 $P_{\max}$ 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



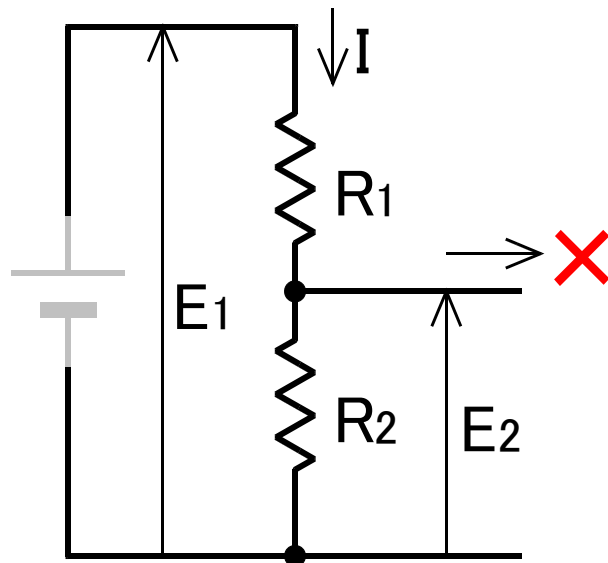
- ・許容電力が全体で $n \times P_{\max}$ に
※抵抗値は R/n になる。

◇抵抗値維持→ $(nR)[\Omega]$ 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



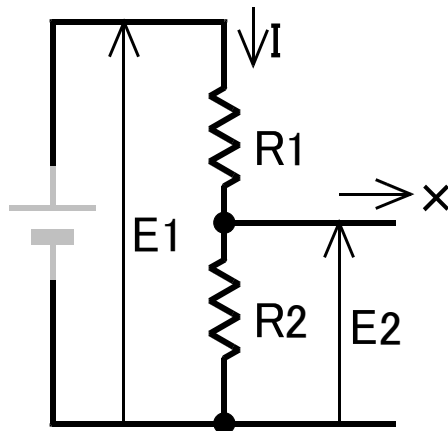
- ・ 右側には電流が流れない
とする(無視できるほど小さい)
→ R_1 と R_2 には同じ電流 I
- ・ $E_1 = R_1 I + R_2 I$
- ・ $E_2 = R_2 I$ ※ I で連立
→ $E_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E_1$
- ・ 抵抗の比で電圧が小さく。

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

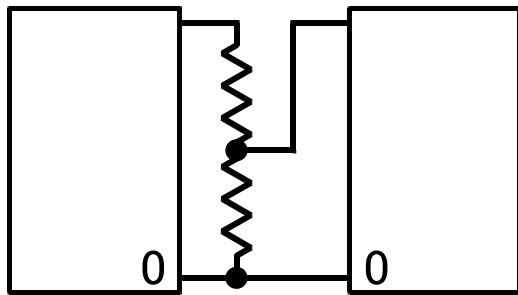
- ・ 直前の回路には、 $(R_1 + R_2)$ の抵抗がぶら下がった挙動になる。
- ・ それを前提とした設計が必要。

分圧回路

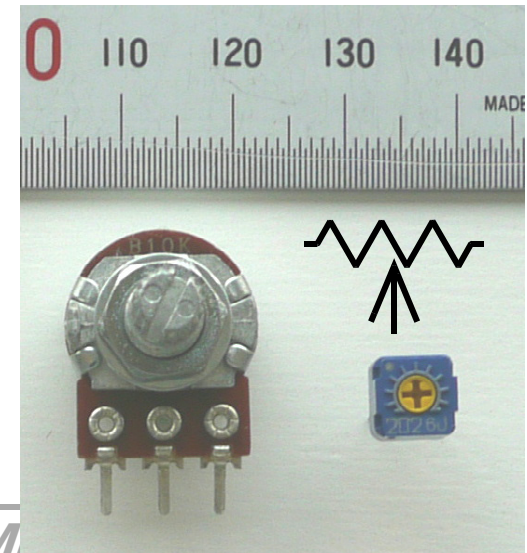
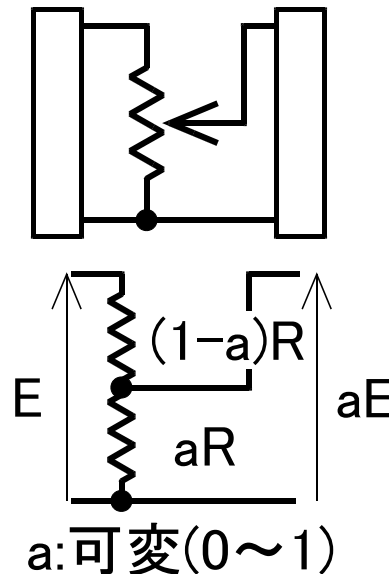
○使用例

◇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



0~5[V]出る回路
→0~3[V]受ける回路
抵抗比 上2:下3

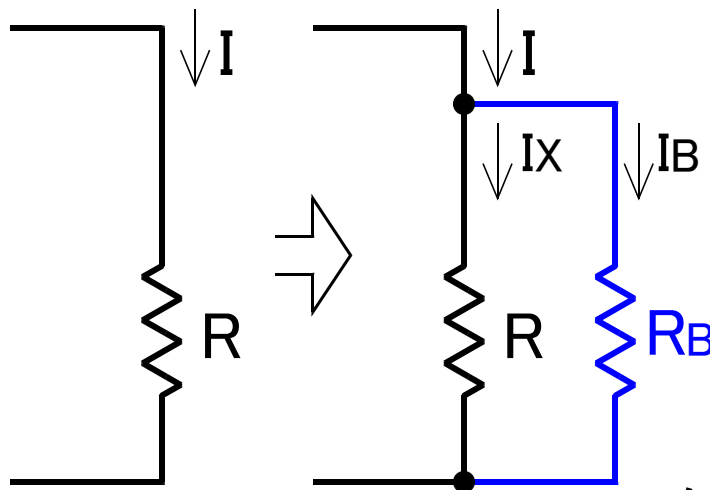


分流回路

○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

- ・もともとあった抵抗に別の抵抗を並列する。



- ・ $R I_X = R_B I_B$

- ・ $I = I_X + I_B$

$$= I_X + (R/R_B) I_X$$

$$= ((R_B + R)/R_B) I_X$$

- ・ $I_X = (R_B/(R_B + R)) I$

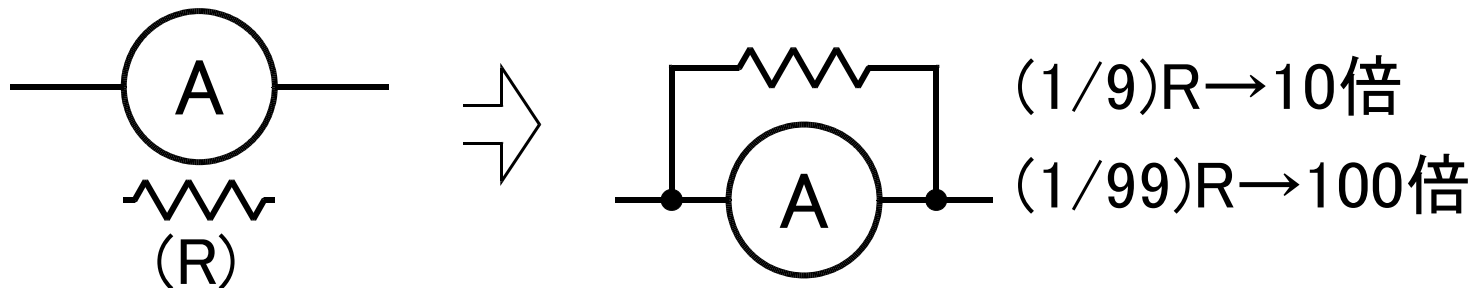
例) $R_B = (1/9)R \rightarrow I_X = (1/10)I$

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。

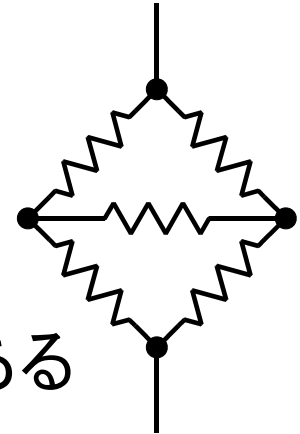


直列並列と分圧分流

○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
 - ・今回の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。