

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

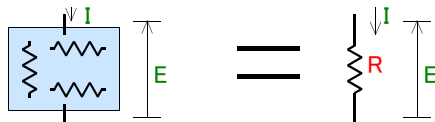
○ 抵抗を組み合わせた回路全体の抵抗

◇ 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。

◇ 用途：目的の抵抗を得る

- ・ 手持ち部品の利用、部品の入手性

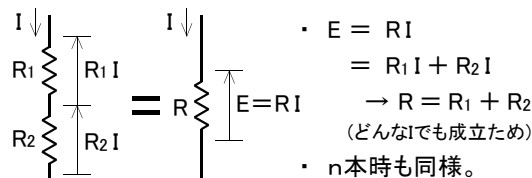


直列つなぎ（直列合成抵抗）

○ 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： $R = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

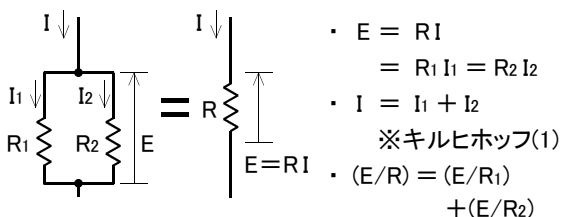


並列つなぎ（並列合成抵抗）

○ 並列つなぎの抵抗値 表記： $R_1 \parallel R_2$

◇ 2本の抵抗： $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$

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



並列つなぎ（並列合成抵抗： $+ \alpha$ ）

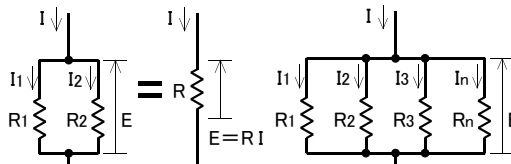
○ 並列つなぎの抵抗値 表記： $R_1 \parallel R_2$

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

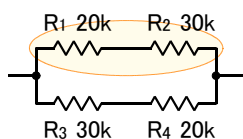
◇ 同じものをn本→抵抗値は $1/n$



合成抵抗計算の実例

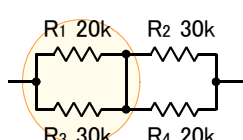
$$\begin{aligned} & \times 20k \parallel 30k = \\ & (20k \cdot 30k) / (20k + 30k) \\ & = 600kk / 50k = 12k \end{aligned}$$

○ まとまりから順に計算



◇ 直列→並列

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



◇ 並列→直列

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

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 $\times 10$ の n 乗 ※特に主要
- ・概ね $(1.0[\Omega] \sim) 10[\Omega] \sim 1[\text{M}\Omega] (\sim 10[\text{M}\Omega])$
- ・1割upの刻み (一対数で等間隔、抵抗の精度 $\pm 5\%$)

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

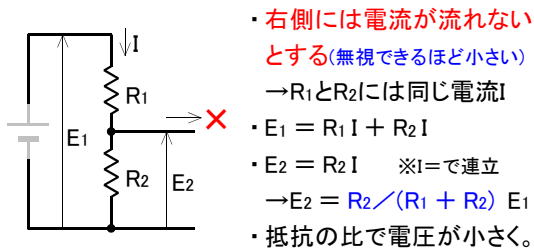
- ・例) 抵抗値 R で許容電力 P_{max} の抵抗を並列に n 本つないだ場合
- ・抵抗値は R/n になる。
- ・合計電流そのままなら電流 $1/n$ $\rightarrow$ 抵抗1本あたりの電力が $1/n$ になる
- ・許容電力が全体で $n \times P_{\text{max}}$ に

◇並列時: $(nR)[\Omega]$ を n 本 (直列時 $(R/n)[\Omega]$ を n 本)

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

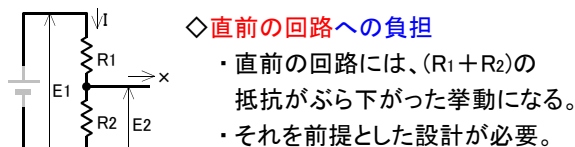


分圧回路

○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。

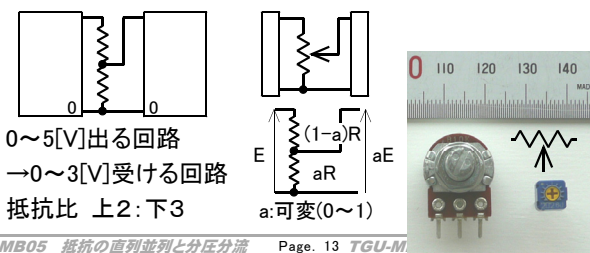


分圧回路

○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

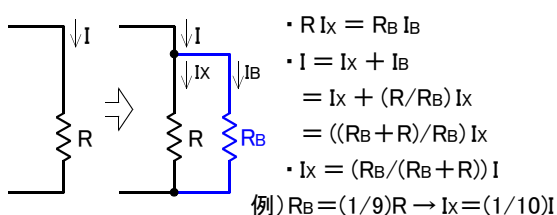


分圧回路

○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。

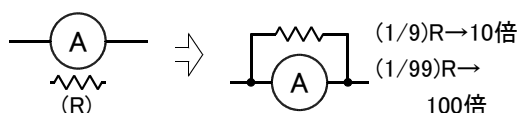


分圧回路

○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 $\rightarrow$ 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。

