

コンデンサ と コイル

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

○ コンデンサとコイルの特性を知る

◇コンデンサの特性を、定性的／式で説明できる

- ・電荷を貯める特性（積分）
- ・周波数に対する特性

◇コイルの特性を、定性的／式で説明できる

- ・電流の時間変化への反応（微分）
- ・電流を維持する性質

◇コイルの重要さと危険性を説明できる

- ・電磁アクチュエータの特性としてのコイル

コンデンサ

○電気を貯める部品

◇部品としてのコンデンサ

セラミック
コンデンサ
15000p 50V?

チップコンデンサ
2.2uF 10V

スーパー
キャパシタ
470F 2.3V
蓄電・大電力

マイラー
フィルムコンデンサ
0.33u 50V

電解
コンデンサ
10u 35V
220u 50V
1000u 35V
2200u 63V

コンデンサ

○電気を貯める部品

◇部品としてのコンデンサ



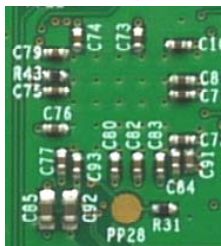
コンデンサ

○電気を貯める部品

◇コンピュータ基板上のコンデンサ

Raspberry Pi

C??: コンデンサ



コイル

○電磁アクチュエータの基礎

◇コイルと電磁石、モータ

リレー
(電磁石+スイッチ)
トロイダルコイル
100uH 9A

ソレノイド
(電磁石)

直流
モータ

コンデンサ

○概要

◇部品としての特徴

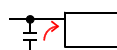
[F]:ファラッド

- ・特性値:容量[F]、耐電圧、精度（、ESR）
- ・電流を流し込む:充電 出す:放電
- ・狭い間隔で平行にした導体で構成
例)金属(アルミ)箔、フィルムに金属蒸着
- ・導体間に何かを挟むことで容量を上げる
- ・無極性と有極性(±, 電解型)
- ・英語ではCapacitor(キャパシタ)

コンデンサ

○概要

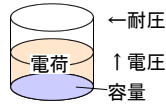
◇部品としての用途



- ・電源の安定化（パスコン=バイパスコンデンサ）
回路で急に電流が必要になっていたときに
放電することで電圧の低下を防ぐ。
現存するコンデンサの大多数の役割。
- ・周波数によって信号の通し具合を変える。
フィルタ回路など → 総合・演習・実験!

コンデンサ

○電荷を貯める



◇特性式 ※[C]:クーロン [F]ファラッド

・電荷 $q(t) = \int i(t) dt$ $q[C]$
 $q(t) = Ce(t)$, $e(t) = (1/C)q(t) = (1/C) \int i(t) dt$
C[F]: (静電)容量
 $e(t)$: 電圧 $i(t)$: 電流 ※共に時間変化
 $q(t)$

◇解釈

- ・両端の電圧は電流の時間積分に比例する
- ・電荷は電圧と容量に比例する

コイル

○概要



◇部品としての特徴

[H]:ヘンリー

- ・特性値: **インダクタンス[H]** (、許容電流)
- ・線を巻いたものは**コイル**になる。
- ・中に何か入れるとインダクタンスを増やせる。
入れたもの: **コア** 材質: 鋼板、フェライト等
中が空: 空心コイル
- ・**電磁石、モータはすべてコイル**と考える
→ メカトロでは非常に重要

コイル

○概要

◇部品としての用途

- ・**電磁アクチュエータ**
※コイルとして使うわけではない
- ・電源回路: **電流の平滑化**
- ・トランス (交流電圧の昇降)
- ・**高電圧の発生** (自動車の点火、電源回路)
- ・電源からのノイズ除去
- ・信号線のノイズ (放射) 低減



信号線の
ノイズ対策

コイル

○電流の変化に応じた電圧



◇特性式

・ $e(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ $\frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{L} e(t)$
L[H]: (自己)インダクタンス ※[H]:ヘンリー
 $e(t)$: 電圧 $i(t)$: 電流 ※共に時間変化

◇解釈

- ・両端の電圧は電流の時間変化に比例する
- ・電流の変化は かけた電圧に比例する

コイル

○コイルの性質と危険性

◇特性式

・ $e(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ $\frac{di(t)}{dt} = \frac{1}{L} e(t)$

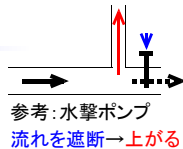
◇ $e(t)=0 \rightarrow$ 電流変化しない: 流れ続ける

◇直流電圧源Eを接続 $\rightarrow E/L$ で電流が増加する

◇電流が流れているコイルをスイッチオフ

→電流が急にゼロになる

→ di/dt がマイナスに大 $\rightarrow$ 両端に高電圧発生



参考: 水撃ポンプ
流れを遮断 $\rightarrow$ 上がる

コンデンサ・コイルの周波数特性

○正弦波交流電流を流す

◇電流: $i(t) = i_0 \sin(2\pi ft)$ f : 周波数 (周期/秒)
 ◇抵抗: $e(t) = R i_0 \sin(2\pi ft)$
 → 電圧振幅($R i_0$) $\div$ 電流振幅(i_0)= R (抵抗)
 ◇コンデンサ: $e(t) = (1/C)(1/2\pi f) i_0 (-\cos(2\pi ft))$
 → 電圧振幅($i_0/2\pi f C$) $\div$ (i_0)= $1/2\pi f C$
 抵抗っぽい値: $1/2\pi f C$ (f に反比例)
 ◇コイル: $e(t) = L 2\pi f i_0 \cos(2\pi ft)$
 → 電圧($2\pi f L i_0$) $\div$ (i_0)= $2\pi f L$ (f に比例)

コンデンサ・コイルの周波数特性

○正弦波交流電流を流す

◇交流電流に対する特徴

- ・抵抗: 周波数に依存しない
- ・コンデンサ:
抵抗っぽい値が**周波数に反比例**
→周波数が高いほど流れやすい・直流 $\times$
→**周波数に依存した回路を作れる**
- ・コイル:
同周波数に比例、周波数が低いほど流れる

コンデンサ・コイルの計算

○合成など

◇平均するとコンデンサもコイルも消費ゼロ[W]
 ・充電 $\rightarrow$ 電力を吸う 放電 $\rightarrow$ 電力を吐く

◇コンデンサ合成 ※抵抗と反対

- ・直列 $1/C = 1/C_1 + 1/C_2$
- ・並列 $C = C_1 + C_2$

◇コイル合成 ※抵抗と同じ

- ・直列 $L = L_1 + L_2$
- ・並列 $1/L = 1/L_1 + 1/L_2$