

# 回路講習会の目標と内容

電子回路を自力で解析・設計するために...

- 基礎事項の理解
  - 回路シミュレータの基本的な使い方をマスターする
1. 基礎編 1 :
    - 一般回路の法則，定理について
    - 演習問題
    - 製作実習：同軸ケーブルの作成 (RG174)
  2. 基礎編 2 :
    - 交流回路と複素表示，伝達関数と Bode 線図
    - OP アンプの基本回路について
  3. 基礎編 3 :
    - 回路シミュレータ SIMatrix の使い方について
    - Low pass filter のステップ応答，周波数応答
  4. 実践編：Photo Diode の動作原理と使い方
    - SIMatrix での Photo Diode 等価モデル作成
    - メーカー提供の OP アンプマクロモデルのインストール
    - 代表的な Photo Diode 回路 2 種類の比較

# 回路講習会の目標と内容2

## 5. 応用編 (??)

- SIMetrix の便利な使い方：制御回路を効率よく設計するために
  - Parameterized OPamp を使った簡易モデルの作成
  - メーカー提供の OP アンプマクロモデルからオープンループゲインの伝達関数を求める方法
  - Voltage controlled Voltage Source と 1 次遅れ要素 (RC 回路) の組み合わせによる OP アンプの簡易モデル作成
  - Laplace Transfer function や Non-linear transfer function を使った任意の回路モデル作成
  - 遅れ要素 (無駄時間要素) のモデル作成
- 負帰還と自動制御：水上著『自動制御』7 章, 11 章
  - 負帰還の Bode 線図による安定判別法
  - 制御系の計画：補償回路の組み合わせによる制御系の安定化

# 集中定数回路と分布定数回路(1)

- この講義で取り扱う範囲：
  - 低周波回路 (集中定数回路)

# 集中定数回路と分布定数回路(1)

- この講義で取り扱う範囲：
  - 低周波回路 (集中定数回路)
- 低周波 (集中定数回路) と高周波 (分布定数回路) の違いとは

# 集中定数回路と分布定数回路(1)

- この講義で取り扱う範囲：
  - 低周波回路 (集中定数回路)
- 低周波 (集中定数回路) と高周波 (分布定数回路) の違いとは
  - 取り扱う周波数 (波長) と回路の大きさの関係で決まる

# 集中定数回路と分布定数回路(1)

- この講義で取り扱う範囲：
  - 低周波回路 (集中定数回路)
- 低周波 (集中定数回路) と高周波 (分布定数回路) の違いとは
  - 取り扱う周波数 (波長) と回路の大きさの関係で決まる

周波数	周期	波長	
		真空中	同軸ケーブル中
1 GHz	1 ns	30 cm	20 cm
1 MHz	1 $\mu$ s	300 m	200 m

# 集中定数回路と分布定数回路 (2)

- 通常扱う回路の大きさ (30 cm 程度) の場合, 5 MHz 程度 (真空中の波長 150 m) までは十分低周波と近似して考えることができる
- 50 MHz (真空中の波長  $6 \text{ m} = 30 \text{ cm} \times 20$ ) 程度まではぎりぎり集中定数回路として考えてもよい回路 (基板) の大きさを小さくすると扱いやすい

# 集中定数回路と分布定数回路 (2)

- 通常扱う回路の大きさ (30 cm 程度) の場合, 5 MHz 程度 (真空中の波長 150 m) までは十分低周波と近似して考えることができる
- 50 MHz (真空中の波長  $6 \text{ m} = 30 \text{ cm} \times 20$ ) 程度まではぎりぎり集中定数回路として考えてもよい  
回路 (基板) の大きさを小さくすると扱いやすい
- それより高い周波数では集中定数という「近似」が成り立たない



# 集中定数回路と分布定数回路 (2)

- 通常扱う回路の大きさ (30 cm 程度) の場合, 5 MHz 程度 (真空中の波長 150 m) までは十分低周波と近似して考えることができる
- 50 MHz (真空中の波長  $6 \text{ m} = 30 \text{ cm} \times 20$ ) 程度まではぎりぎり集中定数回路として考えてもよい  
回路 (基板) の大きさを小さくすると扱いやすい
- それより高い周波数では集中定数という「近似」が成り立たない  
→ 電磁波としての取り扱いが必要

# 一般回路の基本法則・定理

- オームの法則:  $V = ZI$

(配付資料 (教科書抜粋) 参照)

# 一般回路の基本法則・定理

- オームの法則:  $V = ZI$
- キルヒホッフの法則

(配付資料 (教科書抜粋) 参照)

# 一般回路の基本法則・定理

- オームの法則:  $V = ZI$
- キルヒホッフの法則
  - 第1法則 (電荷の保存則:  $\nabla \cdot \mathbf{j} = 0 (= -\frac{\partial \rho}{\partial t})$ )
    - 電圧信号を伝えるためには電流を流す必要がある
    - 電荷は途中で消失しない
    - 電流が戻る (リターン) 線が重要
  - 第2法則 (閉じたループの線積分はゼロ:  
 $\nabla \times \mathbf{E} = 0 (= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t})$ )

(配付資料 (教科書抜粋) 参照)

# 一般回路の基本法則・定理

- オームの法則:  $V = ZI$
- キルヒホッフの法則
  - 第1法則 (電荷の保存則:  $\nabla \cdot j = 0 (= -\frac{\partial \rho}{\partial t})$ )
    - 電圧信号を伝えるためには電流を流す必要がある
    - 電荷は途中で消失しない
    - 電流が戻る (リターン) 線が重要
  - 第2法則 (閉じたループの線積分はゼロ:  
 $\nabla \times E = 0 (= -\frac{\partial B}{\partial t})$ )
- 重ねの理

(配付資料 (教科書抜粋) 参照)

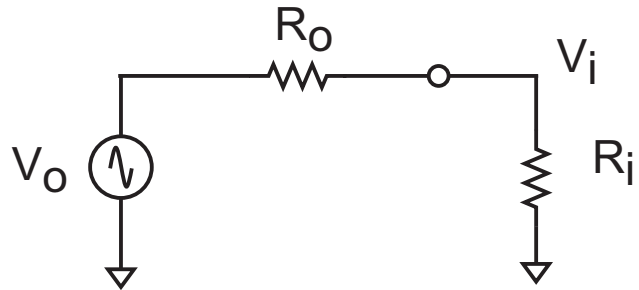
# 一般回路の基本法則・定理

- オームの法則:  $V = ZI$
- キルヒホッフの法則
  - 第1法則 (電荷の保存則:  $\nabla \cdot j = 0 (= -\frac{\partial \rho}{\partial t})$ )
    - 電圧信号を伝えるためには電流を流す必要がある
    - 電荷は途中で消失しない
    - 電流が戻る (リターン) 線が重要
  - 第2法則 (閉じたループの線積分はゼロ:  
 $\nabla \times E = 0 (= -\frac{\partial B}{\partial t})$ )
- 重ねの理
- 鳳・テブナンの定理

(配付資料 (教科書抜粋) 参照)

# 入力・出力インピーダンスの考え方

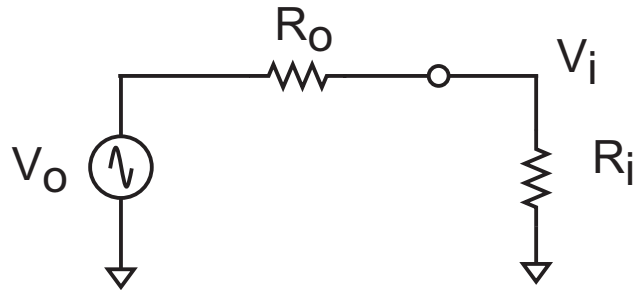
低周波回路で電圧信号を伝えるために重要なこと



$$V_i = \frac{R_i}{R_o + R_i} V_o$$

# 入力・出力インピーダンスの考え方

低周波回路で電圧信号を伝えるために重要なこと



$$V_i = \frac{R_i}{R_o + R_i} V_o$$

出力電圧信号  $V_o$  を正確に伝えるためには、

- $R_o \rightarrow 0$       低出力インピーダンス
- $R_i \rightarrow \infty$       高入力インピーダンス

このとき  $V_i \approx V_o$  となる。

(通常 1%以内は誤差と見なす)



# 鳳 - テブナンの定理・重ねの理の実例

演習問題 (別紙) 参照:来週の課題

# 参考文献

1. トランジスタ技術 SPECIAL 『OP アンプによる実用回路設計』, 馬場 清太郎 著, 2004 年 5 月, CQ 出版 (株), ISBN4-7898-3748-3
2. 『計測のためのアナログ回路設計』, 遠坂 俊昭 著, 1997 年 11 月, CQ 出版 (株), ISBN4-7898-3284-8
3. 『計測のためのフィルタ回路設計』, 遠坂 俊昭 著, 1998 年 9 月, CQ 出版 (株), ISBN4-7898-3282-1
4. 『自動制御』, 水上 憲夫 著, 1968 年 2 月, 朝倉書店, ISBN4-254-22511-3