

プロジェクト実習Ⅰ

エレクトロニクス基礎

第1回の解説

2024年12月16日

担当: シリアーラヤ パノット

エレクトロニクス基礎って何をやる？

エレクトロニクス基礎技術を習得するため、アナログ・デジタル回路の基礎を学び、LCR回路の理論値と測定データの比較や論理ゲートの特性測定を行います。

連絡先

シリアーラヤ パノット	8号館318部屋	spanote@kit.ac.jp
-------------	----------	-------------------

- やむをえない理由で欠席，遅刻する場合は，なるべく事前に連絡する
- 遅刻は3回で欠席1回とみなす

エレクトロニクス基礎って何をやる？

- アナログ回路基礎

- LCR 回路の時間応答特性の検討
 - LCR 回の出力・インディシャル応答を検討する
- LCR 回路の周波数応答特性の検討
 - ゲイン特性と位相特性のデータをもとにボード線図を作成する

- デジタル回路基礎

- 基本論理素子の特性の検討
 - 論理ゲート・CMOS NOT の入出力特性を検討
- フリップフロップ
 - SR Flip Flopと D Flip Flopの動作確認する

LCR 回路

- LCR回路は L(インダクタ)、C(コンデンサー)とR(抵抗)で構成されている
 - L(インダクタ): 磁場にエネルギーを蓄える。
 - C(コンデンサ): 電場にエネルギーを蓄える。
 - R(抵抗): 電流の流れを妨げ、そのエネルギーを熱として放散する。
- アナログ電子回路の基盤であり、フィルタ、信号処理などでよく使用されている。実際ではラジオのチューナーやオーディオフィルタで応用する
- LCR回路の時間応答と周波数応答特性の解析を理解する
 - ステップ入力に加えられた直後の反応(振動、オーバーシュートなど)
 - 周波数ごとのゲイン特性と位相特性を検討

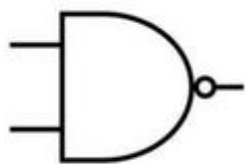
ディジタル回路

- 論理ゲート

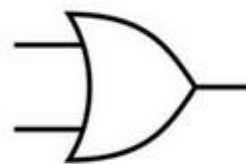
- デジタル回路に置いて、真理値(0または1)をもとに入力信号を処理して出力を生成します。
 - AND、OR、NOT、NAND、NOR、XOR。



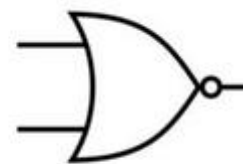
AND



NAND



OR



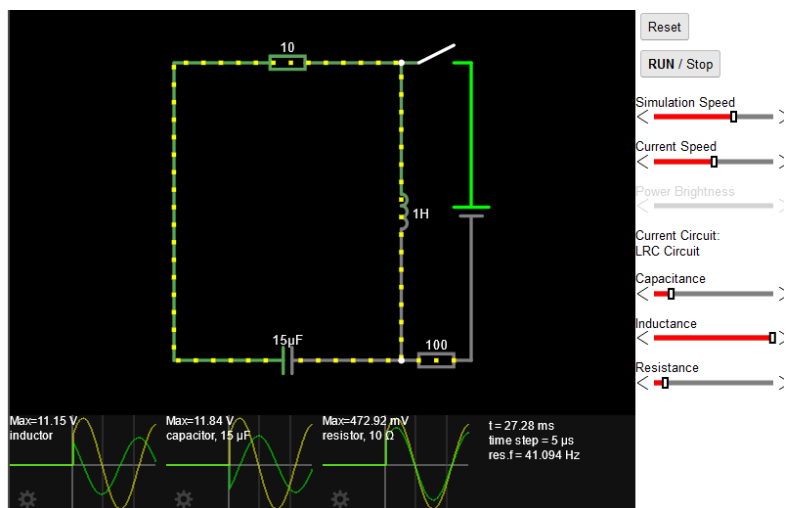
NOR

- フリップフロップ

- 2つの安定状態を持ち、1ビットの情報(0または1)を保存することができます
- デジタル回路でカウンタ、レジスタでよく使っている

使用するソフトと部品

- Excel
- Waveform / Analog Discovery +
LCR電子回路コンポネント、TTL/CMOS回路
- または、Falstad（オンラインでシミュレートする）



インストールされているノートPCを持参して実験を行うことも可能ですが、持参しない場合は、大学がノートPCを貸し出します。

レポートの提出と受理

- 2週目以降, 1回ごとに実験した内容をまとめ, その実験が行われた週の木曜日までにレポートを提出する
- 毎週提出したレポートは内容のチェック後返却される
- 第 2, 3 週の実験と第 4, 5 週の実験でそれぞれ 1 本のレポートを完成させる
 - 第3週のレポートは第2週のレポートに新しい実験内容を追加していく
 - 第4 週のレポートは第3週のレポートに新しい実験内容を追加していく
- 第 2, 3 週のレポートは「アナログ回路基礎レポート」、第4,5週のレポートは「デジタル回路基礎レポート」になる
- 単位取得にはこのレポート二つが受理されることが必要

スケジュール

日	月	火	水	木	金	土
12月15	16: 第1回の実習	17	18	19	20	21
22	23 第2回の実習	24	25	26 第2回のレ ポート締め切り	27	28
29	30	31	1月1	2	3	4
5	6 第3回の実習 第2回のレポート のコメントをもらう	7	8	9 第2+3回レ ポート締め切り	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20 第4回の実習 第2+3回のレポート のコメント	21	22	23 第4回レポート 締め切り	24	25
26	27 第5回の実習 第4回のレポート のコメント	28	29	30 第4+5回レ ポート締め切り	31	2月1

スケジュール (II)

日	月	火	水	木	金	土
						2月1
2	3 第 4 +5回のレポート のコメント	4	5 アナログ回路基礎レ ポートの提出 締め切り デジタル回 路基礎レ ポートの提出 締め切り	6	7 受理された かどうか を Moodle で発表す る	8
9	10 未受理のレポート を再提出の提出締 め切り					

レポート提出：注意事項

- WordまたはPDF形式で提出いただいても構いません。
- レポートには、必ず「エレクトロニクス基礎報告書の表紙」を添付してください。(Moodle からダウンロードできます)
- レポートはDropboxのリンクを通じて提出してください。(Moodle 上で案内します)
- 提出したファイルには
 - 第X回_班数_学生番号 で名前を付けて下さい
 - 例えば「第2回_班1_b200000」

レポート提出

<https://www.dropbox.com/request/LZSzLWYQnEp8PnnkKrTx>

Panote Siriaraya sent you this request

第2回のエレクトロニクス基礎の実習レポート提出

提出締め切り： 12月26日ファイル名は 第2回_班数_学生番号 にしてください
例えば 第2回_班1_b200000

Add files

or drag stuff here



Your files will be uploaded securely to Panote Siriaraya's Dropbox account. More about [file requests](#) and our [Privacy Policy](#).

Panote Siriaraya sent you this request

第2回のエレクトロニクス基礎の実習レポート提出

提出締め切り： 12月26日ファイル名は 第2回_班数_学生番号 にしてください
例えば 第2回_班1_b200000

PDF 第2回_班1_b200000.pdf

⊕ Add more files

名前

E-mail

Your name

Add your name

Your email address

you@example.com

Upload



レポート作成: 注意事項

- プロジェクト実習履修の手引きの資料をよく読んでください！
- 「理論」と「方法」を省略すること。
- 「実験項目」、「目的」、「使用器具」、「結果」、「吟味・考察」、「問題の解答」に加えること
- グラフには、測定点と実験曲線を描く。実験曲線は、測定点近傍を通る滑らかな曲線として描く。

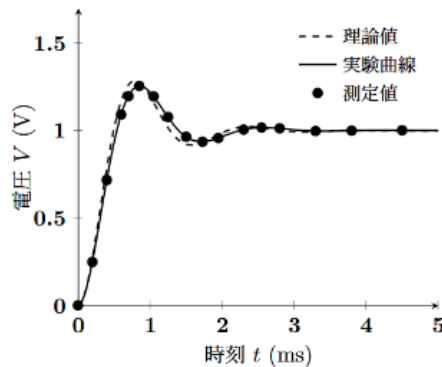


図1 LCR回路の時間応答

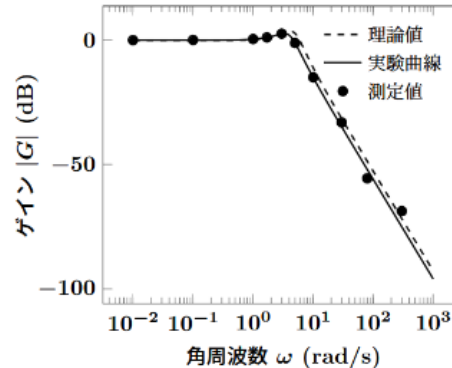


図2 LCR回路の周波数応答

第1回のエレクトロニクス基礎の実習

1. 「エレクトロニクス基礎テキスト」と「スケジュールとレポート作成に関する注意事項」をよく読み、実習の全体の内容を把握してください（Moodleからダウンロードできます）。
2. 今回の実習内容はExcel を用いて LCR 回路のインディシャル応答と周波数応答の理論値のグラフを作成すること
 - （任意）RC 回路のインディシャル応答, ゲイン特性と位相特性の論理グラフを作成することは
3. 今週はレポートなしですが、作成したLCR回路のグラフは第2と3週の実習に使用します。

第1回のエレクトロニクス基礎の実習

1. テキストの4.2.5～4.2.11 をやってください (ページ8)

5. 図2のLCR回路の伝達関数は(18)式で、二次遅れ要素の伝達関数の一般形は(16)式でそれぞれ与えられる。係数比較によりLCR回路の折れ点角周波数 ω_n を L , C , R で表現せよ。
6. LCR回路の減衰係数 ζ を L , C , R を用いて表現せよ。
7. $\sqrt{2}/6 < \zeta < \sqrt{2}/3$ となる L と R と C の関係を示し、 L と R と C の値を決定せよ。
8. 選択したインダクタ値・抵抗値・キャパシタ値のLCR回路の折れ点角周波数(固有角周波数) ω_n と減衰係数 ζ の理論値を求めよ。

$$G(s) = \frac{E_o(s)}{E_i(s)} = \frac{1}{1 + RCs + LCs^2}$$

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (16)$$

$$\omega_n = \text{????(LCR)}$$

$$\zeta = \text{????(LCR)}$$

抵抗 [Ω]	10, 15, 22, 33, 47, 68, 100, 150, 220, 330
コンデンサ [μF]	0.10, 0.22, 1.0, 2.2
インダクタ [mH]	10, 20, 30, 47

$$\sqrt{2}/6 < \zeta < \sqrt{2}/3$$

選択した L, R, C を使って ζ , ω_n を計算する

第1回のエレクトロニクス基礎の実習

1. テキストの4.2.5～4.2.11 をやってください（ページ8）

9. $\zeta < 1$ のときの二次遅れ要素のインディシャル応答の理論値は (35) 式で求めることができる。選択したインダクタ値・抵抗値・キャパシタ値の LCR 回路のインディシャル応答の理論値のグラフを描け。

10. 共振値 M_p と共振角周波数 ω_p の理論値を (57) 式と (58) 式よりそれぞれ求めよ。

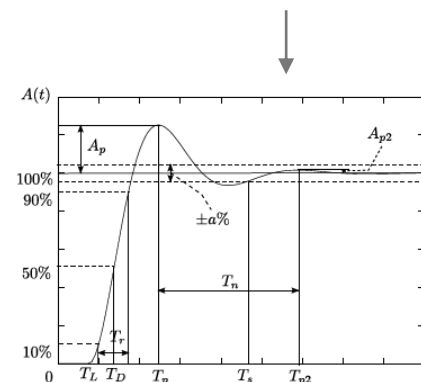
$$A(t) = 1 - \frac{e^{-\zeta\omega_n t}}{\sqrt{1-\zeta^2}} \sin(\omega_n \sqrt{1-\zeta^2} t + \varphi) \quad (35)$$

Excelで値をシミュレートしてみる
tの値は0.0001, 0.0002...から

t [s]	A(t) [V]
0.00000	???
0.00001	???
0.00002	???
0.00003	???
0.00004	???
0.00005	???
0.00006	???

$$M_p = \frac{1}{2\zeta\sqrt{1-\zeta^2}} \quad (57)$$

$$\omega_p = \omega_n \sqrt{1-2\zeta^2} \quad (58)$$

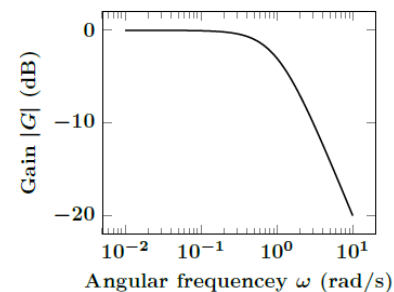


第1回のエレクトロニクス基礎の実習

1. テキストの4.2.5～4.2.11 をやってください (ページ8)

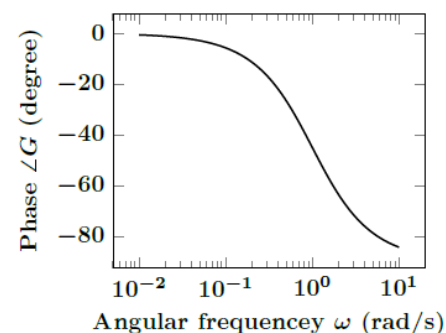
11. 選択したインダクタ値・抵抗値・キャパシタ値
の LCR 回路のゲイン特性の理論グラフと位相
特性の理論グラフを描け.

$$G_{dB}(\omega) = -10 \log_{10} \left[\left\{ 1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2 \right\}^2 + \left\{ 2\zeta \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right) \right\}^2 \right]$$



Excelで値をシミュレートしてみる
ω 値を10², 10^{2.1}, 10^{2.2}... で試してみる

$$\angle G(j\omega) = -\tan^{-1} \frac{2\zeta \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)}{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^2}$$



Excelで値をシミュレートしてみる
ω 値を10², 10^{2.1}, 10^{2.2}... で試してみる

第1回のエレクトロニクス基礎の実習

1. テキストの4.2.1～4.2.4 をやってください（任意）

1. RC 回路の伝達関数は (13) 式で、一次遅れ要素の伝達関数の一般形は (11) 式でそれぞれ与えられる。係数比較により RC 回路の時定数 T を C, R で表現せよ。

$$\left. \begin{aligned} G(s) &= \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{1}{1 + Ts}, \quad \left(T = \frac{1}{a}\right) \\ G(s) &= \frac{E_o(s)}{E_i(s)} = \frac{1}{1 + RCs} \end{aligned} \right\} T = ??? (RC)$$

2. 選択した抵抗値とキャパシタ値の RC 回路について、(51) 式により折れ点周波数 ω_b の理論値を求めよ。

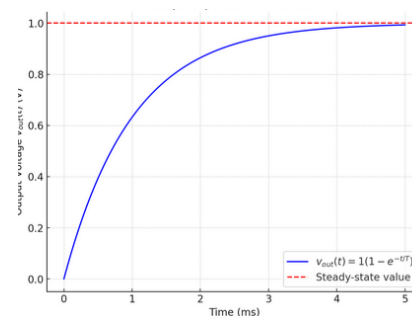
例えば、 $R=1000$, $c=1\mu F$, T を計算する

3. 選択した抵抗値とキャパシタ値の RC 回路 (一次遅れ要素) について、インディシャル応答の理論値を (26) 式で求め、そのグラフを描け。

$$A(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}}$$

Excelで値をシミュレートしてみる

t 値を0.00010, 0.00011, 0.00012....0.005



第1回のエレクトロニクス基礎の実習

1. テキストの4.2.1～4.2.4 をやってください（任意）

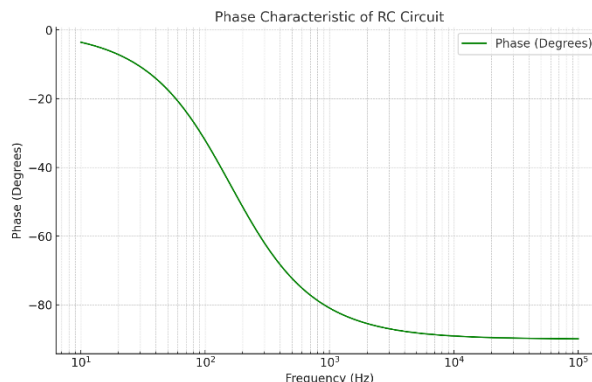
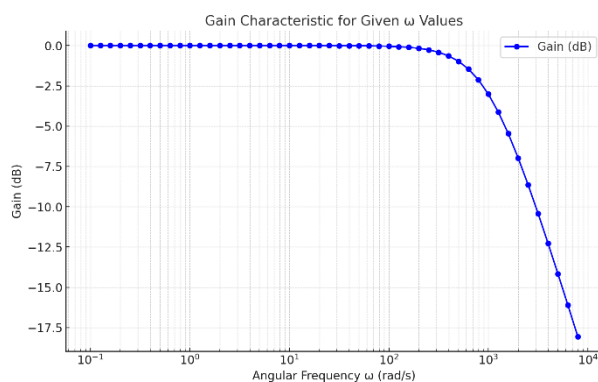
4. 選択した抵抗値とキャパシタ値の RC 回路について、ゲイン特性の理論グラフと位相特性の理論グラフを描け。

$$|H(j\omega)|_{\text{dB}} = -10 \log_{10} (1 + (\omega RC)^2)$$

$$\angle H(j\omega) = -\tan^{-1}(\omega RC)$$

Excelで値をシミュレートしてみる

ω 値を 10^{-1} , $10^{-0.9}$, $10^{-0.8}$... で試してみる



X 軸を必ず Log scale にする