

制御に関する教材の開発

○久保田 絢香

津山工業高等専門学校 技術部

1. はじめに

我々技術職員は、学生実験の支援を行っている。その一環として、制御に関する支援を行っているが、その中で制御に関して苦手意識を抱いている学生が少なからずいるように見受けられた。そこで、学生が日ごろから使用しており親しみやすいスマートデバイスを用いて実習を行うことにした。実習の単元は、制御学習を行う上で最も基礎的な一次遅れ系の RC(抵抗-コンデンサ)回路・RL(抵抗-コイル)回路である。素子を取り付け、電圧の時間変化をスマートデバイスで観察する教材を開発した。

2. 開発した教材

2.1 開発した教材の流れ

開発した教材の流れを示す(図 1)。まず、タブレットで RC 回路・RL 回路等、被測定回路の電圧測定開始を指示する。サーバ用マイコンは、タブレットから指示を受けて電圧測定用マイコンに測定を指示する。電圧測定用マイコンは、被測定回路に電圧を印加し、素子の両端にかかる電圧の変化を読み取る。そして、この読み取った値をスプレッドシートに保存する。その後、サーバ用マイコンは、スプレッドシートから保存した値を読んで処理を行い、タブレットに送る。タブレットは送られたデータを表示する。

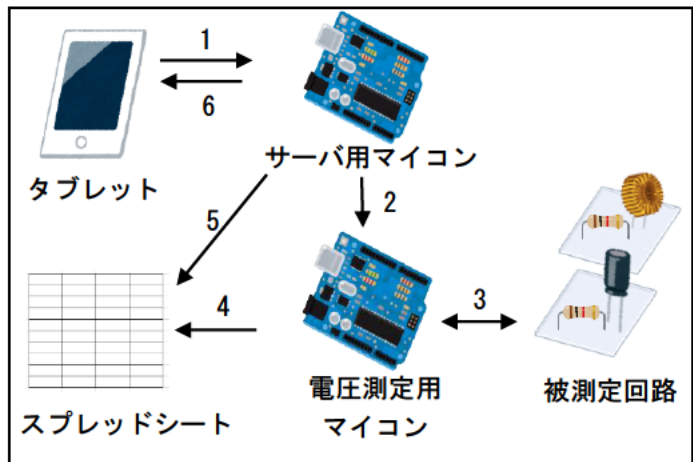


図1 開発した教材の流れ

2.2 開発した教材各部

2.2.1 回路部

回路は、ユニバーサル基板を用いて測定回路と被測定回路をそれぞれ作成した。

まず、測定回路(図 2)には、電圧測定用マイコン・サーバ用マイコン等を搭載した。電圧測定用マイコンでは、被測定回路の素子の両端にかかる電圧値を AD コンバータでデジタル信号に変換して読み、スプレッドシート上に保存する。また、サーバ用マイコンでは、ブラウザと電圧測定用マイコンの中継及びスプレッドシートに保存された値をブラウザに表示するための処理を行う。

また、被測定回路は RC 回路(図 3)と RL 回路(図 4)の二種類作成した。被測定回路に関しては、当初ブレッドボード上に作成する予定だったが、保護回路等の一次遅れを構成する基本素子以外の部分に関しても考慮する必要があり、制御工学関連以外の部分の負担が大きくなってしまう可能性があったため、今回は一次遅れを構成する基本素子以外の素子及び配線はユニバーサル基板上に固定し、基本素子であるコンデンサ・コイル・抵抗のみ取り付け・取り外し可能な構造にした。

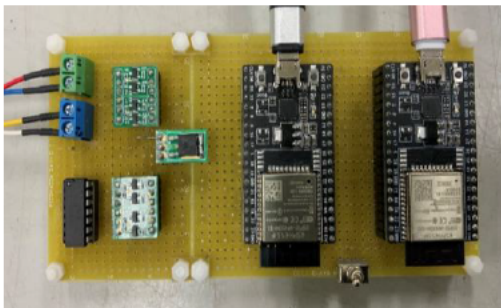


図2 測定回路

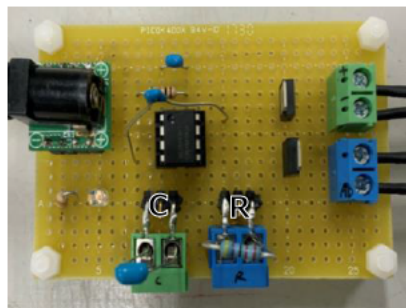


図3 RC回路

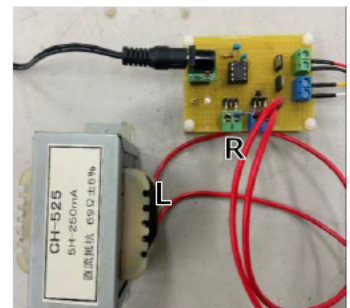


図4 RL回路

2.2.2 ソフトウェア部

電圧測定開始の指示及びスプレッドシート上に保存した電圧値を確認するスマートデバイスとして、タブレットを用いた(写真1)。また、測定した電圧をスプレッドシートに保存するシステムのため、被測定回路の抵抗値等を変えた測定や回路の種類を変えた測定などによる新しい電圧値を追加していくたび、データの蓄積が可能である。この時、タブレットに表示するデータの選択を誤らないために、計測 ID・計測種別・記録時間を表示し、option タグで該当データの選択が可能な仕様にした(図5)。また、スプレッドシートに保存した値をそのまま表示するだけでは変化が視覚的にわかりにくいいため、グラフ化して値の変化の確認を容易にした。

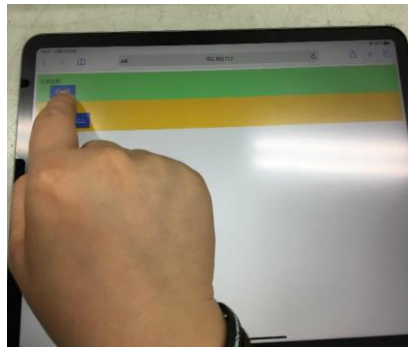


写真1 操作の様子



図5 option タグ

3. 教材を用いた測定結果

一例として、抵抗 $47\text{k}\Omega$ ・コンデンサ $10\mu\text{F}$ を用いた RC 回路におけるコンデンサ間電圧の測定結果を示す(図6)。このグラフは、グラフ上のプロットに触れると時間と電圧を表示する仕組みになっている。右図では時定数 0.47s における電圧値を表示している。今回 5V を印加しているため、理論上 3.16V だが、グラフでは 3.12V となっている。ただし、抵抗は許容誤差が $\pm 1\%$ の素子を、コンデンサは許容誤差が $\pm 10\%$ の素子を用いているため、時定数がおおよそ 0.419s から 0.522s の間で変位すると考えられる。また、コンデンサ間の電圧が 3.16V のときの時間が 0.48s となっているため、誤差の範囲内と考えられる。

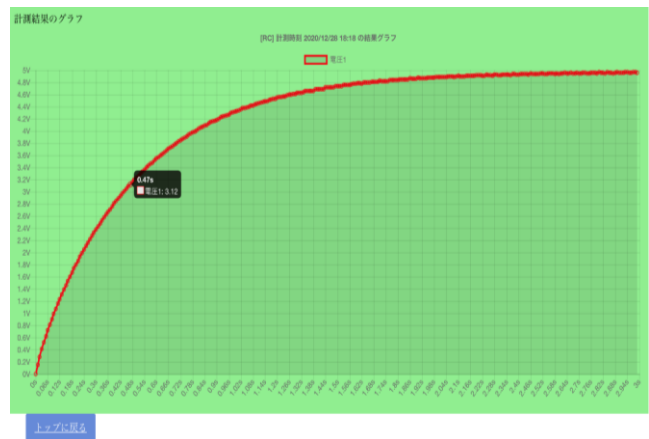


図6 RC回路における電圧変化グラフ

4. まとめ

今回、RC・RL回路に関して測定する教材を開発することができた。今後、開発した教材を用いて学生に対して実習を行う予定である。そして、実習により学生の制御工学に対する意識がどのように変わるか確認する。

参考文献

- [1] 佐藤和也 平本和彦 平田研二. 初めての制御工学. 東京, 講談社, 2018, 322p., ISBN 978-4-06-513747-5
- [2] 大島輝夫 山崎靖夫 高橋寛[監修]. 絵ときでわかる自動制御. 東京, オーム社, 2007, 193p., ISBN978-4-274-20369-5
- [3] クジラ飛行機・土井毅. 基本から学ぶHTML5+JavaScript. 東京, ソフトバンククリエイティブ, 2012, 408p., ISBN 978-4-7973-6785-0
- [4] 高橋宣成. Google Apps Script 完全入門. 東京, 秀和システム, 2020, 582p., ISBN 978-4-7980-6333-1
- [5] 清水亮 榊田健吾 近江幸吉 中村知恵 佐藤加奈. Google Apps Script 目的別リファレンス. 東京, 秀和システム, 2020, 476p., ISBN978-4-7980-6240-2

謝辞

今回の研究の実施にあたりご理解とご協力いただきました徳山工業高等専門学校の藤本技術職員や本校教職員の皆様に厚くお礼申し上げます。

なお、本研究は科学研究費補助金(奨励研究：課題番号 20H00850)の助成を受け実施した。