

回路解析ツールを用いた電子回路設計・製作実習教材の作成(2)

電子技術科 相原 邦生
高橋 啓

1 はじめに

電子技術科では、アナログ回路・デジタル回路の設計から製作した回路の動作確認、各種信号を計測器で測定し回路特性の確認を行う等、ハードウェア設計に関する実習を行っている。これは電子回路設計分野の根幹に当たる部分であるため、特に重点的に学習しなければならない分野である。

昨年、より多くの実習が行えるように改善するために回路解析ツール「Analog Discovery2」を活用した。活用結果から学生からの意見、感想を基に検証した結果をフィードバックし、実習の効率を上げることを目的とする。

2 現状の実習と問題点について

2.1 現状の訓練について

電子技術科におけるハードウェア設計に関する実習を表1に示す。また、課題の回路製作はブレッドボード、または半田付けによるストラップ配線で行い、課題に応じて測定器はファンクションジェネレータ、オシロスコープ、直流安定化電源を用意する必要がある。

表1 ハードウェア設計に関する実習

科目名	対象学年	単位数
アナログ電子回路実験Ⅰ	1年	2単位
アナログ電子回路実験Ⅱ	2年	6単位
デジタル電子回路実験Ⅰ	1年	2単位
デジタル電子回路実験Ⅱ	1年	2単位

2.2 訓練の問題点

限られた訓練時間の中で回路設計を電子回路CADで設計する場合、PCと計測器を使用するため、パソコン室と実習場の移動に時間を要することが多く、その結果、回路特性の計測時間を圧迫している。

実習の効率を上げるためには、実習内容の見直しを行う必要がある。

3 活用した結果の検証について

昨年度、学生にAnalog Discovery2を用いて回路特性を測定したときの意見、感想から検証を行った。

3.1 測定器の準備について

各計測器と比べ軽量で準備が簡素であることについては、学生から好印象を持たれたが、本体の他に細々とした機材（測定用ケーブル・線材、専用ブレッドボード）を用意すること、測定が終了した後の片付けが面倒との感想があった。そこで、全ての機材を収納箱にまとめ、管理することとした。図1に収納箱の様子を示す。



図1 収納箱の様子

3.2 Analog Discovery2と測定回路の接続について

回路特性を測定するためにAnalog Discovery2と測定回路を接続する段階で苦慮していた学生が見受けられた。

機能毎に端子が用意されており、多機能なことから、実験に必要な端子を選ぶことが難しいとのことであった。そこで、専用ケーブルから測定に必要な端子のみを使える形に変更を行った。図2、3に変更後の測定端子を示す。変更前は全てのケーブルがメス型ジャンパーワイヤー線で接続していたが、オシロスコープは専用のプローブが使用できる専用ボードに、波形発生器はBNC-ワニ口ケーブルに変更した。また使用しない機能のケーブル線を除外し、ケーブルに変更した。

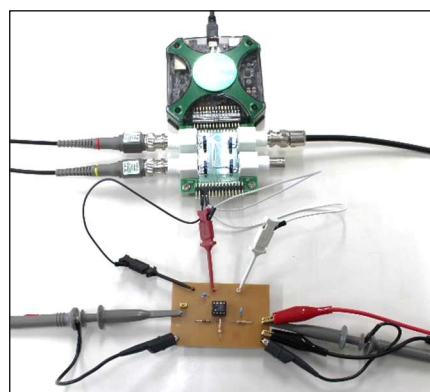


図2 変更後の測定端子(ブレッドボード)

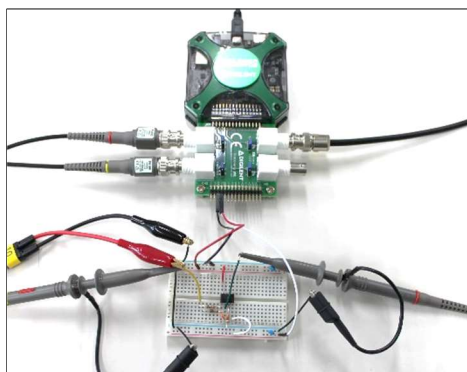


図3 変更後の測定端子(プリント基板)

また使用しない機能のケーブル線を除外し、必要な配線のみ Analog Discovery2 に接続するようにした。

電源の供給については、測定回路によって 2 種類用意した。ブレッドボードに回路を組んだ場合はオスメスジャンパーケーブルで対応し、プリント基板で回路を組んだ場合は、IC クリッパーメスジャンパーケーブルで対応できるようにした。図 4(a), 4(b)に各接続端子の様子を示す。



(変更前)

(変更後)

図4 各接続端子の様子

3.3 測定回路接続する電源について

Analog Discovery2 には測定回路に電源を供給する端子があり、 $\pm 5V$ まで供給することが出来る。しかし、アナログ回路実験では $\pm 12V$ から $\pm 15V$ までを使用しており、現状では別途、安定化電源を用意して対応する必要がある。そこで、DC-DC コンバータを使用した実験用の電源を用意し、AC アダプターから電源供給できるように対応した。図 5 に製作した電源回路を示す。

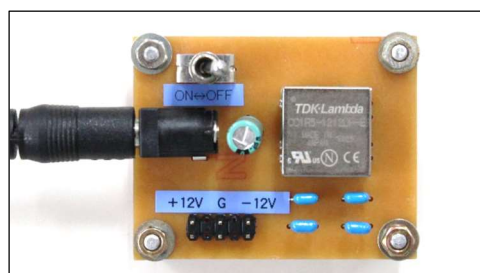


図5 製作した電源回路

3.4 仮想計測器ソフトウェアについて

Digilent 社製の回路解析ツールで、仮想計測器ソフトウェアである Digilent 社の「Wave Forms」を通じてパソコン上でオシロスコープ、波形発生器等の機能を設定して回路の測定をおこなう。

使用するソフトウェアはメニュー等、すべて英語表記であることから、設定に戸惑う学生もいたが、測定については簡易マニュアルを用意したこともあり、ほとんどの学生は問題なく測定をすることができている。

3.5 測定結果のまとめ方について

以前は測定結果を表、及びグラフ用紙に記述していたが、Analog Discovery2 を使用することで、画面上のデータから表計算ソフトを活用することができ、作業効率を上げることが出来た。

特に周波数特性を測る実験については、表にまとめる場合、利得など測定結果から計算する必要があるが、値を入力し自動計算をさせることが出来るため効果は大きい。

また、グラフ作成も同様にテンプレートから所望の書式を選ぶことで容易にグラフ作成ができるようになった。波形観測も画面を切り取り貼り付けることで全体的にレポート作成の時間短縮に大きく寄与した。ただ、前提条件として「基本的なオフィスソフトウェアの活用能力が必要」であるため、活用能力が乏しいとメリットを活かしきれない学生も見受けられた。

4 おわりに

学生からの感想・意見を踏まえ、改善を行ったことにより Analog Discovery2 での回路測定を行う際にスムーズに行うことが出来ると確信している。

今後は実験・実習だけでなく卒業研究・制作でも大いに活用したい。教材作成に協力した頂いた学生諸君に対して、この場をお借りして感謝の意を表する。

[参考文献]

- (1) トランジスタ技術 2018 年 2 月号 技術評論社
- (2) Analog Discovery2 Reference Manual
<https://digilent.com/reference/test-and-measurement/analog-discovery-2/reference-manual>