

電子回路設計製作講習会の実施について

梶川竜義, 青木 猛, 住谷 修, 高橋光生, 藁科 崇, 早川義彦

Implementation of Workshop on Design and Fabrication of Electronic circuits

Tatsuyoshi KAJIKAWA, Takeshi AOKI, Osamu SUMIYA,
Mitsuo TAKAHASHI, Takashi WARASHINA, Yoshihiko HAYAKAWA

Abstract

Workshop on design and fabrication of electronic circuits was held in September 2012 under the cosponsorship of Manufacturing Design Center for Education and Research, Electronics Design Division and Laboratory Education Support Center.

We report the planning, preparation and execution of this workshop. Through the design, fabrication and characteristic measurement of electronic circuits, we planned so that this workshop might become the good opportunity for students and beginners to draw the interest in electronics and electronic work.

Keywords : Electronic circuits, Design, Fabrication, Workshop, NI Multisim

1. はじめに

ものづくりセンター電子回路設計工作部門と実験実習支援センターでは2012年9月11、12日に両者の共催による「実践!! オペアンプ回路の設計と製作」と題する講習会を実施した。この講習会の企画、開催の準備および実行したことについて報告する。

2. 講習会の目的

現在のわれわれの身の回りは多くの電子機器に囲まれている。しかしながらそのほとんどが集積化やブラックボックス化により内部の電子回路を身近に感じにくい状況にある。そこで使用目的に応じた回路の設計から実際に回路を製作し、実験により特性を調べることを通じて、電子工学や電子工作に対する興味を引き出す機会のひとつとなる講習会の開催を企画した。

3. 概要

対象は初心者向けとし、特に学部生1~2年次を中心に考えたが、本学には電子回路には馴染みのない学生もまた多く存在すると考え、制限は設けずに募集することとなった。

3.1 実施者および担当者

ものづくりセンター電子回路設計工作部門より3名、実験実習支援センターより3名が担当した。

3.2 内容

講習会担当職員側より提示されるヘッドフォンアンプの基本回路構成と概略仕様を基に、受講者はその回路定数と実装の設計を行い、実際に製作して特性を確認する。受講者は回路設計値の調整と設計特性の検証のために回路シミュレータを使用し、また実装設計データの作成のためにプリント配線基板設計ツールを使用する。プリント基板製作は、各受講者の設計データに基づいて基板加工機により自動的に行われるが、時間的制限のため加工

機本体の設定操作は講習会担当職員がまとめて行うこととした。各受講者は各自の設計に基づいて自動加工された基板を受け取り、各自の設計値に基づいた部品をハンダ付け実装して回路を完成する。

3.2.1 回路設計と実装設計

提示回路の目標は、低域と高域強調の周波数特性を持つ8～16Ωのステレオヘッドフォンアンプである。回路定数の変更によって全体の周波数特性がどのように変化するかを回路シミュレータにより迅速に確認しながら設計値の調整を行う。回路シミュレータはNI Multisimを使用している。Multisimは実験実習支援センターの提供環境であるが、後述のライセンス関係の事情により、急遽評価版をインストールし直して準備した。

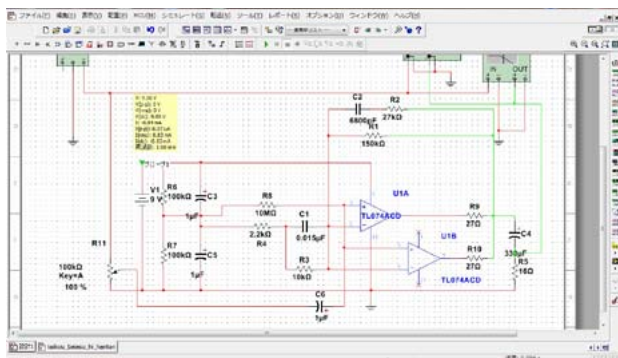


図1 NI Multisim操作画面

3.2.2 基板パターン製作

製作した回路をもとに片面基板で配線可能なように部品を配置しパターンを配線していく。回路図通りにパターン配線ができたか確認をして必要があれば修正を行う。パターンが完成したら、基板加工機に渡すデータとしてガーバーファイルを出力する。ガーバーファイルとはプリント基板製造データを転送する標準的なファイルフォーマットで基板製造を外注する際にも用いられるファイル形式である。

3.2.3 基板加工機によるプリント基板製作

基板加工機はものづくりセンターが所有するMITS社のAutolabを使用した。これは専用のソフトウェアにより制御され取り扱うファイル形式は独自のものを使用する。そのため基板CADから出力したガーバーファイルを基板加工機で使用できるようファイル変換を行う。講習では材料の基板を加工機にセットすることから制御PCソフトの操作、加工後の取り出し、機器の清掃までの基板加工機操作を実演する。



図2 プリント基板加工機

3.2.4 回路製作と測定

はんだ付けにより部品を基板に実装していくが、初心者向け講習会であることとはんだ付けの良し悪しにより回路の動作や安定性が左右されるため、はんだ付けの作業の技術を実演により指導する。完成後、電源や入力用の発振器、出力波形の確認のためのオシロスコープを接続し動作確認をする。動作しない場合は、はんだ不良や実装間違いが無いかを回路の信号の流れを追いながら点検する。そして、実際に使用する測定器の操作方法や測定値の見方、実物の回路の特性とシミュレーションとの比較を行い、電子回路設計におけるシミュレーションの有効性を理解する。

4. 講習会の準備

講習時期は授業期間以外で受講者、職員とも比較的時間の余裕がある夏期休暇中9月の2日間とした。受講者数は指導のしやすさや設備の都合により20名程度を想定した。

4.1.1 講習内容の検討

教材として使用する回路は製作が平易となるようまた実用性を持たせるためオペアンプICを使用したオーディオアンプ（ヘッドフォンアンプ）とした。回路の周波数特性は平坦なものではなく、低音域と高音域を強調するためのフィルタを構成した。これは回路設計、測定時にフィルタの特性をテーマとするためである。

4.1.2 準備会議

事前準備として連絡用メーリングリストを立ち上げ、数回の担当者会議を持った。講習会内容、各業務への担当者の割り振りを行った。業務内容各項目は各部署への設備使用や講習会を業務として行うことへの了解の取付、講習会開催の周知方法の検討と実施、教材の開発および

テキスト作成、フィルタ特性を持つアンプ回路の検討と予備実験として、回路を実際に製作し、測定して動作の再現性の確認、使用する部品の選定と手配、講習会の効果の確認と今後の参考にするための受講者アンケートの検討と作成などがあげられた。

4.1.3 実習用機材について

設計用PCと測定機材は実験実習支援センターで学生実験に使用されている設備を活用した。その際シミュレーションソフトウェアであるMultisimおよび回路特性の測定に使用したLabVIEWのライセンス条件は学部、学科の教育用であるため、今回の講習会用として同ソフトの評価版を使用することになった。これにはファイル保存の制約があり、特にプリント基板加工機へデータを渡すためのガーバーファイルを出力させることができない仕様であったため、プリント基板製作用データはフリーウェアのPCBEを用いて再度設計することとした。講習会期間中の設計ファイル保管およびアンケート収集のためにPCネットワークのための受講者のアカウントを作成した。



図3 実験実習支援センター実験設備

4.1.4 受講者募集

学内各所に受講者募集用ポスターを掲示し、また全学メールなどで告知、募集を行い24名の応募があった。

4.1.5 前日の準備

講習会は西8号館313号室他で行われるため、基板加工機や制御用PCを常設場所である西2号館ものづくりセンター電子回路設計工作部門工作室から移動させ配置した。また、使用するテキストや電子部品等も講習会会場に準備した。

5. 講習会実施当日

当日は開催の挨拶を桑田正行実験実習支援センター副

センター長よりいただいた。

5.1 回路設計

学生実験設備で使用しているバッファアンプを題材にしたデモンストレーションを行い、実際の電子機器を製作するプロセスである、設計から製作までの一連の流れを解説した。

回路の要素であるローパスフィルタ、ハイパスフィルタについて講義し、実際に製作する回路を設計しシミュレーションにより目的の特性が得られるよう回路の部品定数を変更し決定させた。

5.2 基板パターン製作

プリント基板作図ソフトの使用法を解説し部品の形状を考慮し配線のしやすさや信号の流れ、完成時の寸法を考慮して部品を配置し、基板パターンを製作する。

5.3 プリント基板製作

基板の配線を化学的なエッチングではなく、機械的に加工していく方式の基板加工機で製作するが、待ち時間が最小となるように複数人分のデータを合成し同時に製作した。ここでは数名が代表して基板加工機および制御PCの操作を実行させた。

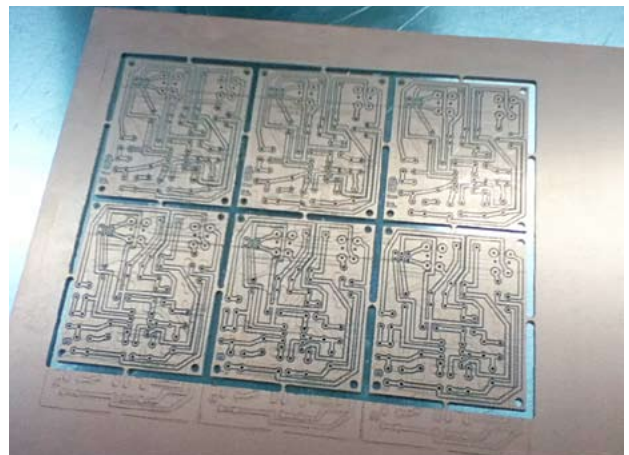


図4 製作した基板

5.4 回路製作

始めにはんだ付けの手順を実演、解説し、各自が自分の回路をはんだゴテを使用し組み立てる。はんだ付けの不良は回路の動作に影響を与えるため、受講者の手元をよく観察し適宜指導を行った。

5.5 回路特性の測定実験

回路が完成したら目視にて部品の取り付けミスやはんだ不良が無いかよく観察し、不安のある場合テスターによる導通の確認または再度はんだ付けを行い修正する。

実験の目的を解説し特性の測定方法や測定器の適切な

使用方法を指導した。動作しない場合の多くがはんだ不良であった。



図5 回路特性の測定

6. 使用した回路について

今回使用した回路は 実験で使用されているフィルタアンプを転用して、これを低音と高音を強調するヘッドフォンアンプとした。このフィルタ特性は小音量時には聞きやすい音質となる。アンプ部の回路図を図7に示す。回路図上のZ1とZ2がフィルタ特性にかかわる部分で、これらの部品の定数を変更することで特性が変化する。

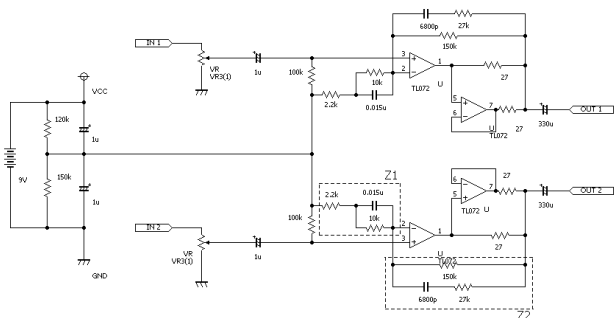


図6 アンプ回路概略図

7. 講習会を終えて

7.1 アンケート調査

受講者に対しアンケート調査を実施した。質問内容と代表的な回答を記す。有効な回答者数は12名であった。

(1) この講習会をどこで知ったか

学生実験指導担当者からが5名と多く、メーリングリスト、学内掲示ポスター、研究室内で続いた。

(2) この講習会への参加動機

プリント基板製作の体験への期待が11名と多く、実

際に回路製作を行いたい、研究に役立つ等があった。

(3) 内容が全般に理解できたか。講習内容で特に興味を持ったのは何か

プリント基板製作や回路設計、シミュレーションについて興味を持ったという回答が多かった。また、2人1班でなく1人で行いたかったという希望や、回路自体を一から自由に設計したかったといった意見もあった。

(4) この講習会で新しい体験ができたか

特にプリント基板の製作や、はんだ付けによる回路製作、シミュレーションによる回路解析に対して「できた」とした回答が多かった。

(5) 次のこのような講習会に参加するか

ぜひ参加したい、または日程やテーマによっては参加したいとした意見が多かった。

(6) 希望する講習会の内容

マイコン (ArduinoやPIC等) を使用した電子工作、ケース加工まで含むもの、より詳細な回路解析を含むもの、デジタル回路、回路設計などの希望があった。

(7) この講習会の感想、意見

実際の回路を設計、製作、測定を実体験することができたためおおむね好評であった。

(8) 回答者の所属

学部生 10名 (83%)、 院生 2名 (17%)、

7.2 今後の方針

日程については、受講者が集まりやすいと思われる日程としたものの、都合がつかなかったという意見もあったため、日程の再検討や、より小規模なものを複数回実施する等が検討課題である。

内容については複数のテーマがあるため時間は不足気味であったようである。

8. おわりに

日常の業務を行いながらの準備作業や講習会実施には時間的には困難な部分があったが、各担当者および教育研究技師部の協力により無事開催することができた。

今回、講習会開催の挨拶をお受けくださり、ご指導もいただきました桑田正行実験実習支援センター副センター長に感謝いたします。