

専門学生実験における実施方法の改善

石田 敬三

工学部技術部基盤技術支援室

1. はじめに

電気電子工学科 2 年専門学生実験においてオペアンプの実験を担当している。昨年度は、指導テキストの改訂、実験の説明と指導、レポートの採点まで行った。今年度はこの実績をふまえ、実験の実施方法について支援室の先輩の意見をもとに数々の改善し、実験を行う学生の理解を向上させることを目的として研修を行うことでスキルアップの手段とした。

2. 学生実験の内容

741 オペアンプを用い、1 週目で反転増幅回路の特性を測定する。入力信号の周波数を変化させ、周波数－電圧増幅率、および周波数－位相特性を測定させる。

2 週目では反転加算回路の特性を実験する。2 つの入力側に直流信号を入力する。V1 は三端子レギュレータで生成し、 $V1 = 5V$ とする。V2 は直流電源から入力する。 $V2 = -6 \sim +6 V$ の範囲で変化させたときの出力電圧 V_o を測定させる。図 1 に 1 週目の実験回路を示す。

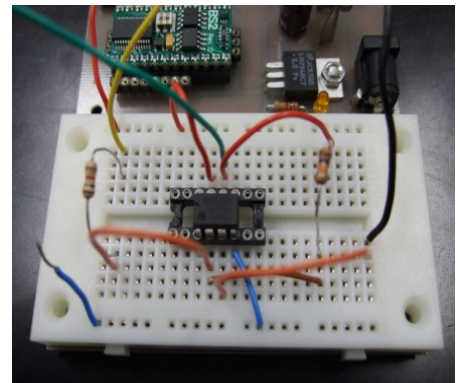


図 1 実験回路

3. 実験上の問題点（一部の学生について）

- 配線間違いがある。
- オシロスコープの取り扱いが不十分。
- リサージュ測定が出来ない。
- 片対数グラフが使えない。
- dB の計算ができない。
- レポートの提出遅れがある。

4. テキストの改訂による改善

初年度は他の先生の作成されたテキストを用い 1 回目の学生実験を行ったが、内容的に曖昧な点が多く、実際には適切に指導出来ないところが多く見られたので、執筆者の許可を得て、実施する項目は残し、説明を増やす形で改訂を行った。

5. 実験を行う際の説明の改善

5. 1 トラッキング電源の説明と電圧の確認

トラッキング電源の－端子、G-COM 端子、＋端子 相互の電圧を確認させ、 $-15V$ 、 $+15V$ 、 $30V$ になるようにデジタルマルチメータを使い設定させた。これにより、トラッキング電源の使い方を理解させ、正確な電圧を設定させることができた。

5. 2 オシロスコープの取り扱い

事前レポートを課し学生に予習させ、実験の最初にオシロスコープを操作させた後、補充の説明をした。次に事前レポートの内容を示す。

- CAL (校正端子) には、どんな信号が出力されているか。波形、振幅電圧、周波数、役割を答えよ。
- VARIABLE (VAR) という単語がいくつパネルにあるか。その役割と通常の状態について述べよ。
- TRACE ROTATION の役割を説明せよ。
- リサージュを用いた位相の測定方法について説明せよ。

これにより、オシロスコープ本体とプローブが正常であることを確認させ、オシロスコープを用いた測定の準備とした。

6. 指導方法の改善

6.1 チェックリスト

ブレッドボード上に回路が完成した時点で、通電前に『OP アンプ配線チェックリスト』に従い学生と一緒に確認した。これにより間違いを見つけ、適切に学生への指導ができ、回路の配線間違いによる事故を防ぐことが出来た。さらに、オシロスコープに波形が観測されない場合は、『オシロに波形が出ない場合のチェックリスト』に従って間違いを見つけるようにした。なるべく学生が自分で考えて行えるように心掛けた。以下にチェックリストの内容を載せる。

OP アンプ配線チェックリスト

電源関係として

- ④ピン → -Vcc (-15V)
- ⑦ピン → +Vcc(+15V)
- ③ピン → GND 経由 電源 GND(0V)

信号関係として

- ⑥ピン → 10k Ω 経由 ②ピン
- ②ピン → 1k Ω 経由 発振器
- 電源の GND と COM が接続されているか。
- 電源と発振器とブレッドボードの GND が接続されているか。

オシロに波形が出ない場合のチェックリスト

- 発振器の出力は適切か。(出力電圧、ATT)
- オシロの設定は良いか。(感度レンジ、トリガレベル、2ch INV、掃引時間など)
- 抵抗が縦に接続されていないか。(ブレッドボード上で 0 Ω)
- 配線は大丈夫か。空中配線はないか。
- ブレッドボードの不良はないか。(緩くないか)
- 配線の色は適切か。(＋に黒、－に赤など)
- ピンへ電圧が供給されているか。(IC ピンの電圧を直接測定)

6.2 ホワイトボードへ各種情報の記入

- 電源についての補足説明
- オシロスコープの補足説明
- 周波数特性、位相特性の説明
- 三端子レギュレータのピン配置
- リサージュ波形からの位相差の求め方についての説明

図2に板書した内容を示す。

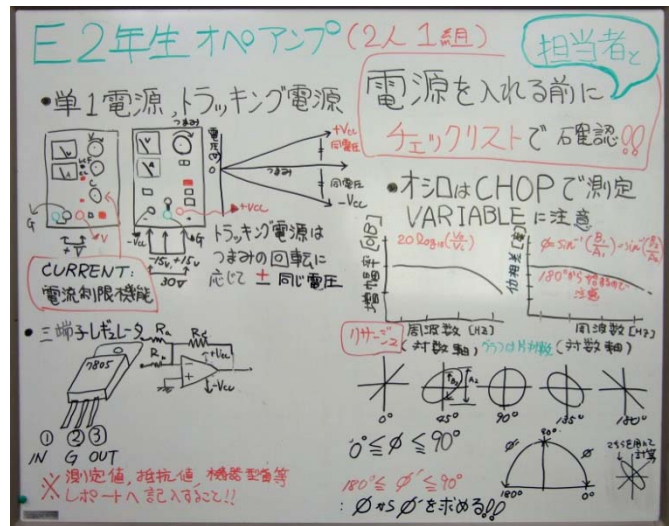


図2 ホワイトボードへ各種情報の記入

6.3 データシートなど資料の用意

741 オペアンプと 78M05 三端子レギュレータのデータシート、オシロスコープの解説などの資料を用意し、学生が簡単に参照できるように実験室へ置いた。図3へ資料を載せた。

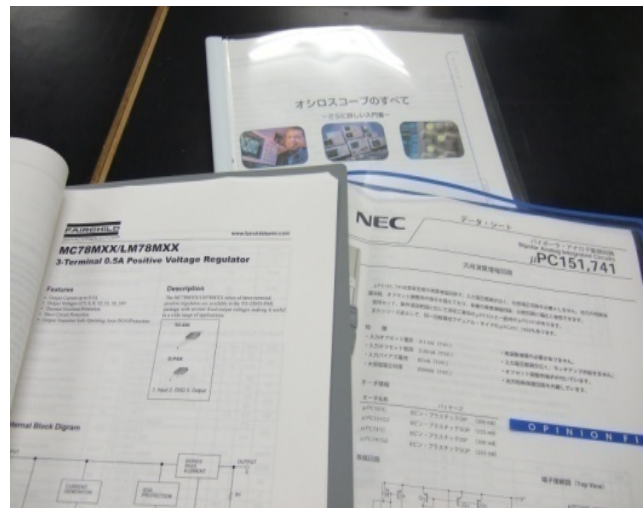


図3 データシートなど資料

7. 運営方法の改善

7.1 実験資材の管理

学生が使用する OP アンプ、各種抵抗、配線用線材、ペンチ、ニッパ、積層コンデンサ、三端子レギュレータなどは小型ケースへ収納し、グループ毎で使うようにした。ケースには番号を付けて管理をした。実験サイクルの始めに点検した。不良品は直し、不足分は補充した。図4は小型ケースの内容物である。

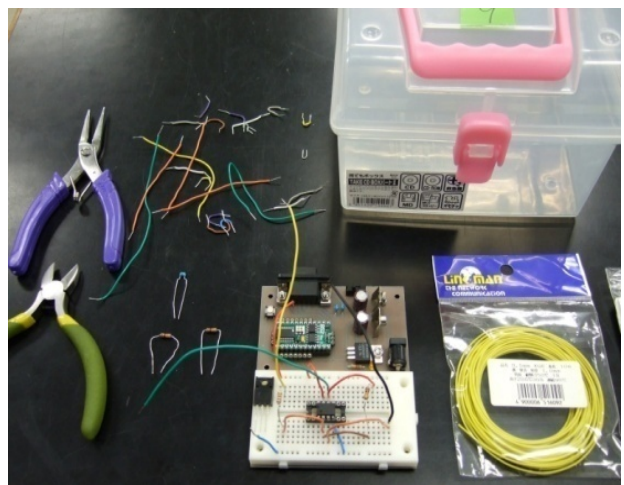


図4 実験資材

7.2 オシロスコープの調整

オシロスコープは次のような保守を行った。

- 特性が経年変化でずれていたため内部の半固定抵抗によって調整
- DC バランスがずれていたためパネル面の半固定抵抗によって調整
- プローブのワニ口クリップの半田補修

などを行った。

7.3 発振器の調整

内部ギアが破損のため補修、つまみの空回りの修理、周波数の範囲の調整などを行った。

機器の故障、資材の不足については、修理ないし補充を出来るだけ速やかに行ない実験に支障がないよう心掛けた。

8. まとめ

工学部電気電子工学科2年生の専門学生実験において、テキストの内容、実験指導、運営方法の改善など各種の改善を行った。特に『チェックリスト』を使用して学生が作成した回路の確認をすることで、学生実験の安全性と確実性を高めた。これは学生の理解度の向上につながった。

9. 今後の課題

実験は2週間で1サイクルであり、毎回とも同様の指導を行う事で絶えず継続していかなくてはならない。出来る学生から出来ない学生までの細かい対応をし、基礎的なことから丁寧に指導する必要がある。将来的には規格表の見方の説明を十分にしたい。またパソコンを使った回路シミュレータである PSpice と実験結果の比較などを考えている。今後も指導方法を含め運営方法のさらなる改善を進めていく必要がある。

10. 謝辞ほか

この研修は、基盤技術支援室 深谷充技術専門職員、吉田博文技術職員から助言を頂き、協力して進めた。両氏に感謝する。また学科系技術支援室 加藤武則技術専門職員も加わり情報の共有を図った。学生実験の指導及び運営についてのスキルアップとなるとともに、技術の伝承という観点からも非常に有意義な研修となったことを報告する。