

電子回路シミュレーター

長谷川 浩史

大阪公立大学 杉本キャンパス 納品検収センター

1. はじめに

筆者は、納品検収センターで検収業務の傍ら業務のペーパーレス化を図ってきた¹⁾。最近、本学総合技術部と共同開発も行っている²⁾。又、以前、大阪市立大工学部電気工学科で、演算増幅器がテーマの学生実験の支援を担当したこともある。実験は、反転増幅や非反転増幅回路、増幅率の変更等を、結線をかえることで実現し、入出力端子の電圧や位相の測定を行うものである。演算増幅器を用いた電子回路は、オシロスコープや発振器、電源等とリード線やプローブで結線している。この実験は、演算増幅器への理解だけでなく、各装置の使い方や計測方法、結線の仕方等の習得に非常に重要であると思われる。この支援を担当した経験から、電子回路シミュレーターの機能も備えながら、オシロスコープや発振器、電圧可変電源等の操作や、リード線やプローブ等を用いた各装置間の結線と測定等を、コンピューター上で仮想的に体験(予習、復習)できるシミュレーターがあれば良いと考えている。この機能を実現するためには、バーチャルリアリティ技術等が重要になると思われるが、本報告では、フリーソフトで電子アートやビジュアルデザイン用言語の Processing を用いて、まず、簡易なオシロスコープや発振器、電源、電子回路、リード線、プローブ等を作成し、これらを結線するシミュレーターについて述べる。

2. 簡易オシロスコープ、低周波発振器、電源

オシロスコープとしては、前面パネルに表示部と 2 チャンネルのプローブ・コネクタ、電源スイッチ、Vertical や Horizontal とトリガーのコントロールを配置している(図 2)。低周波発振器の前面パネルには、表示部、電源スイッチ、波形選択、周波数や振幅設定、出力コネクタ等を用意し(図 4 下部左)、直流電源は正負両電源を一台、前面に電圧計と電流計、電源スイッチ、電圧調整ノブ、出力端子を配置している(図 4 上部右)。Processing に関する解説は、ネット上に多く存在しており、本報告もネットで公開されている「Processing でオシロスコープを作成(Draft)」を参考にさせていただいている。オシロスコープの全面パネルは、関数 rect、ellipse 等と、controlP5 の toggle と knob を用いて作成している。低周波発振器や電源も同様である。プローブの tip やワニ口端子には関数 quad を使い、プローブのグランドコネクタと発振器や電源の GND 側ケーブルは、rect を使い黒色で塗りつぶしている。

3. 測定電子回路と結線

図 1 は、アナログデバイス社が無償提供している LTspice で作成した実験で用いる電子回路(例)を示す。勿論、opamp に品番を指定すれば、LTspice で回路動作のシミュレーションが可能である。負帰還抵抗は、10、100 kΩに変更できるようにする予定である。実際の実験では、この回路をケースに入れ、外部に端子がでている状態で使用するか、ブレッドボードでこの回路を組み、ピンで端子を設けるかとなる。本報告では、既に回路が組まれているケースを用いた場合を想定している。このケースと各装置に接続しているケーブルの端子に番号を付ける(表1)。表 1 の端子で、オシロ ch 信号と GND は、プローブの tip とグランドコネクタを意味する。ケースの端子には、番号とともに信号の入出力の IN、OUT、印加電圧の +V、-V 等を記入している

(図 3)。この回路を用いて入出力信号の周波数に対する電圧や位相を測定する。ケーブル端子 C-10 は、各装置の GND 端子 2、4、6、8 の全てを意味しており、特に端子を設けているわけではない。各端子に toggle を用意し、ケーブルとケース端子の結線は、表 1 の端子番号対に従う。各端子(toggle)をクリックするとその端子が指定される。対の指定は、基本的に C 群の端子と K 群の端子を交互に連続クリックした場合に指定される。但し、C 群の 10 に含まれる端子群と 5 と 1 か 3 は、連続のクリック(結線)が可能である。指定された端子対を表 1 と比較し、全ての端子対が指定されたのか、装置や回路の OUT 端子同士や OUT と GND 端子との接続がないか、全ての GND 端子が接続されているか等を調べる。これらの条件を全てクリアしていない場合は、結線未完成を指摘する。要求があれば、未結線の端子対やミスしている箇所を指示するか、結線表示する。図 4 に結線例を示す。

4. おわりに

結線や装置の操作等を含む電子回路シミュレーターの構築を目標としているので、結線をはじめボリュームや装置の操作等のリアル感の向上とともに、各装置の機能の実現、既存の優れた電子回路シミュレーターとの結合等多くの課題が存在する。これらを一つ一つ実現していきたいと考えている。

参考文献

- (1)長谷川浩史:“フリーソフトを用いた納品書画像の処理(2)”, 2023 年度実験・実習技術研究会、P-1-3、2023
- (2)長谷川浩史:“演示実験における構造式の描画と分子モデルの生成”, 第 36 回生物学技術研究会報告集、P-29、2025

謝辞

本報告にご助言とご協力をいただいた本学基礎教育実験棟の技術職員の方々に深謝致します。

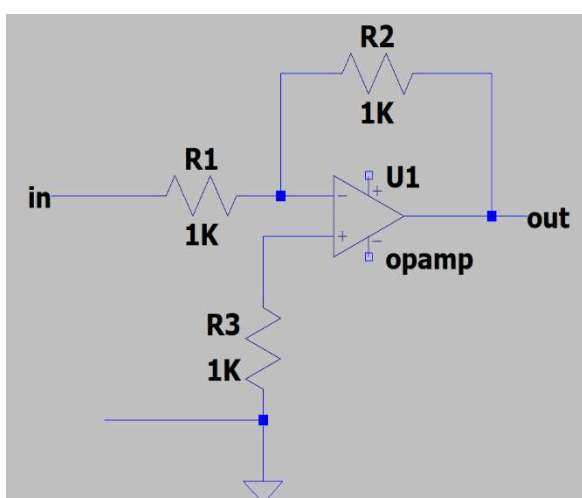


図1 測定する電子回路

表 1 接続端子対

グループケーブル(C)		グループ回路(K)		接続端子対
端子名	番号	回路端子名	番号	C-K
オシロch1信号	1	信号IN	1	1-1 or 3-1
オシロch1GND	2	GND	2	10-2
オシロch2信号	3	信号OUT	3	3-1 or 1-1
オシロch2GND	4	電源-V	4	4-2
発振器信号	5	電源+V	5	5-1
発振器GND	6			6-2
電源-V	7			7-4
電源GND	8			8-2
電源+V	9			9-5
GND	10			

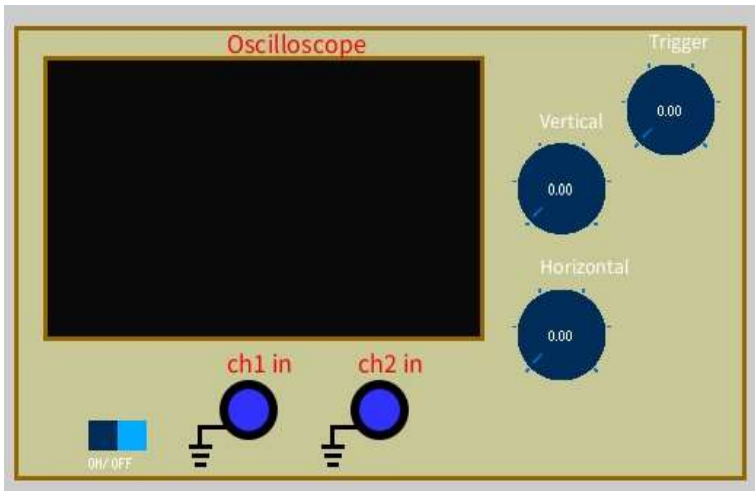


図2 オシロスコープ

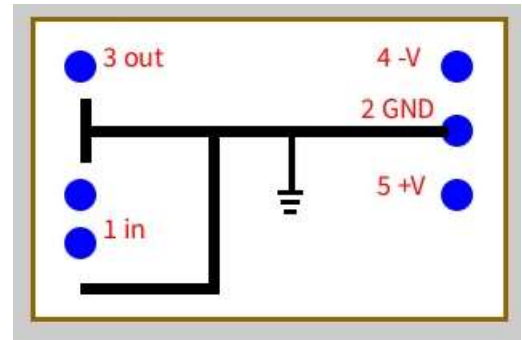


図3 回路ケース

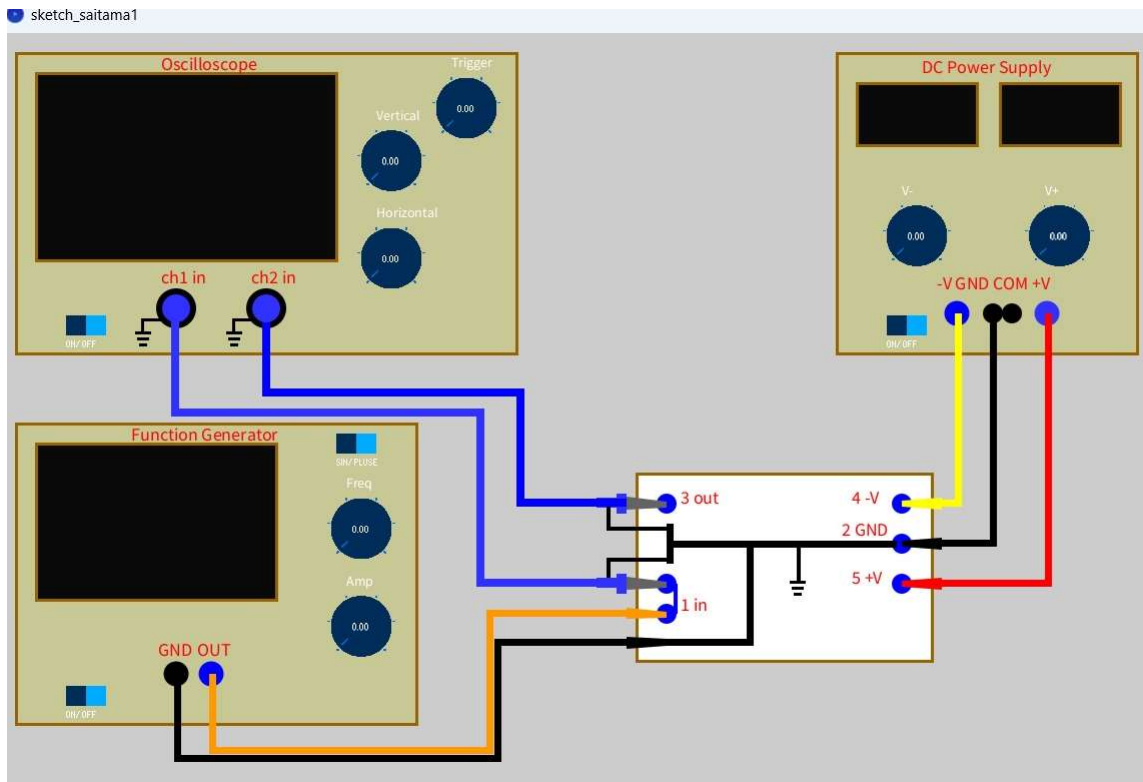


図4 結線例