

電気信号を理解させるための手づくり教材の開発と実践

—パソコンを利用した電気計測の実践—

兵庫県立小野工業高等学校 ○四元照道

1. はじめに

電気現象は直接に目で見ることができないので、数値による表現が不可欠である。電流や磁力は、そのはたらきの結果としての現象は見ることもできるが、そのものは見るできない。教員にとって、経験上当然だと感じている事物、現象も、生徒たちにとっては不思議なこととして捉えられている。そんな生徒の目線で教材について考えることは、学習活動の内容を考える上で大切なことだと思ひ可視化出来るものは何かという考えの中で本研究に至った。三年生の電子回路実習においてオペアンプとマルチバイブレータの実習についてパソコンを用いて計測を行ないデータを表計算によりグラフ化し理解しやすいように工夫した。

2. 実習内容

三年生の週3時間の実習項目として電子回路、情報技術、電子応用、CAD・言語(電子技術系)、電気機器(電気技術系)、自動制御の5領域がある。その中で電子回路実習を見ると、CR回路の周波数特性、微分・積分回路とパルス回路、オペアンプの基礎と応用、波形整形回路がある。

オペアンプ(演算増幅器)の実習では、入出力特性及び周波数特性を測定し、その特徴を理解するとともに基本的な利用法を習得させた。マルチバイブレータ回路実習では、各部の波形を観測することによって動作原理を理解するとともに、その機能を応用する方法を習得した。

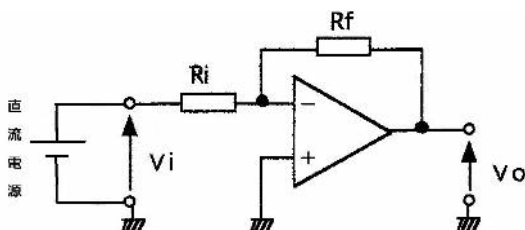


図1 反転増幅回路(逆増幅回路)

【実習1】 直流信号の増幅：入出力特性

入力信号に直流安定化電源を使用し、次の各回路の入力電圧 V_i と出力電圧 V_o を2現象オシロスコープで測定する。入力電圧 V_i と出力電圧 V_o をリサーチモードで比較しながら測定する。

【実習2】 交流信号の波形観測

入力信号に低周波発振器(1kHz)を使用し、次の各回路の入力電圧 V_i と出力電圧 V_o の波形をオシロスコープで測定する。入力電圧 V_i は電源の極性を入れ替えてプラスとマイナスの両方を測定する。2現象で観測し記録用紙に V_i 、 V_o 両方の波形を記録する。

【実習3】

非安定マルチバイブレータの出力波形の測定

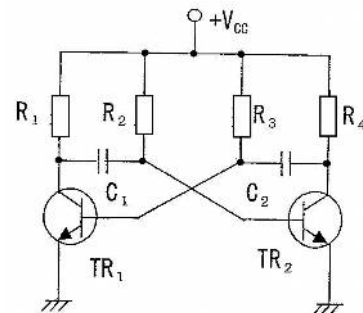


図2 非安定マルチバイブレータ

(1) 各部の波形の観測

①コレクタ抵抗 $R_1=R_4=1$ [k Ω] , ベース抵抗 $R_2=R_3=10$ [k Ω] , 結合コンデンサ $C_1=C_2=33$ [μ F] として、図2のように接続する。

②電源電圧 12 [V] を加える。

③シンクロスコープを用いて、 TR_1 のコレクタ電圧、ベース電圧および、 TR_2 のコレクタ電圧、ベース電圧の各波形を観測し、その波形をスケッチしなさい。

(2) 結合コンデンサと周期

コレクタ抵抗 R_1 、 R_4 、ベース抵抗 R_2 、 R_3 はそのままとし、 C_1 、 C_2 を 0.01 [μ F] に変化させた場合、 TR_2 のコレクタ電圧を観測し、発振周期 t_1' 、 t_2' がどのように変化するかを調べる。

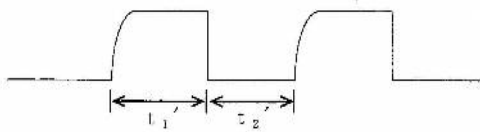


図3 発振周期 t_1' 、 t_2' の測定

測定結果は、表1に記入しなさい。

t_1 、 t_2 の近似値は次のようになる。

$$t_1 \approx 0.7R_2 \cdot C_1 \quad t_2 \approx 0.7R_3 \cdot C_2$$

3. 測定結果

入力信号に直流安定化電源を使用し、入力電圧 V_i と出力電圧 V_o をデジタルマルチメータで測定した結果は下表のようになった。[実習1]

表1 反転増幅回路の特性

反転増幅回路の入出力特性					
Ri=2kΩ、Rf=10kΩ			Ri=1kΩ、Rf=10kΩ		
入力電圧 Vi (V)	出力電圧 Vo (V)	計算値Vo	入力電圧 Vi (V)	出力電圧 Vo (V)	計算値Vo
0.50	2.15	2.50	0.20	2.05	2.00
1.00	4.88	5.00	0.40	4.06	4.00
1.50	7.64	7.50	0.60	6.10	6.00
2.00	9.40	10.00	0.80	8.07	8.00
2.50	10.16	12.50	1.00	10.39	10.00
3.00	11.97	15.00	1.20	12.05	12.00
-0.50	-2.52	-2.50	-0.20	-0.51	-2.00
-1.00	-5.04	-5.00	-0.40	-2.47	-4.00
-1.50	-7.40	-7.50	-0.60	-3.30	-6.00
-2.00	-8.11	-10.00	-0.80	-3.98	-8.00
-2.50	-9.90	-12.50	-1.00	-10.10	-10.00
-3.00	-11.89	-15.00	-1.20	-12.00	-12.00

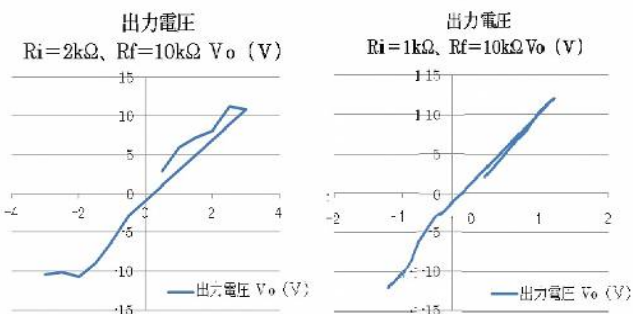


図4 測定結果

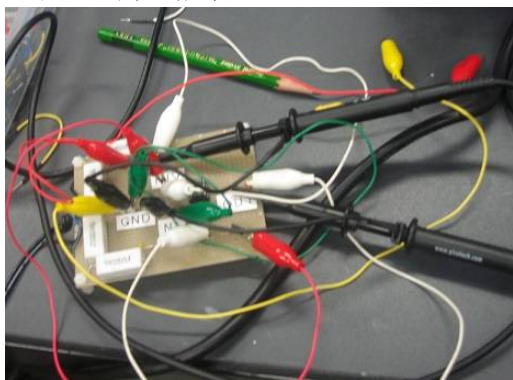


図5 オペアンプの実験装置

グラフ化した値よりオペアンプの特性が容易に観測できた。

単安定マルチバイブレータの波形の観測ではマルチバイブレータパネルに電子部品等を挿入し、結線をおこなった。[実習3]

$R_1=R_4=1$ [kΩ] , $R_2=10$ [kΩ] , 4.7 [kΩ] $R_3=10$ [kΩ] , 4.7 [kΩ] , $C_1=0.1$ [μF] , 0.047 [μF] , $C_2=0.1$ [μF] , 0.047 [μF] $TR_1=TR_2=2SC1815$, $V_{cc}=12$ [V] (図2)測定した周波数の値は、下表のようになった。

表2 CRを変化させたときの周波数

C1(μF)	C2(μF)	R2(Ω)	R3(Ω)	f(Hz)
0.100	0.100	10.0k	10.0k	670Hz
0.100	0.100	4.70k	4.70k	1410Hz
0.047	0.047	10.0k	10.0k	1450Hz
0.100	0.100	4.70k	10.0k	910Hz
0.100	0.100	10.0k	4.70k	900Hz
0.047	0.100	10.0k	10.0k	940Hz
0.100	0.047	10.0k	10.0k	900Hz

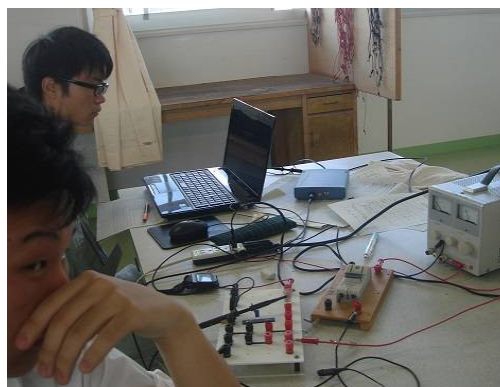


図6 測定の様子

4. まとめ

いずれも測定した後、表を作成しグラフを描き変化を学習する過程でパソコンを用いて計測し、データをエクセルに変換させグラフを画面上で描かせ、瞬時に様子が見えるようにした。

その結果大幅な時間短縮に伴い、従来よりも多くの測定ができるようになり、より詳しく実験が生徒の理解が深まっていった。

参考文献

- 1) 小山英樹, 四元照道: 日本産業技術教育学会, 第56回全国大会(講演要旨集 1Ea3 P-40. 2013)
- 2) 新版 電気・電子実習3, pp.122-131, 実教出版(2010)

<http://www.jikkyo.co.jp/mokuji/102088.html>