

# 1 目的

トランジスタの増幅回路において，最大の無歪み交流出力電あるを得るために，CR 結合増幅回路を作成して入出力交流特性の測定を行う．

# 2 実験環境

以下の表 1 に使用した実験機器を示す．

表 1: 使用した実験機器

機器	型番，実測値
LCR メータ	HIOKI DMT TDB-401 CI-TEST-16
ブレッドボード	Sunhayato modelSAD-12
直流定電圧電源	KIKUSUI ELECTRONIS CORP B123-153
直流電流系	YES1991 No.71BA00214 YOKOGAWA 8 番
直流電圧系	YES1991 No.71BA00214 YOKOGAWA 10 番
デジタルマルチメータ	ADCMT 7461A Digital Multi meter 22 番
ファンクションジェネレータ	TEXIO SYNTHESIZED FUNCTION GENERATOR FG-274 6 番
2 現象オシロスコープ	Tektronix TDS 1001B TWO CHANNEL DIGITAL STORAGE OSCILLOSCOPE 40MHz 500 MS/s
バイアス抵抗	1.00k $\Omega$
ブリータ抵抗	100k $\Omega$ (可変)
エミッタ抵抗	1.00k $\Omega$
結合コンデンサ	2.208 $\mu$ F, 2.117 $\mu$ F
バイパスコンデンサ	98.82 $\mu$ F
負荷抵抗	1.497k $\Omega$ , 2.98k $\Omega$
コレクタ抵抗	3.6k $\Omega$
トランジスタ	2SC1815

# 3 実験方法

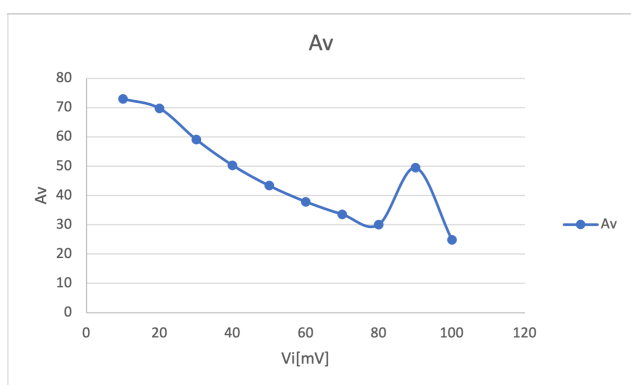
実験資料 [1] に従って実験を行う．

# 4 実験結果

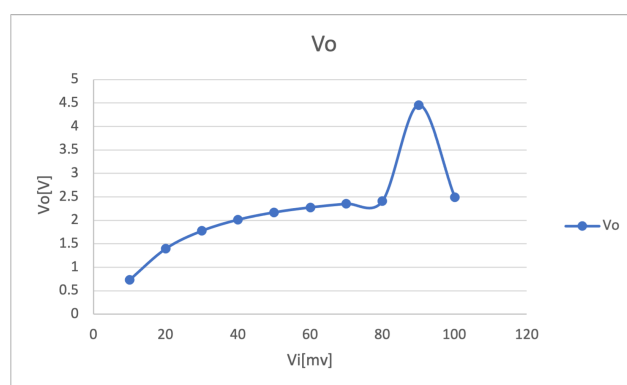
以下に実験から得られたデータを以下の表 2 と図 2 に示す．

表 2: 実験結果

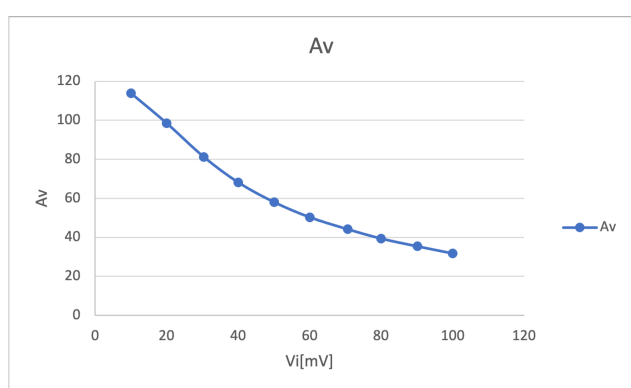
$RL = 1.5k\Omega$				$RL = 3k\Omega$			
$V_i$ [mV]	$V_o$ [V]	$A_v$ 算出値	$A_v$ 理論値	$V_i$ [mV]	$V_o$ [V]	$A_v$ 算出値	$A_v$ 理論値
10	0.7330	73.3	-85.40	10.01	1.1394	113.83	-131.69
20.03	1.397	69.75	-85.40	20.00	1.970	98.50	-131.69
30.05	1.777	59.13	-85.40	30.06	2.443	81.27	-131.69
40.00	2.013	50.33	-85.40	40.02	2.729	68.19	-131.69
50.00	2.169	43.38	-85.40	50.04	2.908	58.11	-131.69
60.07	2.276	37.89	-85.40	60.00	3.022	50.37	-131.69
70.03	2.352	33.59	-85.40	70.06	3.100	44.25	-131.69
80.01	2.410	30.12	-85.40	80.00	3.155	39.44	-131.69
90.06	4.455	49.47	-85.40	90.08	3.196	35.48	-131.69
100.04	2.490	24.89	-85.40	100.03	3.184	31.83	-131.69



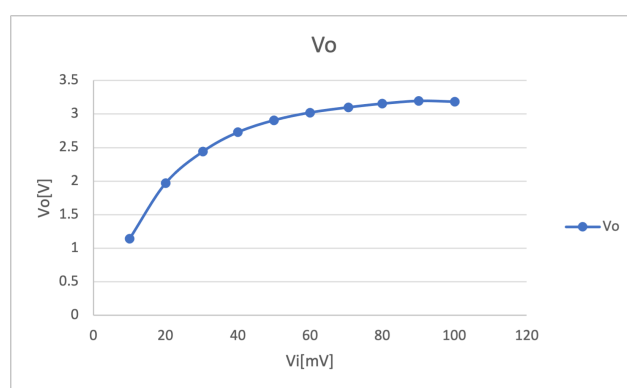
(a)  $RL=1.5k\Omega$  のときの  $A_v$



(b)  $RL=1.5k\Omega$  のときの  $V_o$



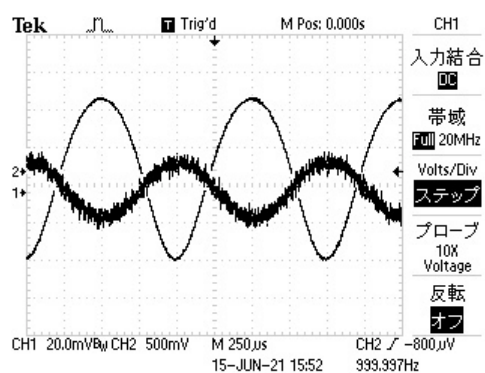
(a)  $RL = 3k\Omega$  のときの  $A_v$



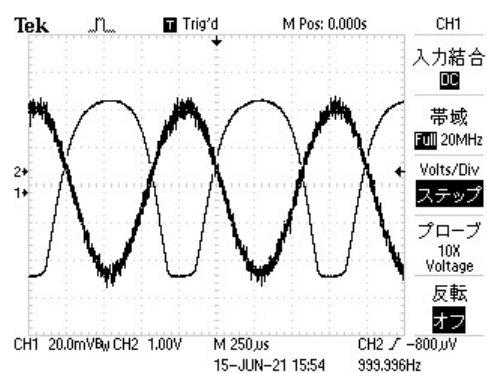
(b)  $RL = 3k\Omega$  のときの  $V_o$

図 2: 実行結果

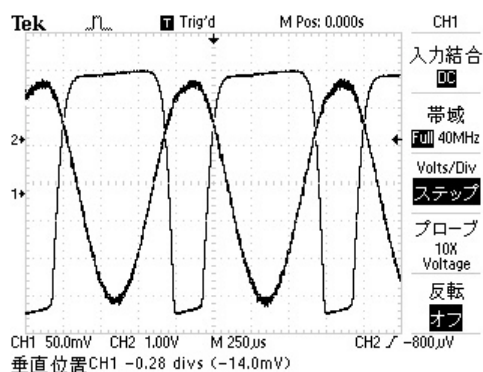
また、以下の図 3,4 にオシロスコープで観測した入出力電圧波形を示す。



(a) 正弦波形に歪みがない状態

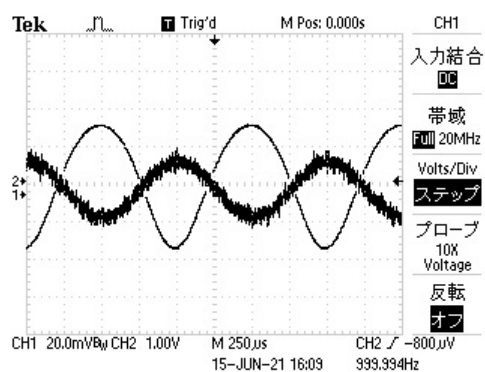


(b) 正弦波形に歪みが出始めた状態

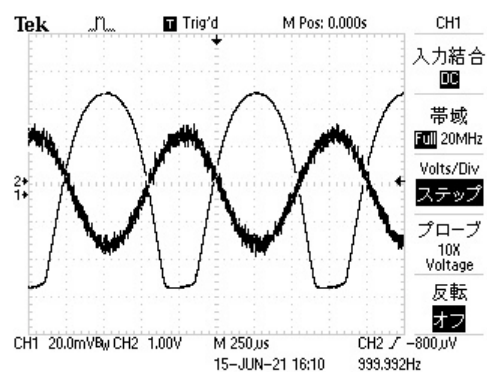


(c) 正弦波形が崩れた状態

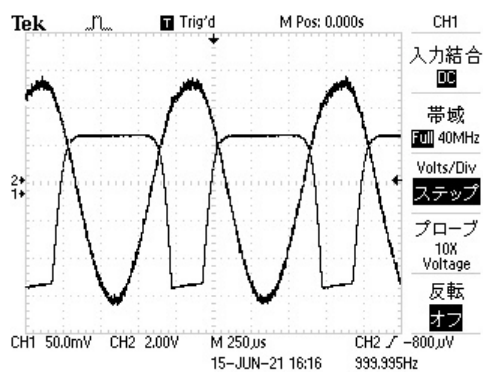
図 3:  $RL = 1.5k\Omega$  の出力波形



(a) 正弦波形に歪みがない状態



(b) 正弦波形に歪みが出始めた状態

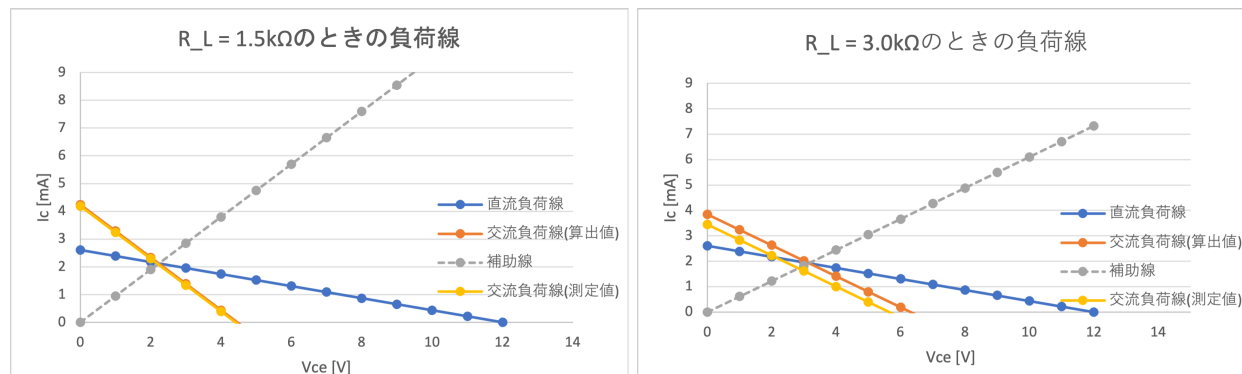


(c) 正弦波形が崩れた状態

図 4:  $RL = 3k\Omega$  の出力波形

## 5 考察

本実験の図 3,4 において、グラフに歪みが見られた。この歪みの原因について考察する。以下の図 5 に負荷線を示す。



(a)  $R_L = 1.5k\Omega$  のときの負荷線

(b)  $R_L = 3k\Omega$  のときの負荷線

図 5: 負荷線

交流負荷線を見ると、図 5a,5b どちらも、算出値と測定値の負荷線がずれており、これは動作点が算出値と比べてずれていることを意味する。算出値の出力波形は歪んでいないものと考え、動作点がずれることで、出力波形の片側が歪んでくるところが予想できる。この現象について更に考察すると、入力電圧が正の半波のとき、バイアス電流  $I_b$  に入力電流  $i_v$  が加わる。よって、ベース電流  $i_b$  が増加し、それに伴いコレクタ電流が増える。ここで、コレクタ電圧は、 $V_C = V_{CC} - I_C \times R_c$  で表すことができ、コレクタ電流が増えるとコレクタ電圧は減る。ただし、コレクタ電圧はグランドより下がることはないため、0 に出力波形が近づくとそれ以上は下がりず歪んだ形が出力される。 [2]

## 6 感想

図 2 を見ると、グラフの一部に凸部が見られる。これらの値を理論値と比べて考えると、値の取り間違い(ヒューマンエラー)だと予想できた。これらは値の書き間違いから発生しており、値を取りながらの確認が不十分であったことが原因である。ヒューマンエラーにより実験結果に大きな影響がでてしまうことがわかったため、今後はグラフ化しながら実験データを取得するなどして、視覚的にわかりやすい確認を随時行うことが大切であると今回の実験でわかった。

## 参考文献

- [1] 西村壮平: "トランジスタ基本増幅回路の設計" (最終閲覧日 2021 年 6 月 29 日)
- [2] UNICRAFT: "シミュレーション 低周波増幅回路, 波形のひずみ, 回路増幅度" P6 (最終閲覧日 2021 年 7 月 4 日)

[http://www.unicraft.co.jp/\\_files/simulation/FixedBiasAmplifier.pdf](http://www.unicraft.co.jp/_files/simulation/FixedBiasAmplifier.pdf)