

実験テーマ	制御工学実験 I <u>トランジスタ基本増幅回路</u>
所属・氏名 (共同実験者名は括弧内)	熊本高等専門学校 制御情報システム工学科 <u>4 年 21 番 氏名 下石 龍生</u>
実験場所	<u>5 号棟 3 階 実験室</u>
実施日(第 1 週, 第 2 週)	<u>令和 3 年 6 月 15 日(火曜日), 令和 3 年 6 月 29 日(火曜日)</u>
レポート締切日	<u>令和 3 年 7 月 5 日(月曜日)</u>
レポート提出日	<u>令和 3 年 7 月 5 日(月曜日)</u>

評価項目 (A: 達成できている, B: 概ね達成できている, C: ほとんど達成できていない, D: 達成できていない)		自己評価 (A~D)	担当評価 (A~D)
実施評価	実験開始までに実験テキストや実験ノートを準備できており, 事前課題がある場合は, それに取り組んでいた.	A	
	担当者による指示をよく聞き, 不注意による無用な誤りなく安全に実験を行うことができた.	A	
	回路やプログラムを自分で作成し, グループワークの場合は自らの役割を全うするなど, 課題に対して積極的に取り組むことができた.	A	
	与えられた課題を時間内に達成し, 結果を正確に記録または出力できた.	A	
	使用器具の後片付けや実験場所の清掃をきちんと行った.	A	
レポート評価	章立ては適切であり, それぞれの章における記載内容は <u>自作のものである</u> . 引用がある場合は, その旨を明記している.	A	
	図・表の書き方は裏面の要領に準じており, <u>自作のものである</u> . (担当者が許可しない限り, 指導書の図すら引用してはいけない)	A	
	使用器具や実験環境について, 実験結果を再現するのに十分な情報を記載している.	A	
	課題に関する計測結果や出力結果を整理して記載し, 結果に対する独自の考察を述べている.	A	
	研究課題に取り組み, 適切な参考文献を基に答えを導き出している.	A	

※提出期限に遅れた場合, 遅れた週の数に応じて減点する.

実施点 (50)	レポート点 (50)	合計点 (100)

1 目的

タ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 Ω
ブリータ抵抗	100k Ω (可変)
エミッタ抵抗	1.00k Ω
結合コンデンサ	2.208 μ F, 2.117 μ F
バイパスコンデンサ	98.82 μ F
負荷抵抗	1.497k Ω , 2.98k Ω
コレクタ抵抗	3.6k Ω
トランジスタ	2SC1815

3 実験方法

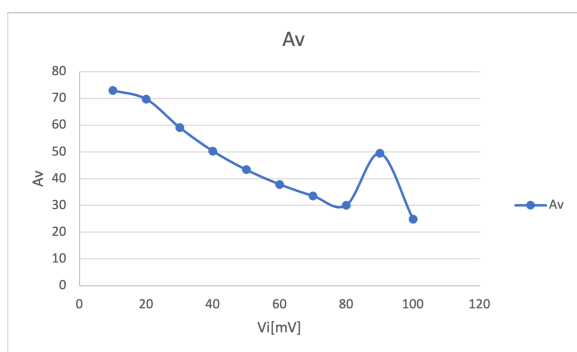
実験資料 [1] に従って実験を行う．

4 実験結果

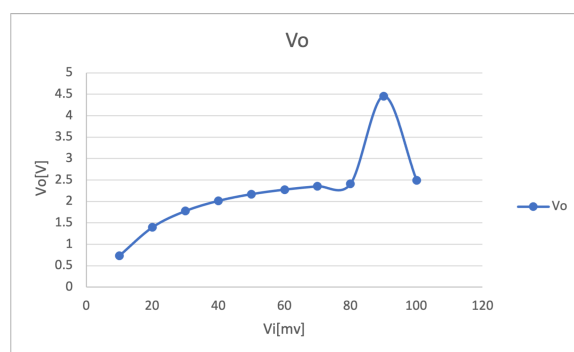
以下に実験から得られたデータを以下の表 2 と図 2 に示す．

表 2: 実験結果

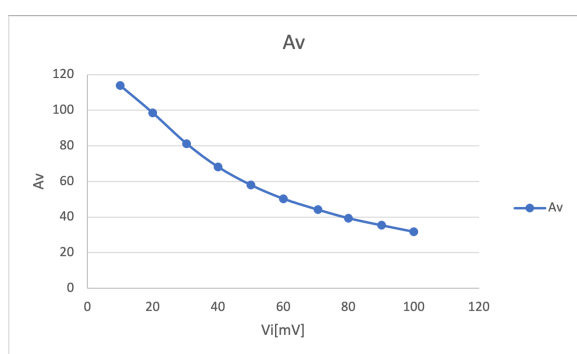
$RL = 1.5k\Omega$				$RL = 3k\Omega$			
V_i [mV]	V_o [V]	A_v 算出値	A_v 理論値	V_i [mV]	V_o [V]	A_v 算出値	A_v 理論値
10	0.7330	73.3	-85.40	10.01	1.1394	113.83	-131.69
20.03	1.397	69.75	-85.40	20.00	1.970	98.50	-131.69
30.05	1.777	59.13	-85.40	30.06	2.443	81.27	-131.69
40.00	2.013	50.33	-85.40	40.02	2.729	68.19	-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



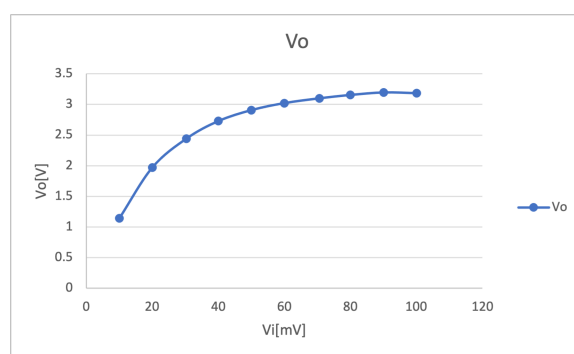
(a) $RL=1.5k\Omega$ のときの A_v



(b) $RL=1.5k\Omega$ のときの V_o



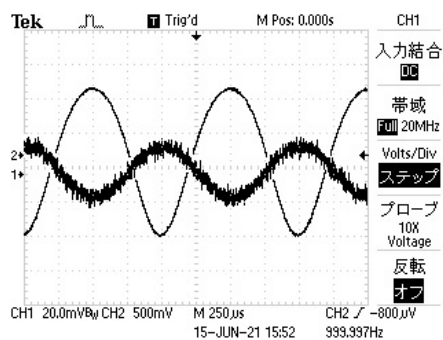
(a) $RL = 3k\Omega$ のときの A_v



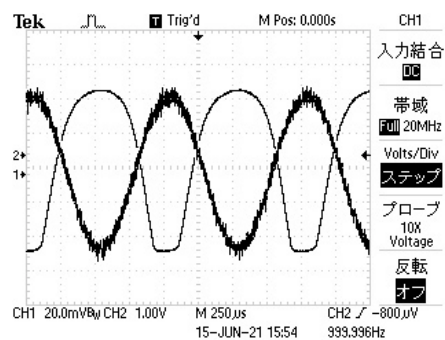
(b) $RL = 3k\Omega$ のときの V_o

図 2: 実行結果

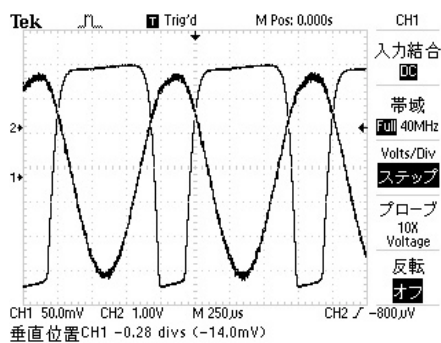
また、以下の図 3,4 にオシロスコープで観測した入出力電圧波形を示す。



(a) 正弦波形に歪みがない状態

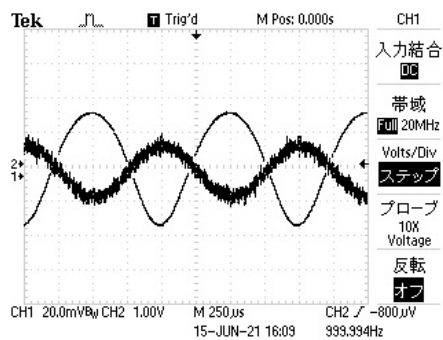


(b) 正弦波形に歪みが出始めた状態

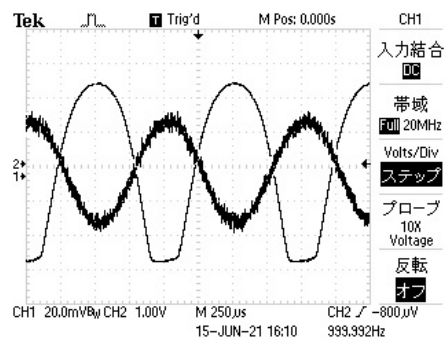


(c) 正弦波形が崩れた状態

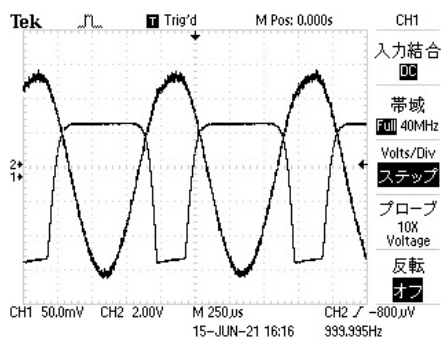
図 3: $RL = 1.5k\Omega$ の出力波形



(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

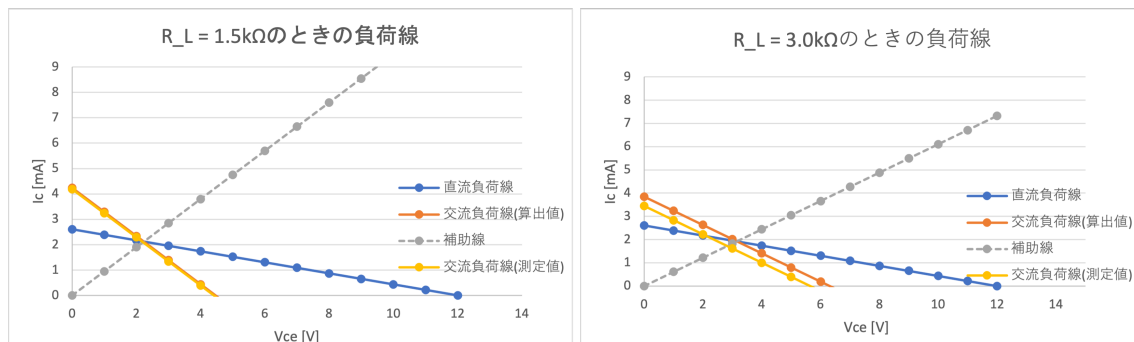


(c) 正弦波形が崩れた状態

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ことが予想できる。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ら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