

1 目的

Spice 系回路シミュレータである μ CAP9 を使って、回路シミュレーションおよび設計した回路の制作および特性を測定する。波形整形回路の過度解析や増幅回路の交流解析を行う。

2 原理

2.1 回路シミュレートを行うことのメリット

- 部品、実験ボード、測定器などがいらなため、コスト削減できる。
- 各手配等、工程を省けるため、時間の短縮になる。
- 実測不可能なものも測ることができる。
- 感電等の心配が無いため安全である。

2.2 回路シミュレーションの限界

- 大体の回路規模は、2 万～3 万素子程度が限界、これ以上規模が大きくなると、意味のある時間で処理が終わらない。

3 方法

1. 回路を回路シミュレータに書き込み実行。
2. 得られた波形データを保存。

4 使用機器

表 1 に使用機器を示す。

表 1 使用機器

名称	メーカー	型番	個数
波形生成器	GW INSTEK	GAG-810	1
電源	GW INSTEK	GPS-18500	1
オシロスコープ	GW INSTEK	GDS-1052-U	1
ノートパソコン	DELL		

5 結果

実験方法の手順通りに回路をシミュレータで作成し、その波形のデータを保存した。保存した結果を下に記す。

5.1 回路 d

図 1 は回路 d の回路図であり、図 2 はその波形である。

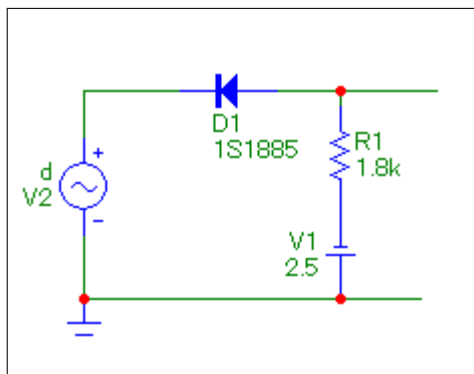


図 1 回路 d 回路図

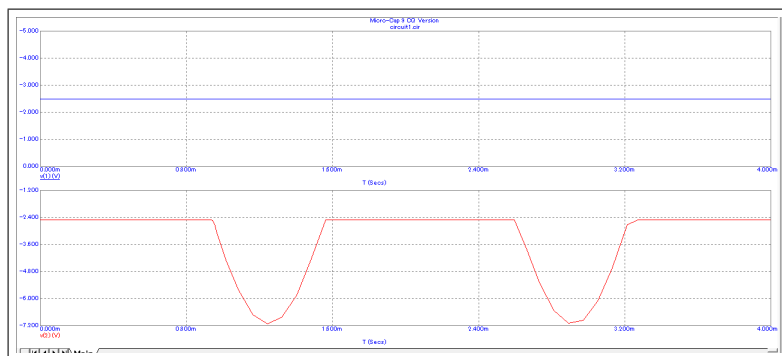


図 2 回路 d 波形

5.2 無安定バイブレータ

図 3 は無安定バイブレータの回路図であり、図 4 はその波形である。

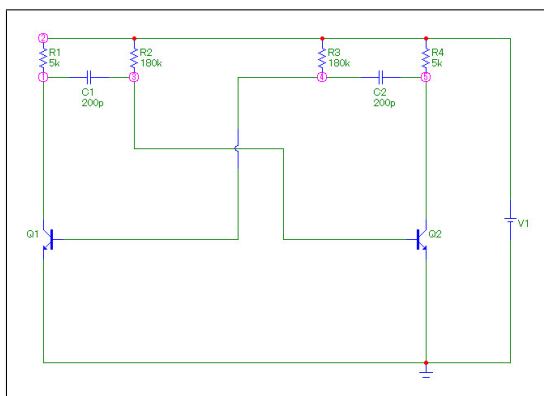


図 3 無安定バイブレータ回路図

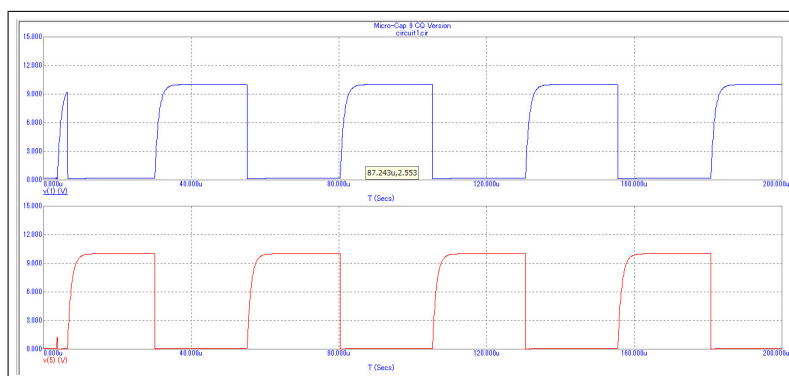


図 4 無安定バイブレータ波形

5.3 シュミットトリガ

図 5 はシュミットトリガの回路図であり、図 6 はその波形である。

5.4 CR 位相波形回路

図 7 は CR 位相波形回路の回路図であり、図 8 はその波形である。

6 考察

以下に実際に回路を作成し測定した波形を記す。

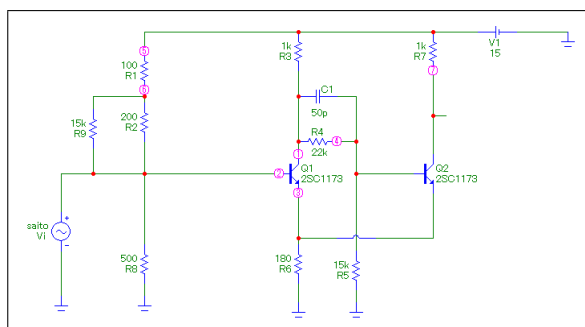


図 5 シュミットトリガ回路図

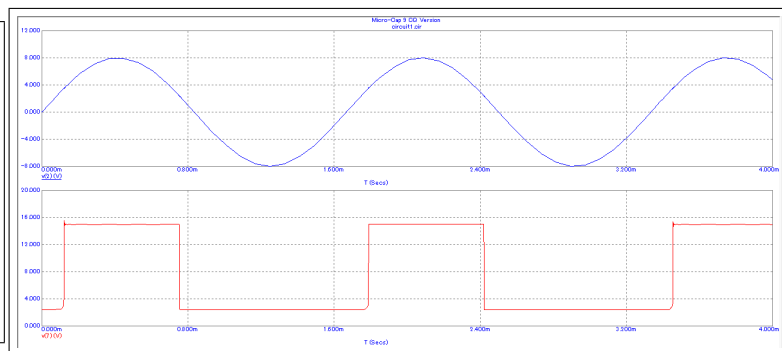


図 6 シュミットトリガ波形

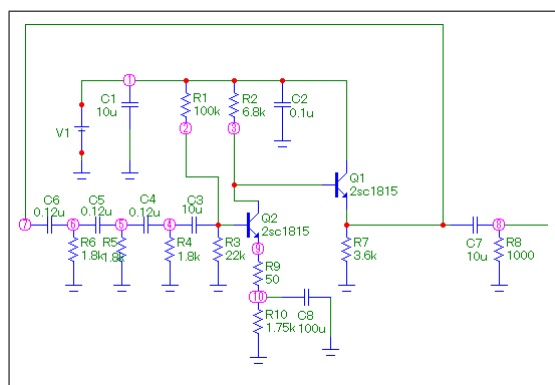


図 7 CR 位相波形回路回路図

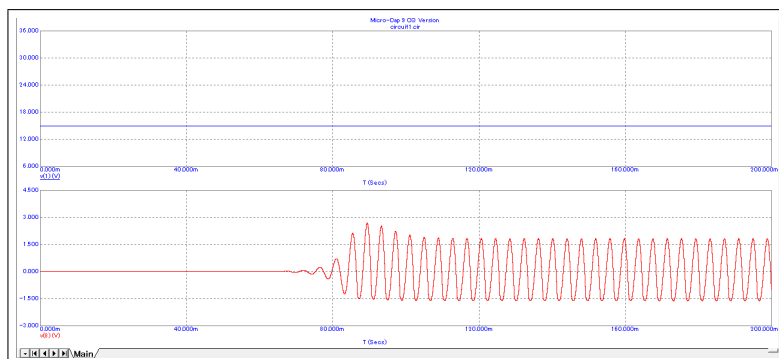


図 8 CR 位相波形回路波形

回路 d はローパスフィルタである、論理値では電圧が 2.5[V] 低下するはずが、シミュレーションでは 1.9[V] しか低下しなかった。これはシミュレーションの設定を誤ってしまい入力が直流になってしまったためである。そのため実機の測定とは異なる結果になった。実測では 2.0[V] の電圧の低下が測定できた。

無安定パイプレータの周期の理論値は

$$\text{周期} = 2(0.69CR) = 2(0.69 * 180 * 10^3 * 200 * 10^{-12}) = 4.968 * 10^{-5} [s]$$

となるが、シミュレーションの結果では $43 * 10^{-6} [s]$ となり、実測では $55 * 10^{-6} [s]$ となった。シミュレーション、実測共に理論値と誤差が生じたが、実測値がシミュレーションよりも理論値との誤差が少なく、シミュレーションよりも制度が良いことがわかった。

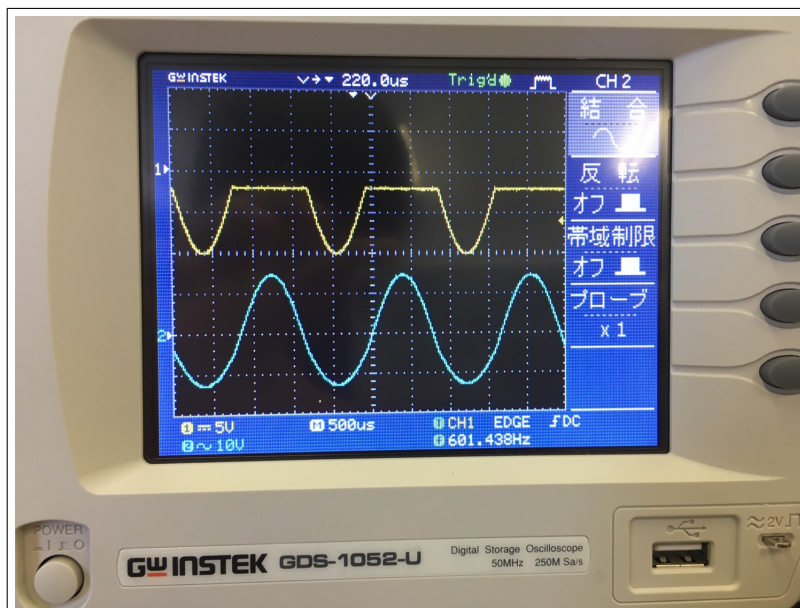


図 9 回路 d

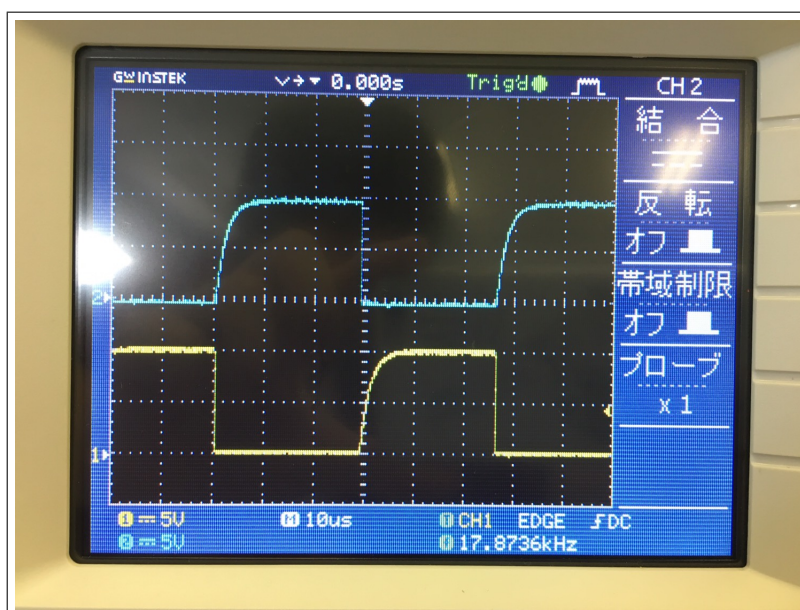


図 10 無安定パイプレータ

シュミットトリガ回路はシミュレーションの結果、3.8V で ON,OFF が切り替わる。理論値では 2.5V 低下であるが、実際には 1.9V であった。これはダイオードの立ち上がり電圧が原因と思われる。

CR 位相波形回路は理論値では下記の式の結果 300[Hz] となり、

$$f = \frac{1}{2}\pi\sqrt{6CR} = \frac{1}{2}\pi\sqrt{6 * 0.12 * 10^{-6} * 1.8 * 10^3} \quad 300[\text{Hz}]$$

シミュレーション結果は 40[ms] で 10 回振動したため周波数は 250[Hz] であった、これは計測時にグラフに目盛りを表示していなかったため、読み取り時に人為的な誤差が生じたと思われる。