

# Report on the Experiment

No. 18

Subject 直流モータのデューティファクタ制御

Date 2019. 12. 9

Weather 曇り Temp 13.2 °C Wet 59 %

Class	E3	
Group	2	
Chief		
Partner	井上	隆治
	木下	拓真
	重見	達也
	DANDAR	TUGULDUR

No	15
Name	小畠 一泰

Kure National College of Technology

## 1 目的

半導体スイッチング・デバイスを用いた直流モータのデューティファクタ制御を行うことで、パワーエレクトロニクス基礎を学ぶことを目的とする。

## 2 使用器具

1. ブレッド・ボード
2. デジタルオシロスコープ (RIGOL DS1064B)
3. 直流スイッチング電源 (5V: 11-061, 12V: No.4)
4. 回転計

## 3 実験方法と結果の整理

### 3.1 のこぎり波発生回路

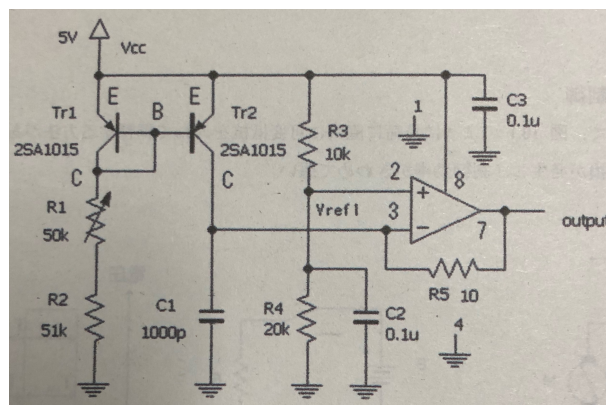


図 1: のこぎり波発生回路

図 1 ののこぎり波発生回路をブレッド・ボードに組み、出力波形をオシロスコープで観測した。図 1 において、output にオシロスコープの CH1 をつなぎ、可変抵抗  $R_1$  をドライバで調整し、最小、中間、最大としたときの波形から周期を読み取り、計算値と比較検討した。最後は可変抵抗最大とした。

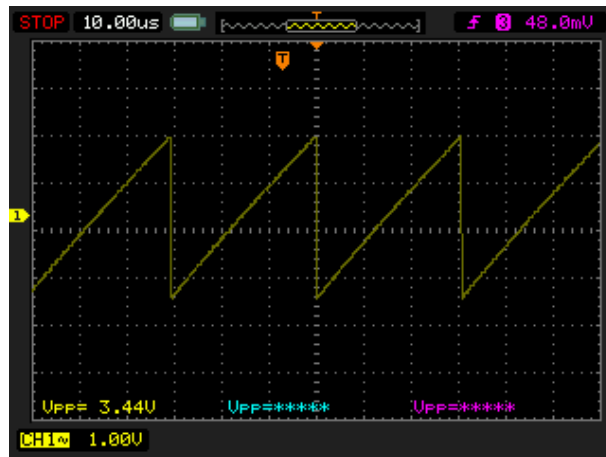


图 2: R1:最小

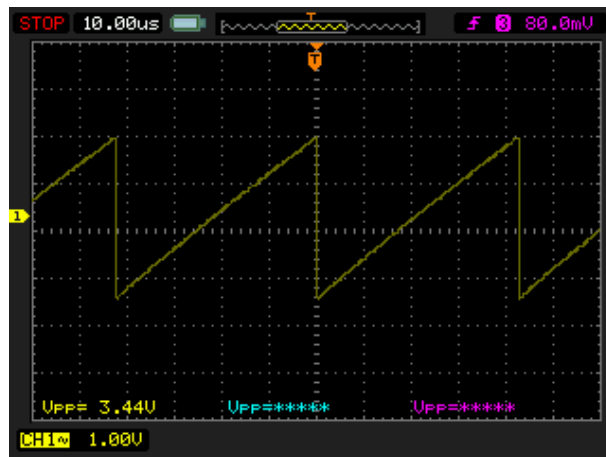


图 3: R1:中間

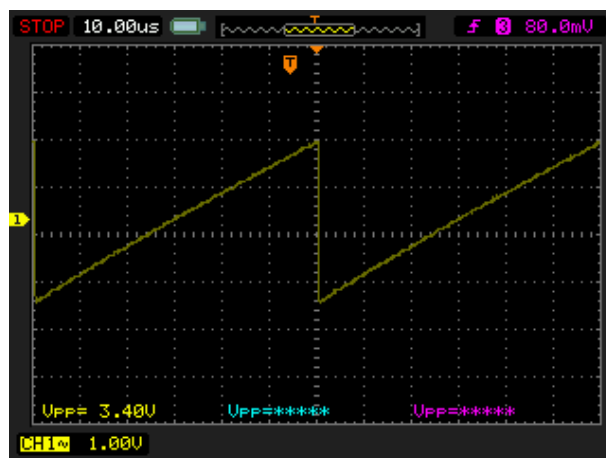


图 4: R1:最大

### 3.2 オンオフ信号発生回路

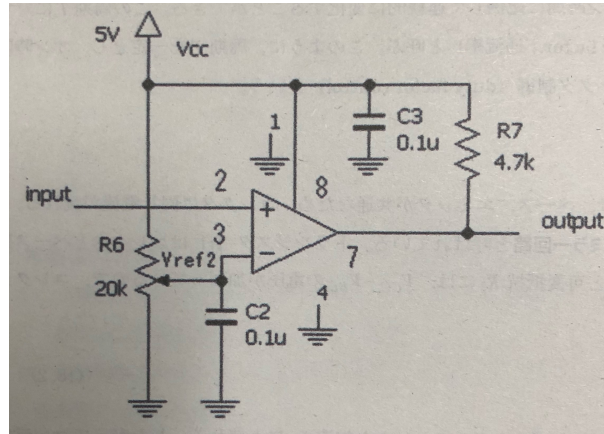


図 5: オンオフ信号発生回路

図 5 のオンオフ信号発生回路をブレッド・ボードに組み、のこぎり波発生回路の出力を入力として、出力波形をオシロスコープで観測した。オシロスコープの CH1 を input に、CH2 を LM311 の 3 番ピンに、CH3 を output につなぎ可変抵抗 R6 をドライバで調整し  $V_{ref2}$  を 0, 1, 2, 3 [V] に変化させたときの波形からデューティ比を読み取った。

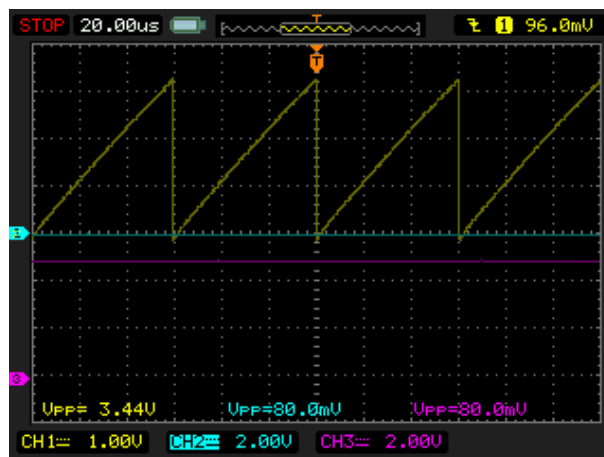


図 6:  $V_{ref2} = 0$  [V], 100.00 [%]

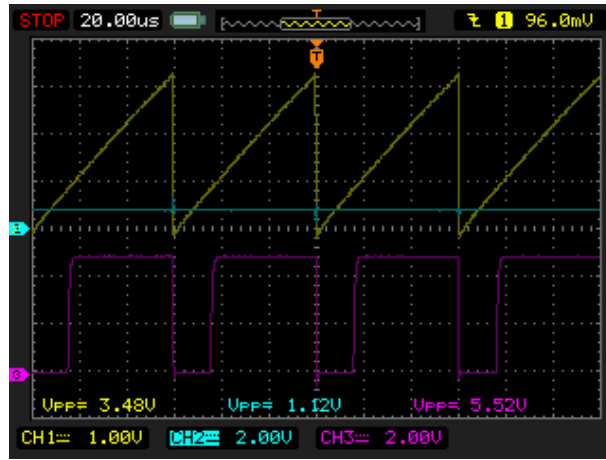


图 7:  $V_{ref2} = 1$  [V], 74.71 [%]

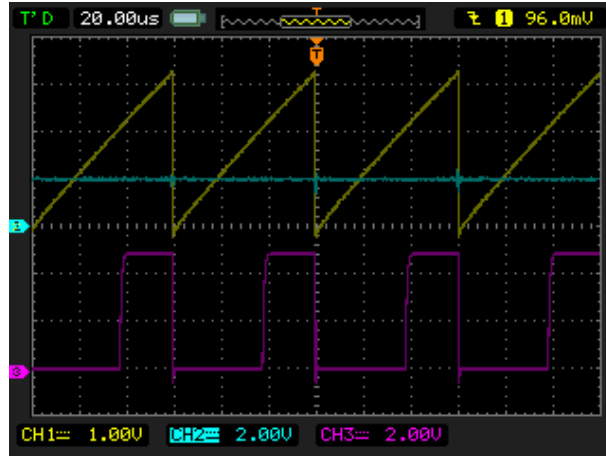


图 8:  $V_{ref2} = 2$  [V], 36.47 [%]

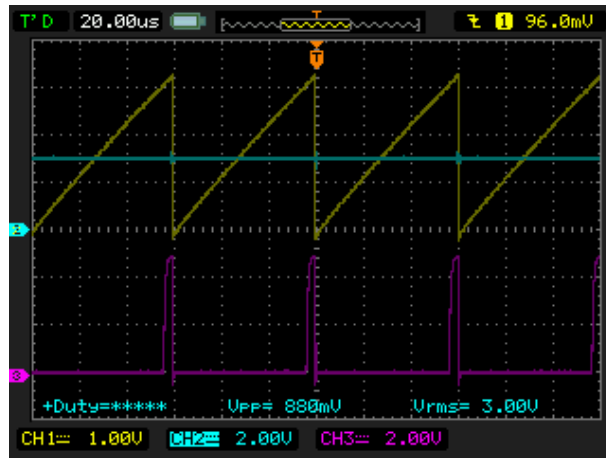


图 9:  $V_{ref2} = 3$  [V], 5.88 [%]

### 3.3 絶縁回路とスイッチング回路

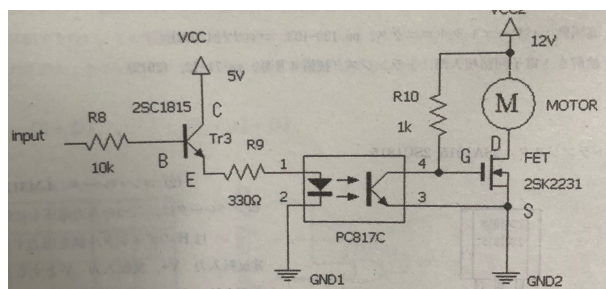


図 10: スwitchング回路

図 10 の絶縁回路とスイッチング回路を別のブレッド・ボードに組み、オンオフ信号発生回路の出力を人力とした。オンオフ信号の出力波形をオシロスコープで観測しながら、デューティファクタとモータの回転速度の関係を測定しグラフに描いた。オシロスコープの CH1 を input に、CH2 を PC817C の 1 番ピンにつなぎ波形の画像を USB にとった。

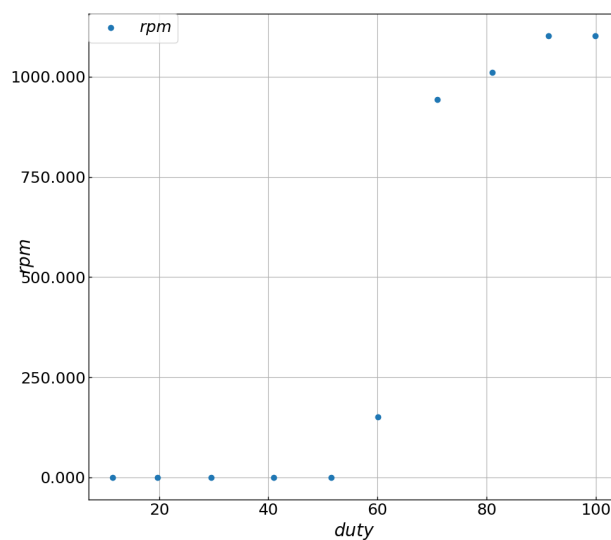


図 11: デューティファクタとモータの回転速度の関係

<i>duty</i>	<i>rpm</i>
11.5	0.0
19.7	0.0
29.5	0.0
41.0	0.0
51.5	0.0
60.1	150.9
71.0	942.3
81.0	1010.0
91.3	1102.0
99.9	1102.0

## 4 考察

1. のこぎり波発生回路の周期  $T$  の式を導出せよ.

$$\begin{aligned}
V_c(t) &= \frac{1}{C_1} \int_0^t I_{C2} dt \\
&= \frac{1}{C_1} I_{C2} t \\
&= \frac{1}{C_1} \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_1 + R_2} t \quad (\because I_{C1} = I_{C2}) \\
V_c(T) &= \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{CC} \\
T &= C_1 (R_1 + R_2) \frac{\frac{R_4}{R_3 + R_4} V_{CC}}{V_{CC} - V_{BE}}
\end{aligned}$$

2. 絶縁回路では、input が H のとき LED が発光し、フォトトランジスタは ON となる．フォトトランジスタが ON のとき、ゲート電圧  $V_{GS} = 0$  であるから FET は OFF となりモータには電流が流れない．input が L のとき LED は消灯、フォトトランジスタは OFF となる．フォトトランジスタが OFF のとき、ゲート電圧  $V_{GS} = H$  であるから FET は ON となりモータに電流が流れる．この関係を input のパルスを基準に、タイムチャートを描いて説明せよ．

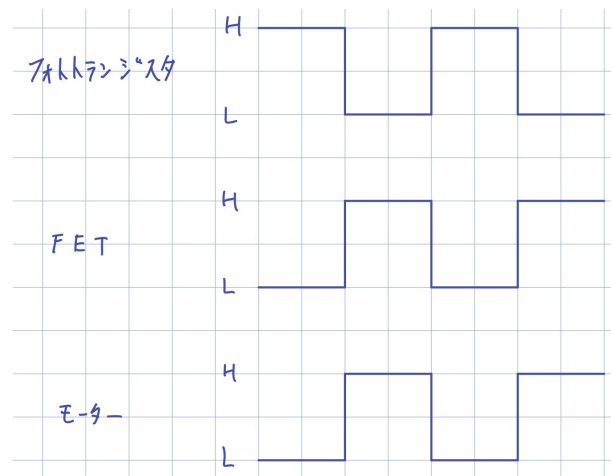


図 12: タイムチャート

フォトランジスタが L になると FET により短絡され, モーターに電流が流れる.

## 5 参考文献

1. 江間敏、高橋勲：パワーエレクトロニクス pp.130-133 コロナ社
2. 瀬川毅：絵解き 電子回路入門 トランジスタ技術 4 月号 pp.71-72