

制御工学実験 II

PICマイコンを用いた2進数表示回路の作製

提出者

14104064 下松八重 宏太

共同実験者

14101028 梶野 翔平

14104092 中島 美香

16104311 北山 拓夢

13104119 廣瀬 直人

実験日

2016年5月24日

2016年5月31日

2016年6月7日

2016年6月14日

提出日

2016年6月21日

1 目的

これまでに修得した電子回路・論理回路の基本的な知識をどのくらい実践的に使用できるかを，PIC (Peripheral Interface Controller) マイコンを用いた実験により確かめる。PIC マイコンを用いた 2 進数表示回路の製作において，実際のものづくりに必要なハードウェア技術及びソフトウェア技術をどのように融合させて使うのかを自習形式で学ぶ。

2 原理

2.1 ハードウェア

本実験では，8 個の発光ダイオード (LED:Light Emitting Diode) を使用して，LED の点滅による 2 進数表現の回路を製作する。この回路は，PIC (PIC16F84A) を中心として，LED の点滅状態を設定するスイッチ，LED 回路，PIC クロック発振機，電源回路から構成されている。ここで主に使用されている電子部品は (a) 抵抗，(b) コンデンサ，(c) 3 端子レギュレータである。

(a) 抵抗器

抵抗器は電圧・電流を制御する部品である。本実験で制作する回路で使われている抵抗器は 2 種類ある。それぞれ，電流制限抵抗とプルアップ抵抗である。

(b) コンデンサ

コンデンサは直流電流に対しては電荷を蓄える働きを，交流電流に対しては周波数により抵抗値の変わるリアクタンスとして機能する。高周波にはセラミックコンデンサを，低周波には電解コンデンサを使用する。本実験では平滑コンデンサ，発振防止コンデンサおよびバイパスコンデンサとして使われている。平滑コンデンサとバイパスコンデンサは電圧の変動を吸収し，安定した電圧を維持する。発振防止コンデンサは 3 端子レギュレータの前後に必ずつける部品である。

(c) 3 端子レギュレータ

3 端子レギュレータは出力電圧を常に一定に保つ働きを持つ。本実験では入力電圧 (12V) から希望する出力電圧 (5V) を作るために用いられている。発振を防ぐために入力と出力端子の近くにコンデンサを配置する。

2.2 ソフトウェア

本実験ではマイコン (PIC16F84A) にプログラムを書き込んで動作させる。このプログラムには主に I/O 制御，時間制御，チャタリング回避機能が組み込まれている。プログラムをソースコード 1 に示す。

(a) I/O 制御

入力ピンに対して High または Low の電圧を出力し , 出力ピンに対して High または Low の電圧のどちらが出力されているかを知り , 制御する .

(b) 時間制御

ソフトウェアまたはマイコン自体が持つハードウェアにより時間を制御する . 本実験では簡単なソフトウェアによって時間を生成する .

(c) チャタリングの回避

本実験では , マイコンと使用者のインターフェースとしてタクトスイッチを使用している . このような機械式のスイッチではスイッチを押す瞬間 (100msec 程度) に ON と OFF が繰り返されるチャタリングと呼ばれる現象が生じる . 短時間に ON と OFF が繰り返されるためにカウンタ機能が誤作動を起こす原因となる . これはスイッチが押されてから 10msec 程度の待ち受け時間を空けて , 再度スイッチが押されているかを判定することで回避出来る .

ソースコード 1 2 進数表示回路のプログラム

```
1 ;-----  
2 ;2 進数表示回路  
3 ;-----  
4 LIST      P=PIC16F84A  
5 INCLUDE   P16F84A.INC  
6 __CONFIG _HS_OSC & _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _CP_OFF  
7 ERRORLEVEL -302  
8  
9 ;----- ラベル設定-----  
10 RAO       EQU 00  
11 RA1       EQU 01  
12 CNT1M     EQU 0C  
13 CNT10M    EQU 0D  
14 CNT100M   EQU 0E  
15 CNT500M   EQU 0F  
16 CNT1S     EQU 10  
17 COUNTER   EQU 11  
18  
19 ;----- 点灯設定-----  
20 P00 EQU B'01111110'  
21 P01 EQU B'10111101'  
22 P02 EQU B'11011011'  
23 P03 EQU B'11100111'  
24 P04 EQU B'11011011'  
25 P05 EQU B'10111101'  
26 P06 EQU B'01111110'  
27 P07 EQU B'11111111'  
28
```

```

29 ;-----
30 ; プログラム開始
31 ;-----
32 ORG 0
33 GOTO INIT
34 ORG 4 割り込み開始番地;
35 GOTO INIT
36
37 ;----- 初期化-----
38 INIT    BSF STATUS, RPO
39         MOVLW H'FF'
40         MOVWF TRISA
41         CLRF TRISB
42         BCF STATUS, RPO
43         MOVLW H'FF'
44         MOVWF PORTB
45         CLRF COUNTER
46
47 ;----- メインループ-----
48 KEYSAN BTFSS PORTA, RAO
49         CALL FUNC0
50         BTFSS PORTA, RA1
51         CALL FUNC1
52         GOTO KEYSAN
53 ;----- キーカウンタ-----
54 FUNC0    CALL T10M ; チャタリング待ち
55         BTFSS PORTA, RAO
56         GOTO FUNC0LB1
57         RETURN
58
59 FUNC0LB1 INCF COUNTER, F
60         MOVFW COUNTER
61         COMF COUNTER, W
62         MOVWF PORTB
63
64 FUNC0LB2 BTFSS PORTA, RAO
65         GOTO FUNC0LB2
66         RETURN
67
68 ;----- 点灯制御関数-----
69 FUNC1    CLRF COUNTER
70         MOVLW P00
71         MOVWF PORTB
72         CALL T100M
73         MOVLW P01

```

```

74      MOVWF PORTB
75      CALL T100M
76      MOVLW P02
77      MOVWF PORTB
78      CALL T100M
79
80      MOVLW P03
81      MOVWF PORTB
82      CALL T100M
83
84      MOVLW H'FF'
85      MOVWF PORTB
86      CALL T100M
87      RETURN
88 ;-----
89 T1M      MOVLW D'200'
90      MOVWF CNT1M
91 TM1LP1   NOP
92      NOP
93      DECFSZ CNT1M, F
94      GOTO TM1LP1
95      RETURN
96
97 T10M     MOVLW D'10'
98      MOVWF CNT10M
99 TM2LP    CALL T1M
100      DECFSZ CNT10M, F
101      GOTO TM2LP
102      RETRUN
103
104 T100M    MOVLW D'10'
105      MOVWF CNT100M
106 TM3LP    CALL T10M
107      DECFSZ CNT100M, F
108      GOTO TM3LP
109      RETRUN
110
111 T500M    MOVLW D'5'
112      MOVWF CNT500M
113 TM4LP    CALL T100M
114      DECFSZ CNT500M, F
115      GOTO TM4LP
116      RETRUN
117
118 T1S      MOVLW D'12'

```

```
119      MOVWF CNT1S
120  TM5LP    CALL T500M
121      DECFSZ CNT1S , F
122      GOTO TM5LP
123      RETRUN
124
125 END
```

3 実験方法

本実験では、第1週にソフトウェア製作を行い、第2週～第4週でハードウェア製作を行う。

3.1 ソフトウェア製作

ソースコード1をMPLABを用いてアセンブルを行う。これによりHEXファイルが生成され、PICに書き込むデータとなる。このデータをPICのメモリに書き込むためにライタというツールを使用し、次の処理を行う。(通常、この処理はパソコンとPICライタソフトを用いて行う。)

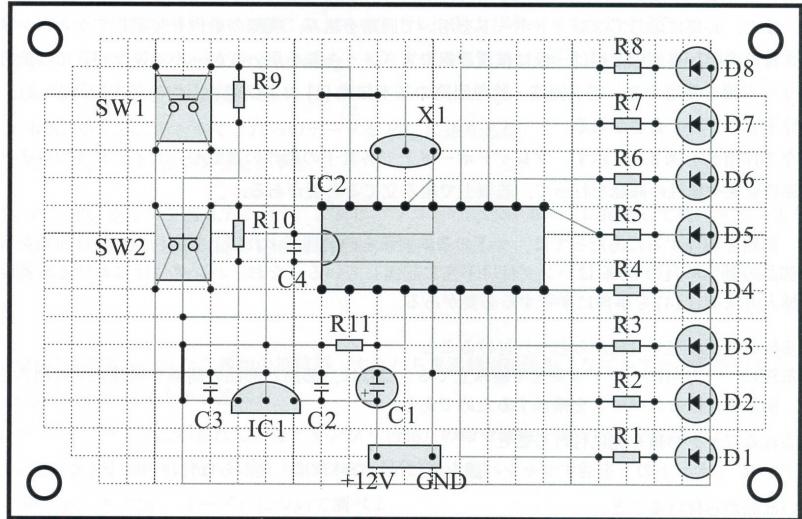
1. HEXファイルの内容を解釈して、PICのメモリアドレス及びデータを認識する
2. PICをICSP(IN-Circuit Serial Programming)モードにするために $\overline{\text{MCLR}}$ に電圧(+13V)を印加する。
3. PICが受け取る電気信号に変換する。
4. PICのICSPの手順に合わせてこれらのデータをPICに送信する。
5. PICに書き込まれた内容をチェックする。

3.1.1 チャタリングの確認

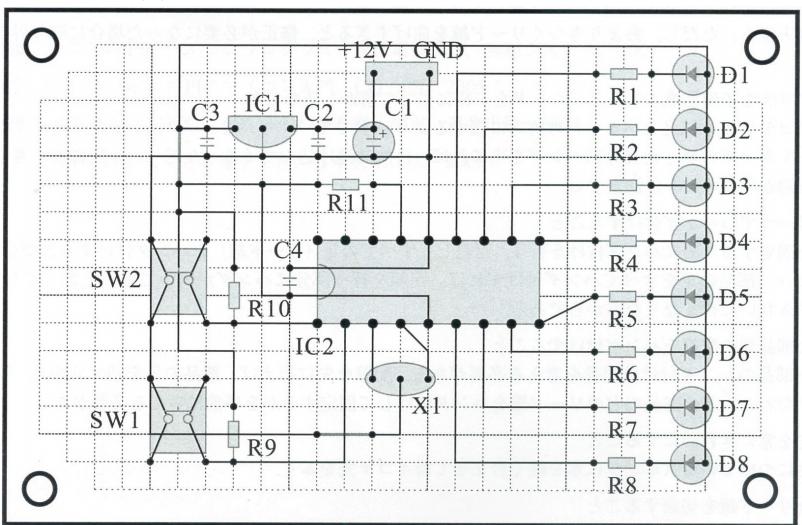
チャタリング現象を確認するために、チャタリングの待ち受け時間を変更して実験を行う。

3.2 ハードウェア製作

本制作実験では各自で組み立て作業を行い、回路を完成する。それぞれの電子部品の確認を行い、特にLEDのアノード・カソードの向き(長いリード線がアノードでプラス側に接続する)、コンデンサの極性、3端子レギュレータの出力・GND・入力などに注意する。回路図を図1に示す。



(a) 部品面



(b) ハンダ面

図1 (a) 部品面と (b) ハンダ面の回路パターン図

4 実験結果

製作した回路の写真を図 2 に示す。また、図 2 はタクトスイッチを 64 回押した結果である。

4.1 チャタリングの確認

ソースコード 1において、チャタリング現象を回避するための時間を設定しているのは 54 行目である。ソースコード 1においては関数 T10M を呼びだして、10[msec] の時間を開けた後に入力の判別を行っている。この時間を 1[msec], 100[msec], 500[msec], 1[sec] に変更してカウント実験を行った。

1[msec] のとき、タクトスイッチを 1 回しか押していないにも関わらず、カウントが 2 回進んだことがあった。これはチャタリング現象によるものと考えられる。

100[msec], 500[msec] のときはこの現象は表れなかったが、変更した時間の間スイッチを押し続ける必要があったため、1 回のカウントに必要な時間が長くなかった。

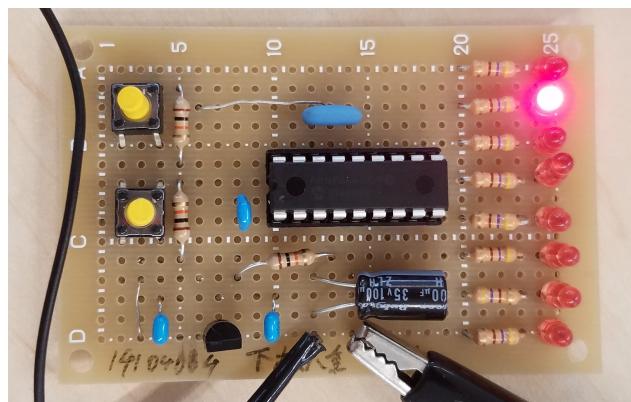


図 2 製作した回路

5 課題

5.1 抵抗器の使われ方

抵抗器にはプルアップ抵抗とは逆にプルダウン抵抗が存在する。プルアップ抵抗はマイコンの入力に確実に High を入力するための抵抗であるが、プルダウン抵抗は GND 側に付けられ、マイコンの入力に確実に LOW にするための抵抗である。

5.2 アセンブリ言語

5.2.1 MOVLW について

8 ビットのデータをワーキングレジスタに上書きする。

5.2.2 MOVWF について

ワーキングレジスタの内容をレジスタファイルに上書きする。このとき、ワーキングレジスタの内容はそのままである。

5.2.3 MOVFW について

MOVFW は正式には採用されていない命令語である。働きとしてはファイルレジスタの内容をワーキングレジスタに上書きするものである。PIC には指定の場所にデータをコピーする MOVF という命令語があり、MOVF を用いてファイルレジスタからワーキングレジスタにデータをコピー出来る。つまり、MOVFW とは (MOVF f, 0) と同じである。ここで、f はコピー元のレジスタアドレス、0 はコピー先でこの場合はワーキングレジスタを示す。

5.3 3 端子レギュレータについて

本実験で使用した 3 端子レギュレータ (78L05) の最大入力電圧・電流、出力電圧は以下の通りである。

- 最大入力電圧:30[V]
- 最大入力電流:100[mA]
- 出力電圧:5[V]

5.4 割り込みについて

割り込みとは、プログラムにおいてある処理が実行中に他の処理を割りこませてそれを先に行わせる処理のことである。PIC における割り込み処理としては入力の変化、タイマの周期ごとなどに割り込み処理が行われる。割り込み処理用のレジスタが存在し、その中でどのフラグが 1 になって

いるかを見ることで割り込みを発生させている。また、割り込みを行う時はコンピュータの状態を保存しておき、割り込み処理後に復元する。PICにおいてはワーキングレジスタ、ステータスレジスタ、プログラムカウンタの状態をメモリに保存しておく。