

フルブリッジDCモータコントロールキット

はじめに

この度は、フルブリッジDCモータコントロールキットをご購入いただきありがとうございます。本キットは、可変抵抗器（電圧入力）によって、DCモータの正反転および回転数をコントロールします（リスト1）。また、プログラムを変更すれば、RCサーボ信号によりモータをコントロールするサーボアンプとしてもご利用いただけます（リスト2）。

本マニュアルに沿って、注意深く組み立ててください（モータ別売）。

表1、使用部品

組立

表1に使用部品を示します。不足品のない事をお確かめください。キットの製造時期によっては、完成写真と異なる部品が使用されている場合があります。図1に基板を示します。シルク印刷面が、部品取付面となります。

部品は、背の低い順に実装します。IC2、3は実装済みですので、抵抗から取付けてください。

- ・ 抵抗R1～R6
- ・ 積層セラミックコンデンサ C7、C8
- ・ 積層セラミックコンデンサ C2～C6
- ・ ICソケット
- ・ ジャンパJP1、ピンヘッドX1
- ・ LED1、電解コンデンサ C1
- ・ 三端子レギュレータ IC1、MOSFET Q1～Q4

の順に実装します。

ご購入時のプログラムのままで、可変抵抗器を使用してスピード及び正反転コントロールをするときは、部品面のジャンパJP2をハンダ接続します。

接続

表2に接続一覧を、図2に接続を示します。

V_Mはモータ電源、GNDはグランドです。

JP1にジャンパピンをセットすれば、PICへの電源（三端子レギュレータ入力）もV_Mより供給されます。

PIC（制御回路）電源をモータ電源と分離する場合には、JP1のジャンパピンを外して、VCCより電源供給します。（モータの定格電圧が7Vより低い場合も、JP1のジャンパピンを外して、モータ電源には7V以下のモータ定格電圧、VCCには7V～24Vの電圧の電源を接続してください）

M+、M-はDCモータへの出力端子です。DCモータの端子からのリード線をこちらに接続してください。

X1は信号入力です。可変抵抗器を使用する場合はJP2をハンダ接続します。+、-を可変抵抗器の端子の両端に、Sigを可変抵抗器の中央の摺動子に接続します。

モータ電流が連続して3A以上流れる場合には、図3に示すように、各MOSFETのソース（S）とドレイン（D）へのラインのレジスト（緑色の塗料）を細ドライバなどで除去し、銅線などをハンダ付けして電流的に補強してください。

図2. 基板接続

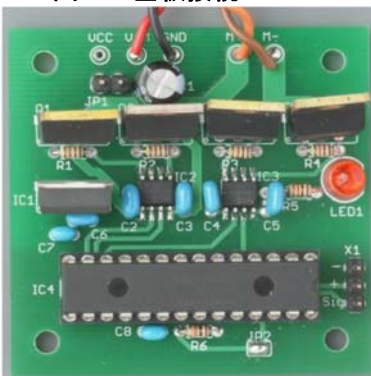


図1. プリント基板

(a) 部品面(シルク面)

(b) ハンダ面

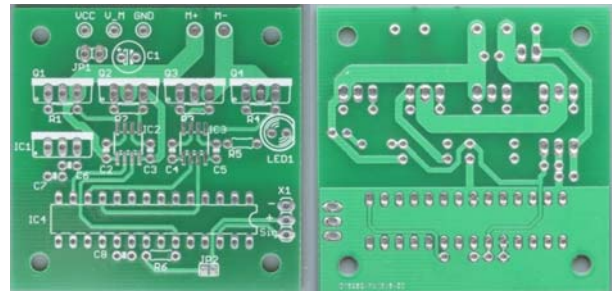
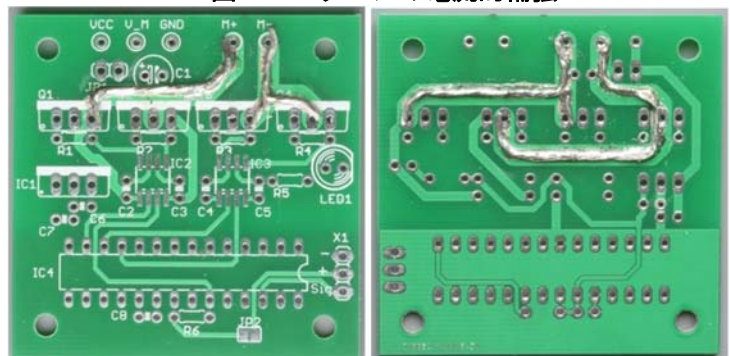


表2. 端子接続

端子名	接続	
VCC	PIC電源（三端子レギュレータ入力）	
V_M	モータ電源	
GND	グランド	
M+	DCモータ出力（+）	
M-	DCモータ出力（-）	
X1	-	信号入力グランド
	+	+5V出力（JP2により接続）
	Sig	電圧入力

図3. パターンの電流的補強



使用方法

PIC電源をモータ電源と分離した場合は、VCC、V_Mの順に電源を投入してください。VCCを投入すると、LED1が点灯します。ジャンパJP1を接続している場合は、V_Mを投入すると同時にLED1が点灯します。

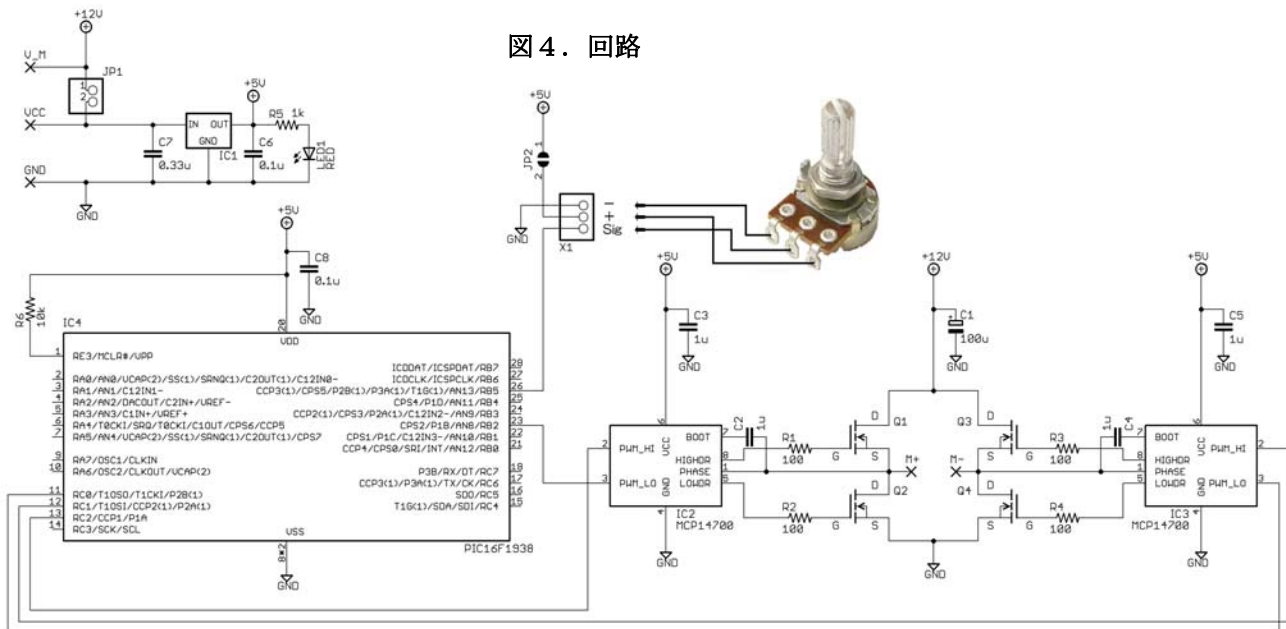
キットは、PWM制御によりモータ回転数をコントロールします。リスト1にプログラムを示します。可変抵抗が中点（Sig端子電圧が2.5V）の時にDuty比は0%となりモータは停止します。Sig端子の電圧が2.5Vを超えるとモータは正転します。5Vの時にDuty 95%となり、最大回転数で正転します。Sig端子の電圧が2.5V未満の時、モータは反転します。0Vの時にDuty 95%となり、最大回転数で反転します。

このキットは、ラジコンサーボ信号で動作させる事も可能です。プログラムをリスト2に示します。この場合はラジコンより電源が供給されますので、JP2のジャンパを接続しないか、JP1のジャンパピンを外して使用します。

仕様

- 電源電圧VCC : 7 ~ 24 V
- 電源電圧V_M : 2.4 V以下
- 連続出力電流 : 3 A
- PWM周波数 : 1 kHz
- Duty可変範囲 : 0 ~ 95 %

図4. 回路



リスト1 コントロールプログラム (電圧入力)

```
#include <xc.h>
#include <stdlib.h>

__CONFIG( FOSC_INTOSC & WDTE_OFF & PWRTE_OFF & MCLR_OFF & CP_OFF & CPD_OFF & BOREN_ON & CLKOUTEN_OFF & IESO_OFF & FCMEN_OFF );
__CONFIG( WRT_OFF & VCAPEN_OFF & PLLEN_OFF & STVREN_OFF & BORV_HI & LVP_OFF );

#define _XTAL_FREQ 8000000 /* 動作周波数 : 8MHz */

void initializePort( void );
void initializePWM( void );
void initializeAD( void );

void main( void )
{
    int ad_value, duty; /* AD変換値, Duty比 */

    /* 初期設定 */
    OSCCON = 0b01110010; /* 内部オシレータ 8MHz PLL OFF */
    initializePort(); /* ボート初期設定 */
    initializePWM(); /* PWM初期設定 */
    initializeAD(); /* ADC初期設定 */

    while( 1 ){
        GO_DONE = 1; /* AD変換開始 */
        while( GO_DONE ); /* AD変換完了待ち */
        ad_value = ADRESH; /* ad_valueにAD変換の結果を保存 */

        if( ( ad_value > 123 ) && ( ad_value < 133 ) ){ /* 2.4[V] < Vref < 2.6[V] ? */
            CCPRL1 = 0; CCPRL2 = 0; /* 両レグをローサイド100%に */
        } else {
            duty = abs( ( ad_value - 128 ) * 100 / 128 ); /* Duty比[%]を計算 */

            if( duty > 95 ){ duty = 95; } /* Duty比を95%に制限 */

            if( ad_value < 128 ){ /* 2.5[V] < Vref ? */
                CCPRL1 = 0; /* 左レグをローサイド100%に */
                CCPRL2 = PR4 * duty / 100; /* 右レグを計算したDuty比でドライブ */
            } else {
                CCPRL1 = PR2 * duty / 100; /* 左レグを計算したDuty比でドライブ */
            }
        }
    }
}
```

消費電流の例(参考値)

- ・ 制御回路のみの消費電流 : 約 10 mA
- ・ RS-385PH-4045 (P-06439)
無負荷最大回転時 : 9V 0.7A
無負荷時最大 : 9V 2.5A
- ・ RE-208RA-2865 (P-06438)
無負荷最大回転時 : 4.5V 0.3A
無負荷時最大 : 4.5V 1.5A
- ・ FA-130RA-2270 (P-06437)
無負荷最大回転時 : 3.0V 0.25A
無負荷時最大 : 3.0V 1.3A

```
CCPR2L = 0;
```

```
/* 右レグをローサイド100%に*/
```

```
    }  
}  
}  
  
void initializePort( void )  
{  
    PORTA = 0x00; LATA = 0x00; ANSELA = 0x00; TRISA = 0x00;  
    PORTB = 0x00; LATB = 0x00; ANSELB = 0x00; TRISB = 0x00;  
    PORTC = 0x00; LATC = 0x00; TRISC = 0x00;  
    PORTE = 0x00; LATE = 0x00; TRISE = 0x00;  
}  
  
void initializePWM( void )  
{  
    CCPMRS0 = 0b00000100; /* タイマの割り当てを設定 PWMモジュール1:タイマ2 PWMモジュール2:タイマ4*/  
  
    /* 左レグ設定*/  
    TRISC2 = 1;      TRISB2 = 1;      /* PWM出力ポートを一旦OFF*/  
    PR2 = 125;      /* PWM周波数: 1kHz*/  
    CCP1RL = 0;     /* Dutyを0%に*/  
    CCP1CON = 0b10011100; /* PWMモジュール1をON*/  
    T2CON = 0b00000110; /* タイマ2をONプリスケラ:16*/  
    PWM1CON = 0b00000100; /* デッドタイムを設定2[us]*/  
    TRISC2 = 0;     TRISB2 = 0;     /* PWM出力ポートをON*/  
  
    /* 右レグ設定*/  
    CCP2SEL = 0;    P2BSEL = 0;     /* P2AをRC1に, P2BをRC0に割り当て*/  
    TRISC1 = 1;    TRISCO = 1;     /* PWM出力ポートを一旦OFF*/  
    PR4 = 125;    /* PWM周波数: 1[kHz]*/  
    CCP2L = 0;    /* Dutyを0%に*/  
    CCP2CON = 0b10011100; /* PWMモジュール2をON*/  
    T4CON = 0b00000110; /* タイマ4をONプリスケラ:16*/  
    PWM2CON = 0b00000100; /* デッドタイムを設定2[us]*/  
    TRISC1 = 0;    TRISCO = 0;     /* PWM出力ポートをON*/  
}  
  
void initializeAD( void )  
{  
    TRISB5 = 1; ANSB5 = 1; /* RA0をAD入力ピンに設定*/  
    ADCON1 = 0b01010000; /* ADCクロックを2[us]に設定*/  
    ADCON0 = 0b00110101; /* ADCモジュールをON*/  
    _delay_us( 100 ); /* 設定完了時間待ち*/  
}
```

リスト2 コントロールプログラム (サーボパルス入力)

```
#include <xc.h>  
#include <stdlib.h>  
  
__CONFIG( FOSC_INTOSC & WDTE_OFF & PWRTE_OFF & MCLRE_OFF & CP_OFF & CPD_OFF & BOREN_ON & CLKOUTEN_OFF & IESO_OFF & PCMEN_OFF );  
__CONFIG( WRT_OFF & VCAPEN_OFF & PLLEN_OFF & STVREN_OFF & BORV_HI & LVP_OFF );  
  
#define _XTAL_FREQ 8000000 /* 動作周波数: 8MHz*/  
  
void initializePort( void );  
void initializePWM( void );  
void initializePinIntr( void );  
void initializeCapture( void );  
  
void main( void )  
{  
    /* 初期設定*/  
    OSCCON = 0b01110010; /* 内部オシレータ 8MHz PLL OFF*/  
    initializePort(); /* ポート初期設定*/  
    initializePWM(); /* PWM初期設定*/  
    initializePinIntr(); /* ピン変化割り込み初期設定*/  
    initializeCapture(); /* キャプチャモジュール初期設定*/  
  
    while(1);  
}  
  
void interrupt func( void )  
{  
    static unsigned char is_cycle_overflowed = 0;  
  
    if (IOCIE && IOCIF) { /* 立ち上がり割り込み発生*/  
        TMR1 = 0xFFFF - 50000; /* タイマカウンタをリセット*/  
  
        /* 立ち下がり割り込みを動作*/  
        CCP3IF = 0;  
        CCP3IE = 1;  
  
        /* 立ち上がり割り込みを停止*/  
        IOCBF = 0x00; IOCIF = 0;  
        IOCIE = 0;  
    }  
    else if (CCP3IE && CCP3IF) { /* 立ち下がり割り込み発生*/  
        unsigned short timer_value = 0, duty;  
  
        /* 割り込み発生時のタイマ値をtimer_valueに保存*/  
        timer_value = CCPR3H;  
        timer_value <= 8;  
        timer_value |= CCPR3L;  
        timer_value = timer_value - (0xFFFF - 50000);  
    }  
}
```

```

/* 立ち下がり割り込みを停止 */
CCP3IF = 0;
CCP3IE = 0;

/* 立ち上がり割り込みを動作 */
IOCBF = 0x00;
IOCIF = 0;
IOCFE = 1;

if ((timer_value > 2000) && (timer_value < 4000)) {
    /* パルス幅が 1ms < T < 2ms */

    if (is_cycle_overflowed) { /* 超過周期フラグが ON */
        is_cycle_overflowed = 0;
    }else{
        duty = abs(3000 - timer_value) / 10;
        if( duty > 95 ){ duty = 95; } /* Duty比を95%に制限 */

        if (timer_value < 3000) {
            /* 正転 */
            CCPR1L = PR2 * duty / 100; /* 右レッグを計算したDuty比でドライブ */
            CCPR2L = 0;
        }else{
            /* 反転 */
            CCPR2L = PR4 * duty / 100; /* 右レッグを計算したDuty比でドライブ */
            CCPR1L = 0;
        }
    }
}

}else if (TMR1IE && TMR1IF) { /* パルス周期が25ms以上 */
    TMR1IF = 0;
    TMR1 = 0xFFFF - 50000; /* 25msで割り込みが発生する */

    is_cycle_overflowed = 1; /* 超過周期エラーフラグをセット */

    /* 立ち上がり割り込みを動作 */
    IOCBF = 0x00; IOCIF = 0;
    IOCFE = 1;
    /* 立ち下がり割り込みを停止 */
    CCP3IE = 0;
}

}

void initializePort( void )
{
    PORTA = 0x00; LATA = 0x00; ANSELA = 0x00; TRISA = 0x00;
    PORTB = 0x00; LATB = 0x00; ANSELB = 0x00; TRISB = 0x00;
    PORTC = 0x00; LATC = 0x00; TRISC = 0x00;
    PORTE = 0x00; LATE = 0x00; TRISE = 0x00;
}

void initializePWM( void )
{
    CCPMRS0 = 0b00000100; /* タイマの割り当てを設定 PWMモジュール1:タイマ2 PWMモジュール2:タイマ4 */

    /* 左レッグ設定 */
    TRISC2 = 1; TRISB2 = 1; /* PWM出力ポートを一旦OFF */
    PR2 = 125; /* PWM周波数 : 1kHz */
    CCPR1L = 0; /* Dutyを0%に */
    CCP1CON = 0b10011100; /* PWMモジュール1をON */
    T2CON = 0b00000110; /* タイマ2をONプリスケアラ:16 */
    PWM1CON = 0b00000100; /* デッドタイムを設定 2[us] */
    TRISC2 = 0; TRISB2 = 0; /* PWM出力ポートをON */

    /* 右レッグ設定 */
    CCP2SEL = 0; P2BSEL = 0; /* P2AをRC1に, P2BをRC0に割り当て */
    TRISC1 = 1; TRISCO = 1; /* PWM出力ポートを一旦OFF */
    PR4 = 125; /* PWM周波数 : 1[kHz] */
    CCPR2L = 0; /* Dutyを0%に */
    CCP2CON = 0b10011100; /* PWMモジュール2をON */
    T4CON = 0b00000110; /* タイマ4をONプリスケアラ:16 */
    PWM2CON = 0b00000100; /* デッドタイムを設定 2[us] */
    TRISC1 = 0; TRISCO = 0; /* PWM出力ポートをON */
}

void initializePinIntr(void)
{
    TRISB5 = 1;
    IOCBP5 = 1; /*RB5の立ち上がりピン変化割り込みを許可 */
    GIE = 1; PEIE = 1;
    IOCFE = 1;
}

void initializeCapture(void)
{
    TRISB5 = 1;
    TMR1IE = 1;
    T1CON = 0b00000001;

    CCP3SEL = 1;
    CCP3CON = 0b00000100;
    GIE = 1; PEIE = 1;
    CCP3IE = 1;
}

```

おわりに

Hブリッジドライバについては、メカトロニクス電子回路（コロナ社）（ISBN-13: 978-4339008623）に解説を載せています。ご参照ください。

この基板は松江工業高等専門学校電気工学科別府研究室にて設計致しました。

