モーター回転数測定(周期測定の応用)

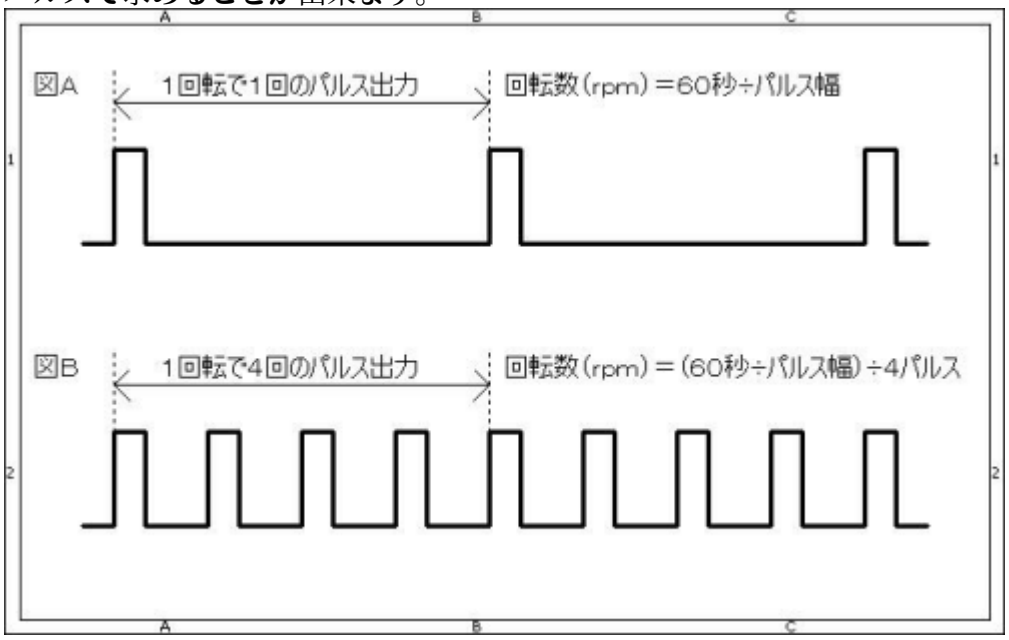
概要

ロボコン等にも興味がありますので、必須技術となるモーター制御の一環として、モーターの回転数を測定してみました。

動作原理

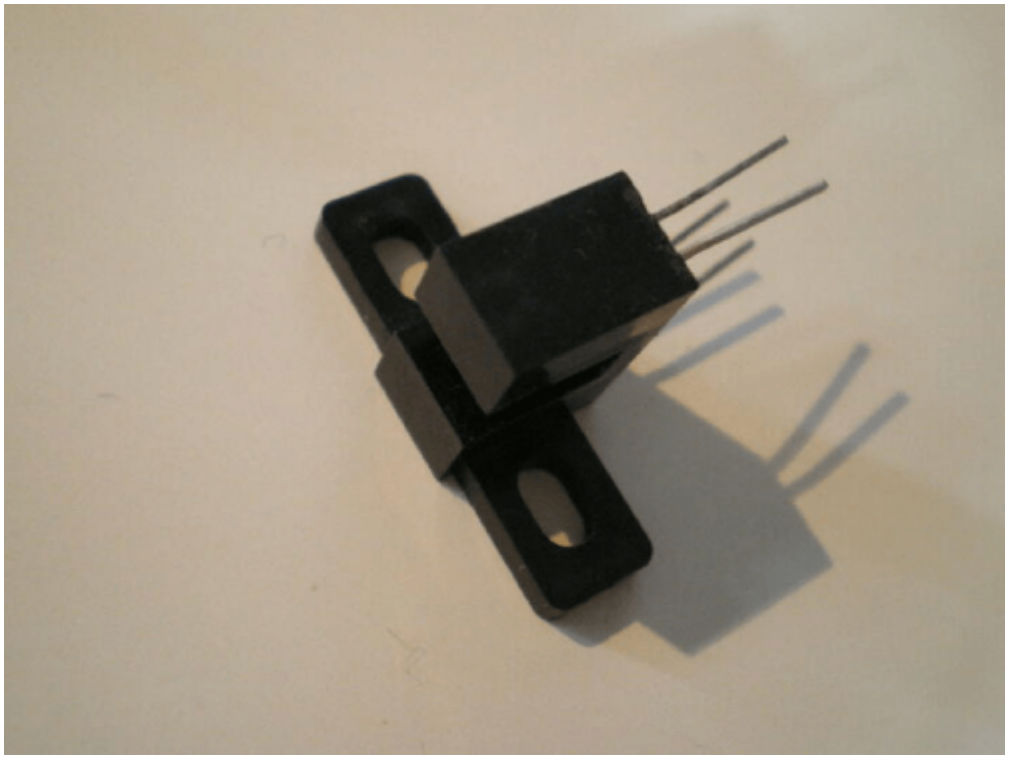
モーターの回転軸にスリット円板を取り付け、それをフォトインタラプタに通すことにより、機械的な回転変位を、電気的なパルスに変換し、そのパルス幅より、回転数rpm(revolution per minute)を求めます。

図Aのように、1回転で1回のパルスが出力される場合の回転数rpmは、60秒÷パルス幅で求めることが出来ます。 図Bのように、1回転で4回のパルスが出力される場合の回転数rpmは、(60秒÷パルス幅)÷4パルスで求めることが出来ます。

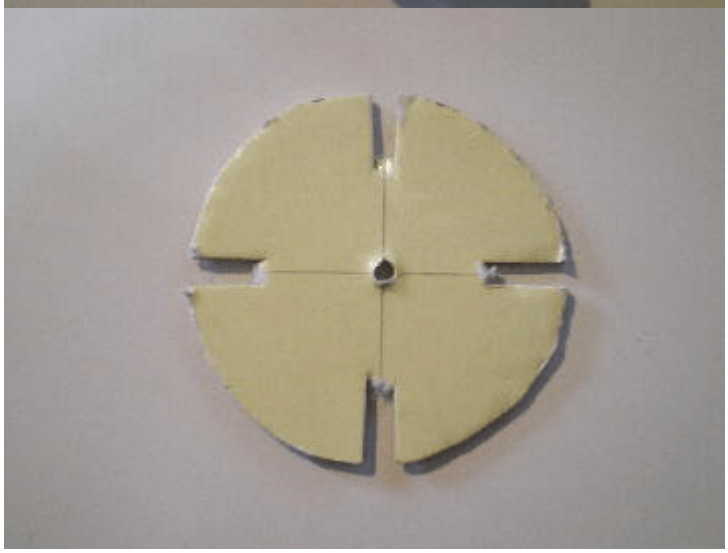


パルスの幅を求める方法は、パルス周期測定ユニットや周期&周波数測定ユニットV2(1Hz~100Hz)を参照してください。 尚、測定レンジは、4段階に自動で切り替え、出来るだけ精度を高めるように工夫してあります。

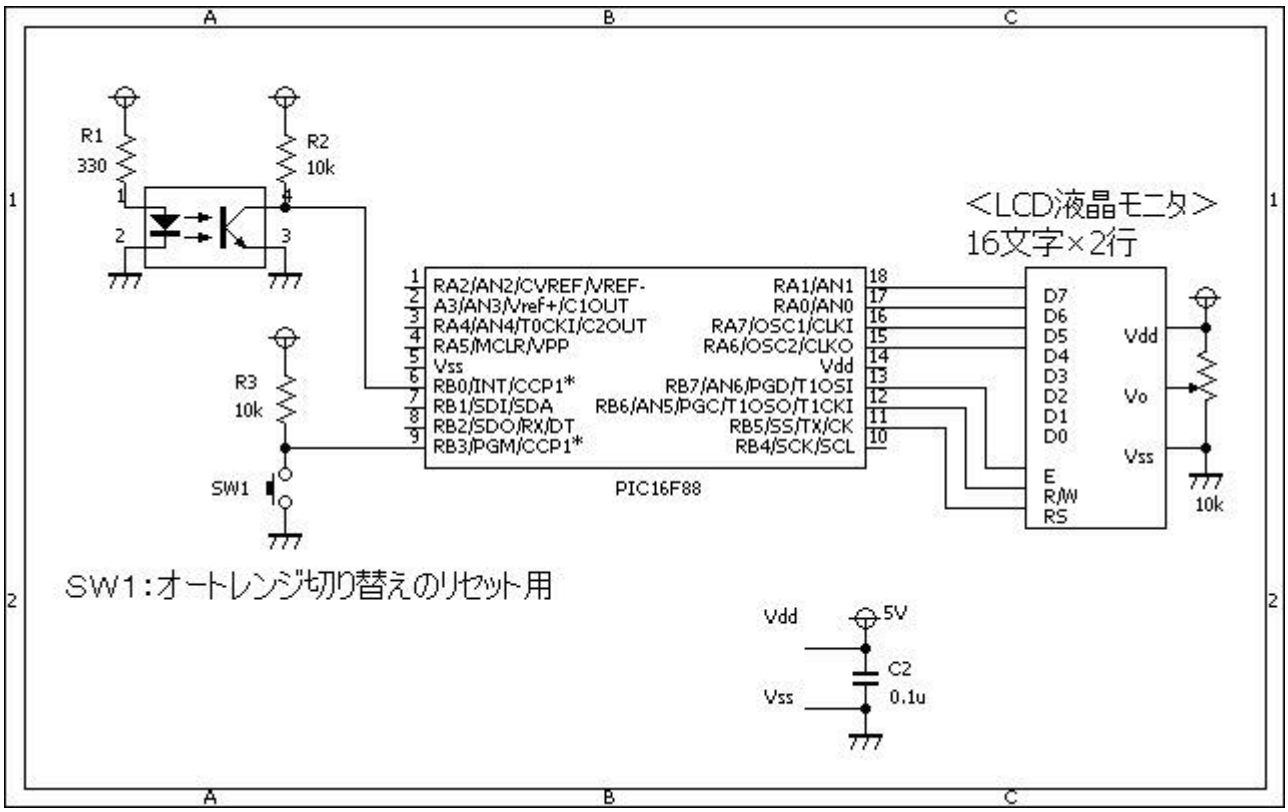
フォトインタラプタは、手持ちの物を使いました。(実は、型番が良く分かりません)



測定の対象としたモーターと厚紙で作ったスリット円板です。



回路図



ソースコード

RotationMeasure.c

```
//*****************************************************************************
*

#define       CLOCK2MHZ

#ifdef        CLOCK2MHZ        // min1Hz
#define       PS1        2.00    // 2.00 = (1 / 2000000Hz) * 4 * 1 *
1000000 -> ≒8Hz□
#define       PS2        4.00    // 4.00 = (1 / 2000000Hz) * 4 * 2 *
1000000 -> ≒4Hz□
#define       PS4        8.00    // 8.00 = (1 / 2000000Hz) * 4 * 4 *
1000000 -> ≒2Hz□
#define       PS8        16.00    // 16.00 = (1 / 2000000Hz) * 4 * 8 *
1000000 -> ≒1Hz□
/*
□□□の時の精度□PS9の時）小数点第４桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□×□□□□□□□÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□×□□□□□□□÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□×□□□□□□□÷□□□□□□□□□
□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第３桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□×□□□□□□□÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□×□□□□□□□÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□×□□□□□□□÷□□□□□□□□□
```

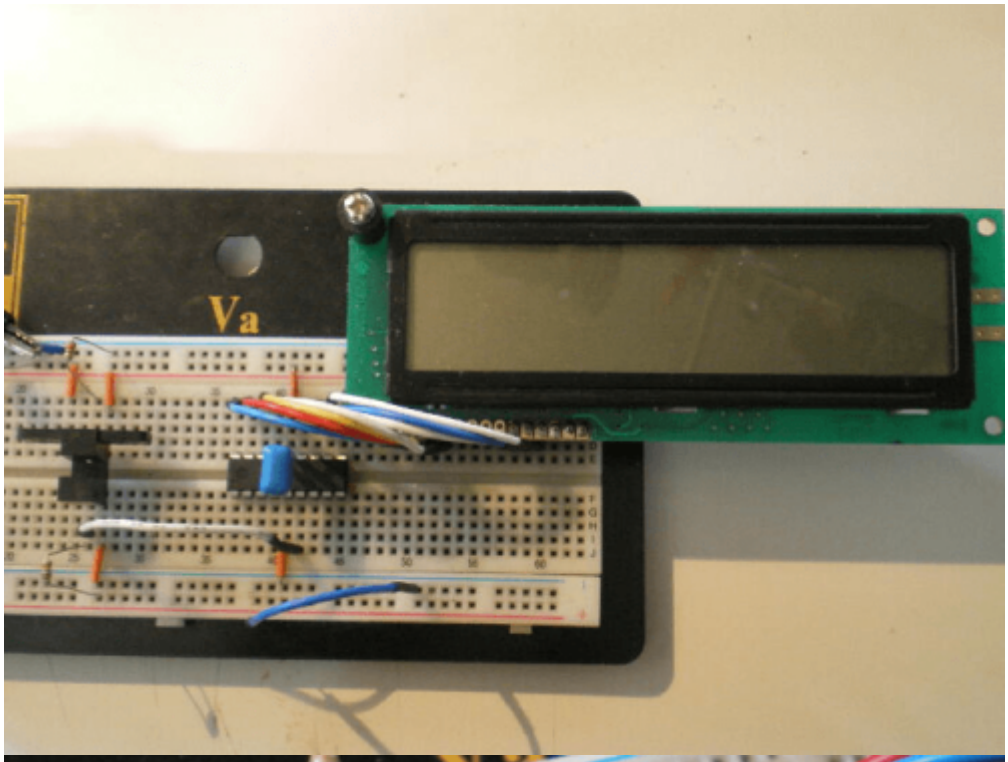
```
□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第２桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第１桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第０桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第０桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
*/
#endif

#ifdef        CLOCK16MHZ    // min8Hz
#define       PS1        0.25    // 0.25 = (1 / 16000000Hz) * 4 * 1 *
1000000 -> ≒62Hz□
#define       PS2        0.50    // 0.50 = (1 / 16000000Hz) * 4 * 2 *
1000000 -> ≒31Hz□
#define       PS4        1.00    // 1.00 = (1 / 16000000Hz) * 4 * 4 *
1000000 -> ≒16Hz□
#define       PS8        2.00    // 2.00 = (1 / 16000000Hz) * 4 * 8 *
1000000 -> ≒8Hz□
/*
最高精度□PS1の時）小数点第３桁
□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□の時の精度□PS8の時）小数点第３桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□ □÷□□□□□□□□□
□□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第２桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第１桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□の時の精度□PS1の時）小数点第０桁
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□÷□□□□□□□× □□□□□ □÷□□□□□□□□□□
*/
#endif
```

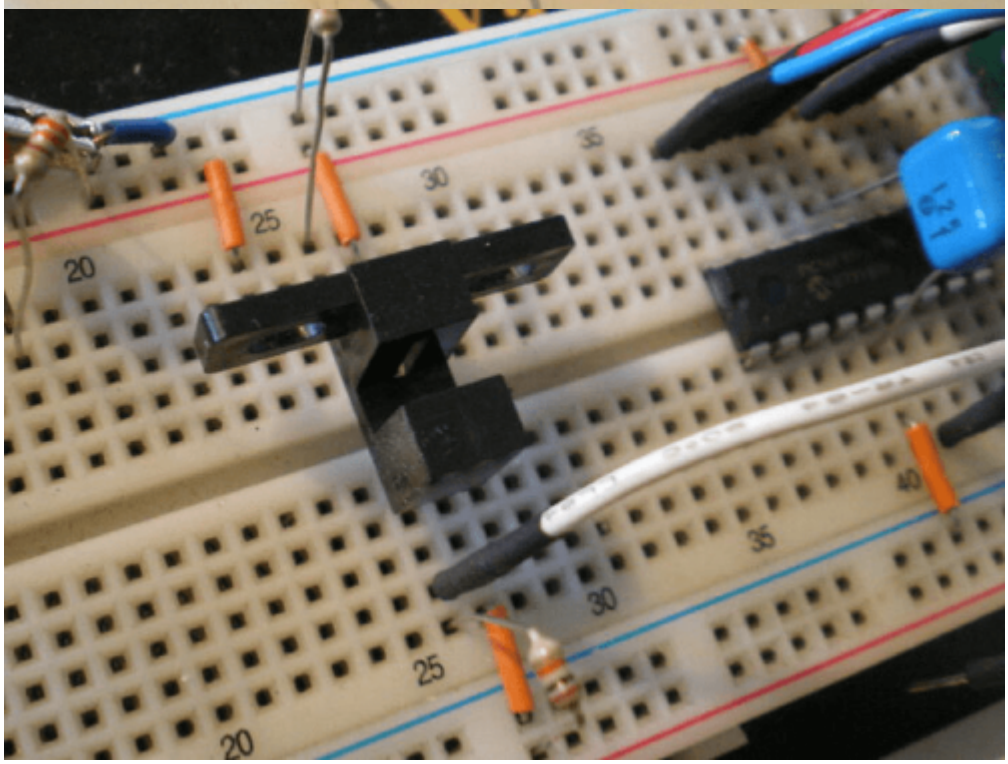
```
//*****************************************************************************
*

unsigned   int    measurement()
{
    unsigned    int        dat;
    //
    T1CON.TMR1ON = 0;                           //タイマーオフ
    TMR1H = 0;                                      //タイマー値クリア
    TMR1L = 0;                                      //タイマー値クリア
    PIR1.CCP1IF = 0;                           //キャプチャフラグクリア
    asm {
    loop_001:                                           //キャプチャフラグ確認
(アセンブラで高速処理)
        btfss        PIR1, 2
        goto        loop_001
    }
//    while (PIR1.CCP1IF == 0)    // キャプチャフラグ確認
//        ;
    T1CON.TMR1ON = 1;                           //タイマーオン
    PIR1.CCP1IF = 0;                           //キャプチャフラグクリア
    asm {
    loop_002:                                           //キャプチャフラグ確認
(アセンブラで高速処理)
        btfss        PIR1, 2
        goto        loop_002
    }
//    while (PIR1.CCP1IF == 0)    // キャプチャフラグ確認
//        ;
    T1CON.TMR1ON = 0;                           //タイマーオフ
    dat = CCPR1H << 8;
    dat |= CCPR1L;
    //
    return (dat);
}

void   main()
{
    static    unsigned    char    buf[15];
    static    unsigned    int        dat;
    static    unsigned    char    prescale;
    static    double                prescaled, cycleTime, rpm;
    //
    OSCCON = 0b01010000;        //クロックは2MHz
    CMCON  = 0b00000111;        //コンパレータは使用しない。
    ANSEL  = 0b00000000;        // A/D変換は使用しない。
    TRISA  = 0b00111100;
    TRISB  = 0b00001111;
    OPTION_REG.F7 = 0;            // PORTBをプルアップする。
    //
```

```
    T1CON.TMR1CS = 0;
    T1CON.T1CKPS0 = 0;
    T1CON.T1CKPS1 = 0;
    T1CON.TMR1ON = 0;
    TMR1H = 0;
    TMR1L = 0;
    PIE1.TMR1IE = 0;
    PIR1.TMR1IF = 0;
    prescale = 1;
    prescaled = PS1;
    //
    CCP1CON.CCP1M3 = 0;
    CCP1CON.CCP1M2 = 1;
    CCP1CON.CCP1M1 = 0;
    CCP1CON.CCP1M0 = 1;
    CCPR1H = 0;
    CCPR1L = 0;
    PIE1.CCP1IE = 0;
    PIR1.CCP1IF = 0;
    //
    Lcd_Custom_Config(&PORTA, 1, 0, 7, 6, &PORTB, 5, 6, 7);
    Lcd_Custom_Cmd(LCD_CURSOR_OFF);
    Lcd_Custom_Cmd(LCD_CLEAR);
    //
    while (1) {
        dat = measurement();
        //
        cycleTime = (double)dat * prescaled;     // usec変換
        FloatToStr(cycleTime, buf);
        Lcd_Custom_Out(1, 1, buf);
        Lcd_Custom_Out(1, 13, "usec");
        //
        rpm = ((1000000.0 / cycleTime) / 4.0) * 60.0;     //回転数変換
        FloatToStr(rpm, buf);
        Lcd_Custom_Out(2, 1, buf);
        Lcd_Custom_Out(2, 13, "rpm");
        //
        if (PIR1.TMR1IF == 0) {                     //オーバーフローチェック
            Lcd_Custom_Out(2, 16, "-");
        } else {
            PIR1.TMR1IF = 0;
            Lcd_Custom_Out(2, 16, "*");
            switch (prescale) {                     //プリスケーラ自動調整
            case 1:
                T1CON.T1CKPS0 = 1;
                T1CON.T1CKPS1 = 0;
                prescale = 2;
                prescaled = PS2;
                break;
            case 2:
                T1CON.T1CKPS0 = 0;
```

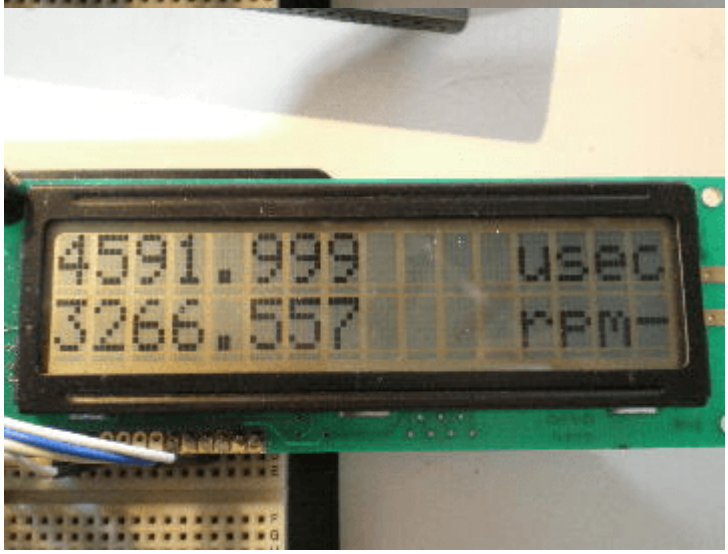
```
                T1CON.T1CKPS1 = 1;
                prescale = 4;
                prescaled = PS4;
                break;
            case 4:
                T1CON.T1CKPS0 = 1;
                T1CON.T1CKPS1 = 1;
                prescale = 8;
                prescaled = PS8;
                break;
            case 8:
                break;
            }
        }
        //
        Delay_ms(500);
        //
        if (PORTB.F3 == 0) {          //プリスケーラリセット（無し：1／1）
            T1CON.T1CKPS0 = 0;
            T1CON.T1CKPS1 = 0;
            prescale = 1;
            prescaled = PS1;
        }
    }
}

//*****************************************************************************
*
```

動作原理

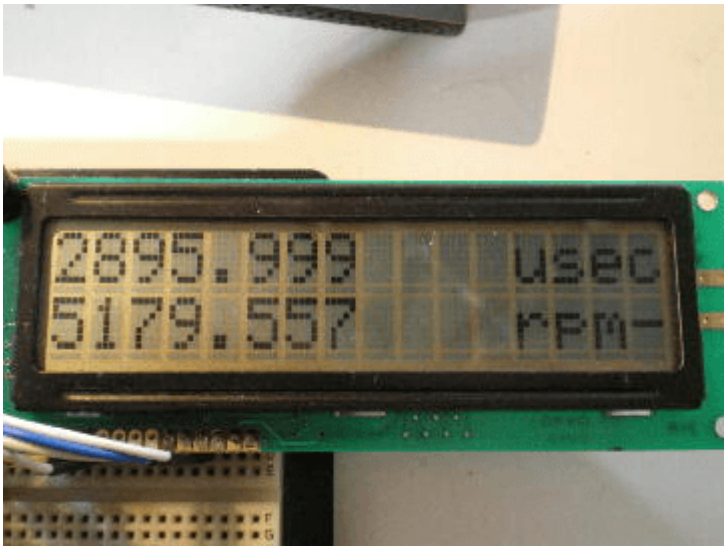


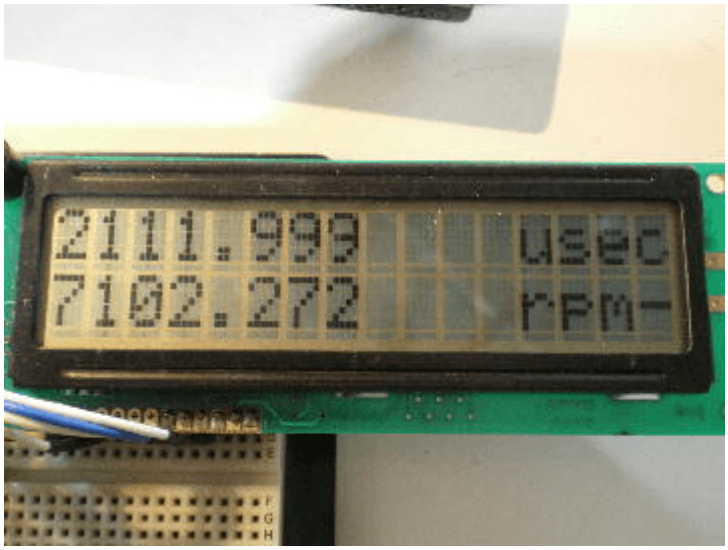


モーターを回しながら、フォトインタラプタに近づけて測定しました。 左側:モーターを1Vで廻した時のパルス幅と回転数です。 右側:モーターを2Vで廻した時のパルス幅と回転数です。

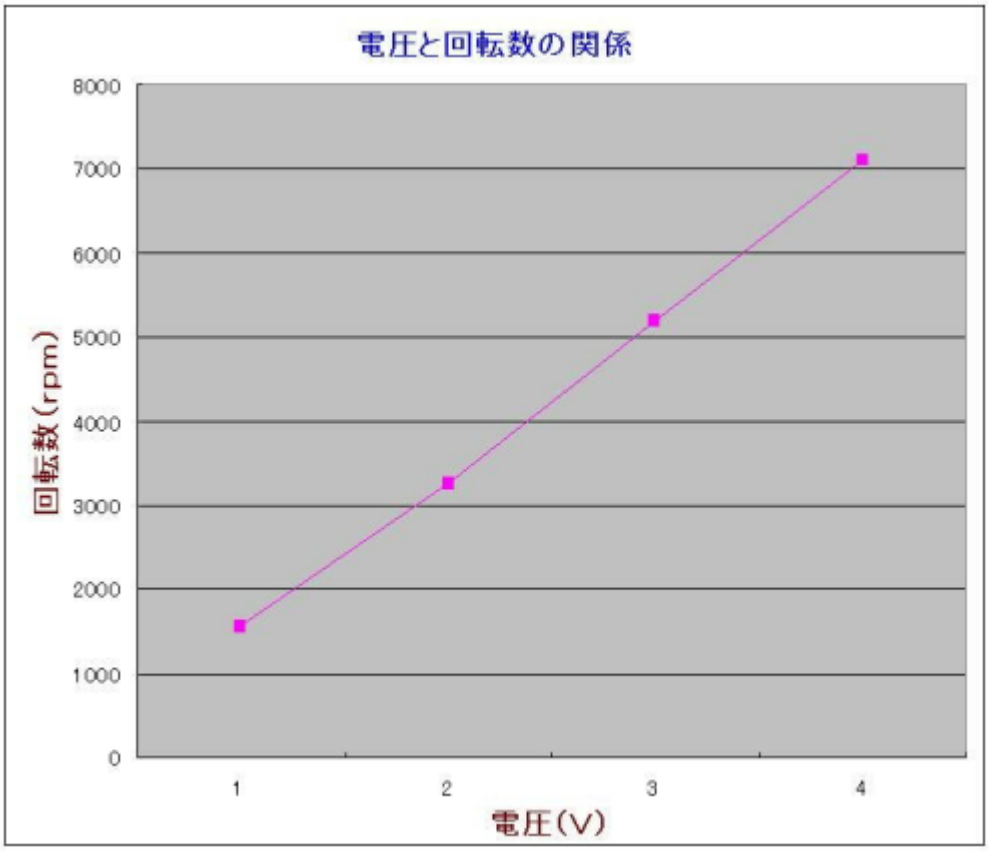


左側:**モーターを3Vで廻した時のパルス幅と回転数です。** 右側:**モーターを4Vで廻した時のパルス幅と回転数です。**





モーターへの印加電圧と回転数の関係をグラフにしてみました。



無負荷状態のモーターの回転数ですが、結構直線性は良いようです。 手作りのスリット円板にしては上出来ですね!