簡易湿度計(LM74)

概要

温度センサーには□LM35□LM60□LM61などの、温度に比例した電圧が出力されるタイプの物が、よく使用され ています。

そして、このようなセンサーを使用した温度計の仕組み(流れ)は、概ね次のようになります。 【センサー】→【オペアンプ□□□A/D変換+基準電圧】→【マイコン□□□LCD□ また、精度を高めるためには、特にオペアンプ□A/D変換、基準電圧の回路設計に留意する必要があります。

そこで今回は、回路設計の手間を省いて、尚且つ、高い精度の得られる温度計を製作してみます。 センサーには、-55 ℃~+150 ℃の動作温度範囲に対して、12ビット+サインの温度分解能 (LSB 当たり、0.0625 ℃) を備えたナショナル セミコンダクター社の「LM74□を使用します。

<簡易温度計(LM74)の仕様>

- 測定範囲:-55℃~150℃
- 温度分解能:0.0625 ℃
- 表示内容:現在温度、最高温度、最低温度、測定経過時間

動作原理

PICに温度センサーをシリアル接続し、周期的に温度を測定し、結果をLCDに表示します。

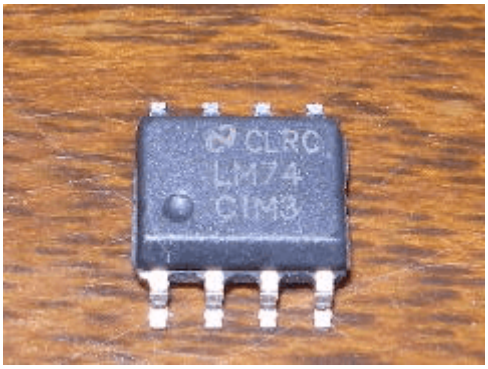
動作原理(ハードウェア)

◎温度センサー

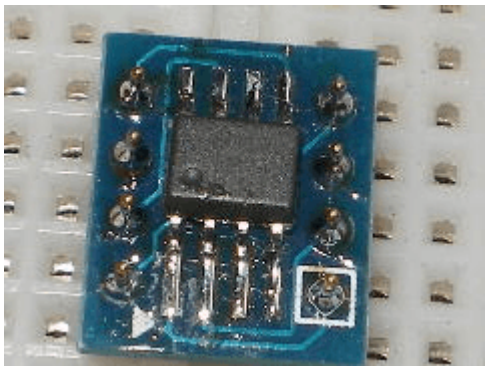
- ナショナル セミコンダクター社の「LM74□を使用します。

<LM74の仕様>

- 0.0625 ℃の温度分解能
- シャットダウン・モードによる温度読み出し間の節電
- SPI およびMICROWIRE バス・インタフェースを装備
- 電源電圧3.0V あるいは2.65V ~ 5.5V
- 電源電流通常動作時265μA (代表値)、520μA (最大)、シャットダウン時3μA (代表値)

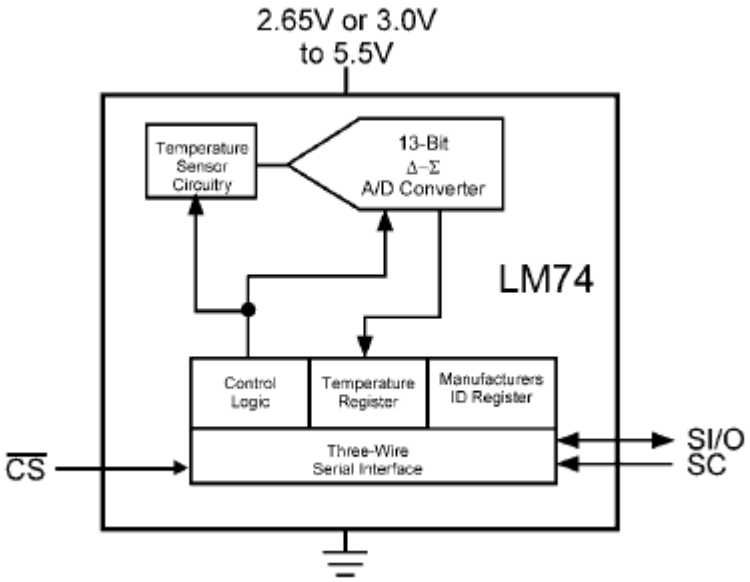


<LM74の概観と変換基板への実装例>



◎LM74の制御線

- スレーブ出力(SI/O):シリアルバス双方向データライン(PIC⇔LM74)
- スレーブクロック(SC):シリアルバス用クロック(PIC→LM74)
- チップセレクト(CS):チップセレクト用の信号(PIC→LM74)



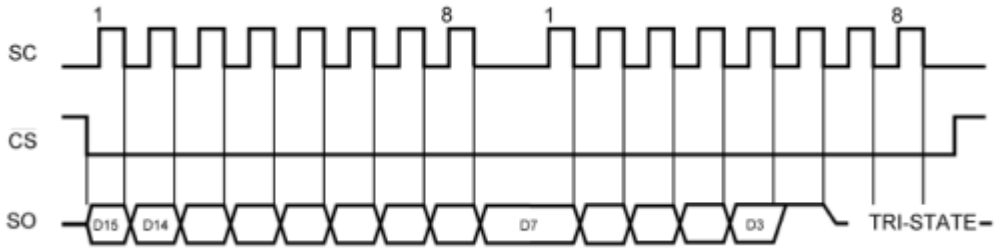
<LM74のブロックダイアグラム>

動作原理(ソフトウェア)

◎温度の測定

- LM74のタイミングチャートに従って、温度レジスタ(16ビット)の内容を取得します。
- 温度レジスタの、D15~D3の13ビットを使用します。
- LM74の温度とデータの関係より、温度値を求めます。

<LM74のタイミングチャート>

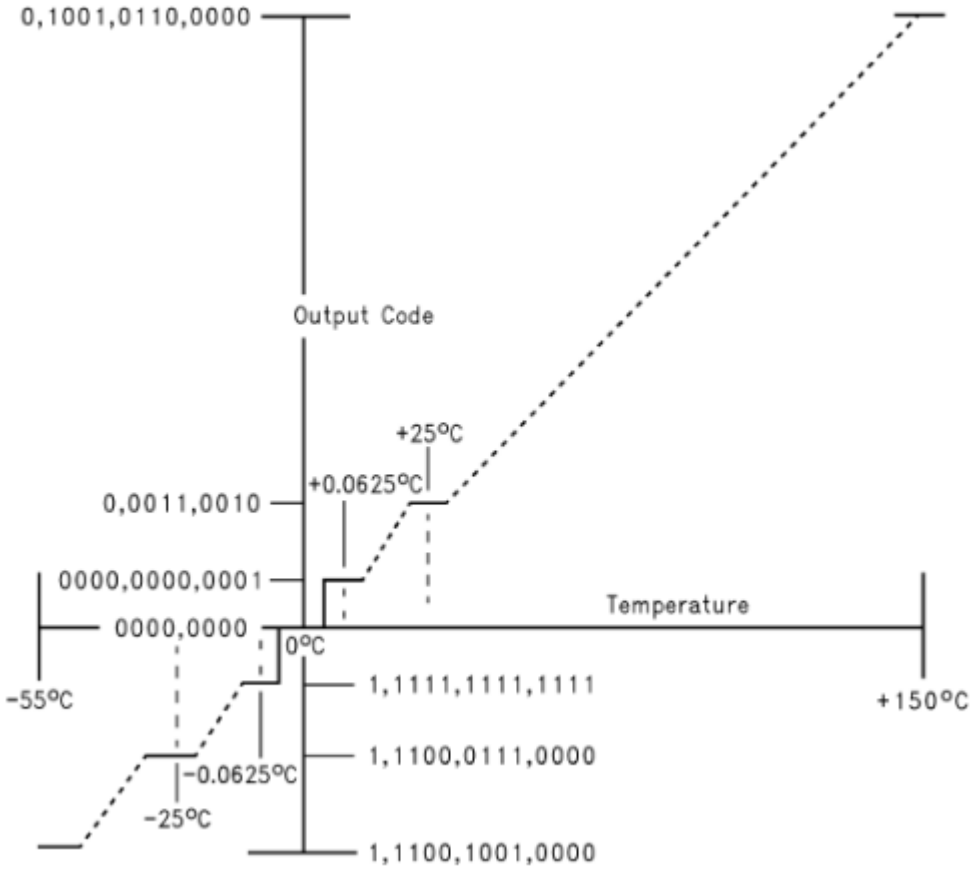


<LM74の温度レジスタ>

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MSB	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	LSB	1	X	X

※D15~D3の13ビットを使用します。

<LM74の温度とデータの関係(1)>



<LM74の温度とデータの関係(2)>

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+150˚C	0100 1011 0000 0111	4B 07h
+125˚C	0011 1110 1000 0111	3E 87h
+25˚C	0000 1100 1000 0111	0C 87h
+0.0625˚C	0000 0000 0000 1111	00 0Fh
0˚C	0000 0000 0000 0111	00 07h
–0.0625˚C	1111 1111 1111 1111	FF FFh
–25˚C	1111 0011 1000 0111	F3 87h
–55˚C	1110 0100 1000 0111	E4 87h

◎最高温度、最低温度の算出

- 現在温度と前回までの最高温度を比較し、最高温度および最低温度を求めます。
- スイッチ(SW)が押下されると、最高温度および最低温度をリセットします。

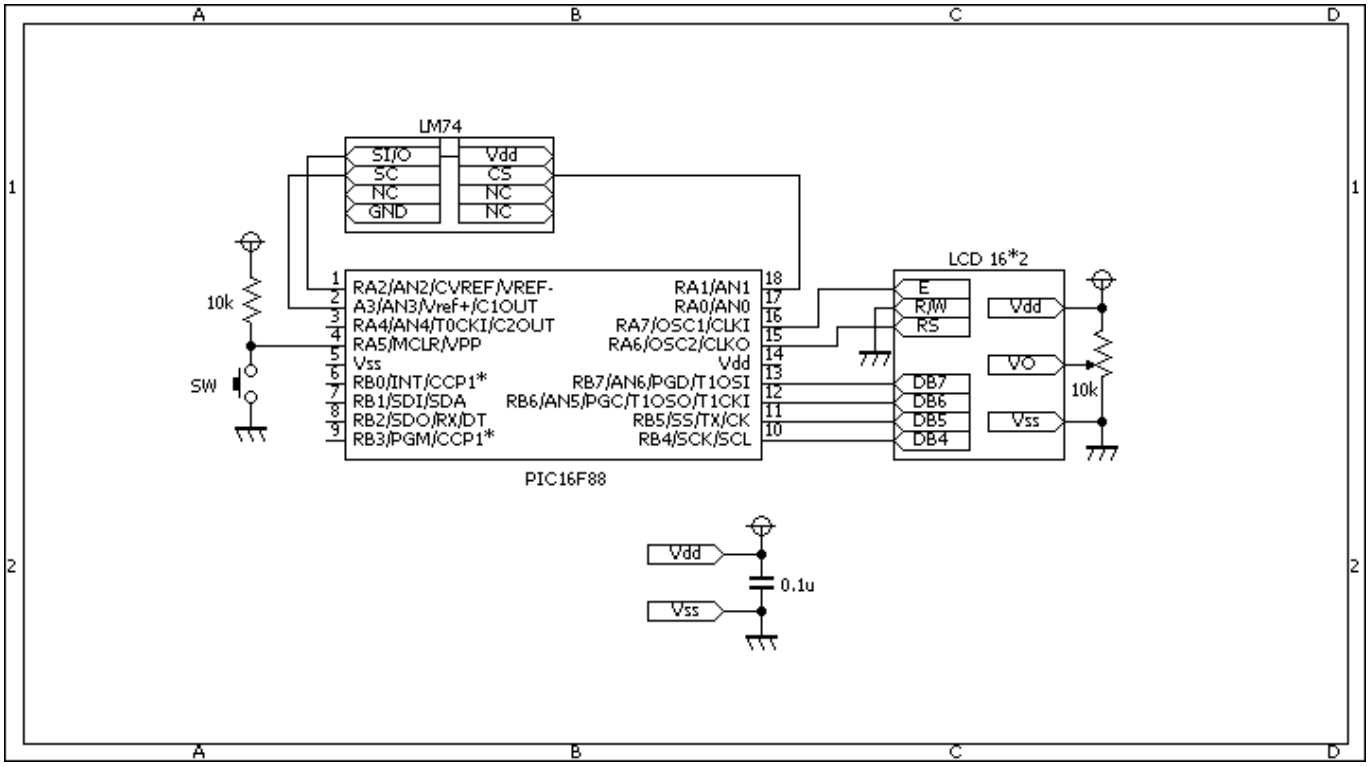
◎測定経過時間の算出

- 100msec周期の割り込みを発生させ、それを測定経過時間(時分秒)を計る基準クロックとします。
- スイッチ(SW)が押下されると、測定経過時間をリセットします。

◎測定結果の表示

- 現在温度、最高温度、最低温度、測定経過時間をLCDに表示します。

回路図



ソースコード

thermo_meter_lm74.c

```
//*****************************************************************************
*
/*
    ＜簡易湿度計□LM74□□
*/
//*****************************************************************************
*
//LCD
sbit LCD_RS at RA6_bit;
sbit LCD_EN at RA7_bit;
sbit LCD_D7 at RB7_bit;
sbit LCD_D6 at RB6_bit;
sbit LCD_D5 at RB5_bit;
sbit LCD_D4 at RB4_bit;
sbit LCD_RS_Direction at TRISA6_bit;
sbit LCD_EN_Direction at TRISA7_bit;
sbit LCD_D7_Direction at TRISB7_bit;
sbit LCD_D6_Direction at TRISB6_bit;
sbit LCD_D5_Direction at TRISB5_bit;
sbit LCD_D4_Direction at TRISB4_bit;
//LM74
sbit LM74_CS at RA1_bit;
sbit LM74_SO at RA2_bit;
sbit LM74_SC at RA3_bit;
sbit LM74_CS_Direction at TRISA1_bit;
```

```
sbit LM74_SO_Direction at TRISA2_bit;
sbit LM74_SC_Direction at TRISA3_bit;
//
sbit SW at RA5_bit;
//
#define BYTE    unsigned  short
#define WORD    unsigned  int
#define DWORD   unsigned  long
//********************************************************************************
*
//■関数宣言
extern  void    main();
extern  int     measurement();
extern  int     convert(int thermo);
extern  void    display(char row, char column, int thermo);
extern  void    init_timer();
extern  void    interrupt();
extern  void    trigger();
extern  void    get_clock(char *msg);
extern  DWORD   clock;
extern  short   start_flg;
//********************************************************************************
*
static  char    buf[16];
//********************************************************************************
*
//■メイン関数
void    main()
{
        int     thermo, max, min;
        //
        OSCCON = 0b01110000;
        ANSEL  = 0b00000000;
        TRISA  = 0b00111111;
        TRISB  = 0b00000110;
        //
        Lcd_Init();
        Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF);
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Out(1, 1, "Thermometer LM74");
        Delay_ms(1000);
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);
        Lcd_Out(1, 6, "□C");
        Lcd_Out(2, 6, "□C");
        Lcd_Out(2, 14, "□C");
        //
        LM74_CS_Direction = 0;
        LM74_SO_Direction = 1;
        LM74_SC_Direction = 0;
        LM74_SC = 0;
        LM74_CS = 1;
```

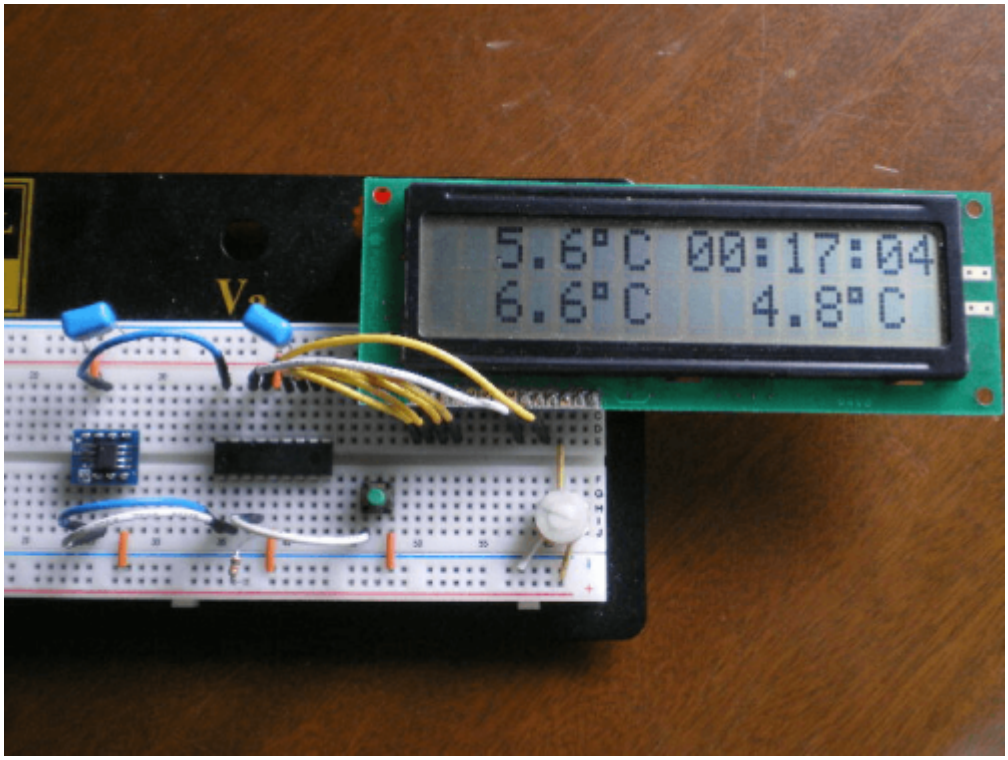
```
        //
        max = 0;
        min = 1000;
        clock = 0;
        start_flg = 1;
        //
        init_timer();
        //
        while (1) {
                //温度の測定と表示（現在値、最高値、最低値）
                thermo = measurement();
                thermo = convert(thermo);
                max = (thermo < max) ? max : thermo;
                min = (thermo > min) ? min : thermo;
                display(1, 1, thermo);
                display(2, 1, max);
                display(2, 9, min);
                //経過時間の取得と表示
                get_clock(buf);
                Lcd_Out(1, 9, buf);
                //
                if (SW == 0) {
                        start_flg = 0;
                        clock = 0;
                        max = 0;
                        min = 1000;
                        start_flg = 1;
                }
        }
}
//*********************************************************************
*
//■温度換算関数
void    display(char row, char column, int thermo)
{
        if (thermo >= 0) {
                IntToStr(thermo, buf);
                buf[1] = ' ';
                buf[2] = buf[3];
                buf[3] = buf[4];
                buf[4] = '.';
        } else {
                IntToStr(thermo, buf);
                buf[1] = '-';
                buf[2] = (buf[3] == '-') ? ' ' : buf[3];
                buf[3] = (buf[4] == '-') ? ' ' : buf[4];
                buf[4] = '.';
        }
        Lcd_Out(row, column, &buf[1]);
}
//*********************************************************************
```

```
*
int     convert(int thermo)
{
        double  d;
        int     tmp;
        //
        if ((thermo & 0b1000000000000000) == 0) {
                d = thermo >> 3;
                d = d * 0.0625 * 10;
        } else {
                d = (thermo >> 3) & 0x0FFF;
                d = (d - 4096) * 0.0625 * 10;
        }
        tmp = d;
        return (tmp);
}
//*****************************************************************************
*
//■温度測定関数
int     measurement()
{
        DWORD   thermo;
        short   cnt;
        //
        thermo = 0;
        LM74_CS = 0;
        for (cnt = 0; cnt < 16; cnt++) {
                LM74_SC = 1;
                if (LM74_SO == 1) {
                        thermo |= 1;
                        thermo <<= 1;
                } else {
                        thermo |= 0;
                        thermo <<= 1;
                }
                LM74_SC = 0;
        }
        LM74_CS = 1;
        thermo >>= 1;
        return (thermo);
}
//*****************************************************************************
*
//■100msecの周期割り込みを発生させる関数です。
void    init_timer()
{
        // CCPの設定
        PIE1.CCP1IE = 1;
        PIR1.CCP1IF = 0;
        CCP1CON.CCP1M3 = 1;
        CCP1CON.CCP1M2 = 0;
```

```
        CCP1CON.CCP1M1 = 1;
        CCP1CON.CCP1M0 = 1;
        CCPR1L = 0xA8;          // 100msec...クロックが8Mhzの時
        CCPR1H = 0x61;          //
100msec...(1÷16000000)*4*8*25000(0x61A8)
        // TIMER1の設定
        PIE1.TMR1IE = 0;
        PIR1.TMR1IF = 0;
        TMR1L = 0;
        TMR1H = 0;
        T1CON.TMR1CS = 0;
        T1CON.T1CKPS0 = 1;
        T1CON.T1CKPS1 = 1;
        T1CON.TMR1ON = 1;
        //
        INTCON.PEIE = 1;
        INTCON.GIE = 1;
}
//*********************************************************************
*
//■割り込み関数です。
DWORD   clock = 0;
short   start_flg = 0;
//
void    interrupt()
{
        if (PIR1.CCP1IF == 1) {
                PIR1.CCP1IF = 0;
                //
                if (start_flg == 1) {
                        clock++;
                }
        }
}
//*********************************************************************
*
//■測定タイミングをチェックする関数です。
void    trigger()
{
        DWORD   tmp;
        //
        tmp = clock;
        while ((tmp % 10) != 0) {
                Delay_ms(1);
        }
}
//*********************************************************************
*
void    ByteToStr2(unsigned short number, char *output)
{
        ByteToStr(number, output);
```

```
        output[0] = (output[1] == ' ') ? '0' : output[1];
        output[1] = output[2];
        output[2] = 0x00;
}
//*****************************************************************************
*
//経過時間取得関数
void    get_clock(char *msg)
{
        DWORD   tmp;
        BYTE    hh, mm, ss;
        //
        tmp = clock;
        tmp /= 10;
        hh = tmp / 3600;
        mm = (tmp % 3600) / 60;
        ss = (tmp % 3600) % 60;
        ByteToStr2(hh, buf);
        buf[2] = ':';
        ByteToStr2(mm, &buf[3]);
        buf[5] = ':';
        ByteToStr2(ss, &buf[6]);
        buf[8] = ' ';
}
//*****************************************************************************
*
```

動作確認



左上:現在温度、右上:測定経過時間 左下:最高温度、右下:最低温度