



## TEMPERATURE MEASUREMENT WITH MICROCONTROLLER PIC18F452

**Abstract:** Measurement of the temperature using TC74 sensor: PIC18F452 has built-in the I C module for communication. The microcontroller PIC18F452 is used as the I C Master and the thermosensor TC74 as I C Slave. TC74 has built-in ADC, which is converting the temperature to 8-bit digital word. The microcontroller obtains temperature from TC74 in every 207.67ms and indicates it on HD44780-based LCD in one of three various dimensions (the Celcius degrees, the Kelvin degrees and the Fahrenheit degrees). The unit can be changed by pressing a button, connected to pin A4 of the microcontroller. The schematic diagram is designed and simulated in Proteus 7.2 SP2. Discretization time is measured in the simulation.

### Author information:

#### Daniel Denev

PhD Student

Faculty of Technical Sciences

at Konstantin Preslavsky – University of Shumen

✉ slimshady33@abv.bg

🌐 Bulgaria

#### Tsvetoslav Tsankov

Assoc. prof. Eng., PhD

Faculty of Technical Sciences

at Konstantin Preslavsky – University of Shumen

✉ c.cankov@shu.bg

🌐 Bulgaria

### Keywords:

Measurement of temperature,  
Microcontroller system, Thermosensor,  
PIC18F452, TC74.

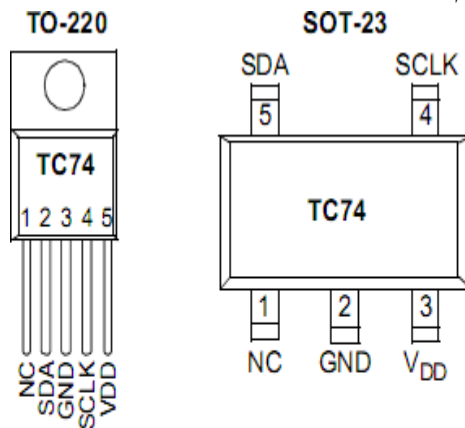
## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Измерването на температура в електрониката е един от най-важните процеси, тъй като прегряването на електронните устройства води до разрушаване на техните полупроводникови прибори или промяна на работният им температурен режим, което води до промяна на параметрите им. Има много възможни методи за измерване на температура, но най-удобният начин в микропроцесорната техника е цифровият, тъй като той може да претърпи и математична обработка в зависимост от нуждите. За да не се натоварва микропроцесорната система излишно, добре е към микропроцесора директно да се подава цифровият код на измерената температура. Това може стане чрез специализирани интегрални схеми, които включват в себе си и температурния сензор и блок за преобразуване на аналоговия сигнал в цифров. Една такава специализирана система за измерване на температура е TC74, която е произведена от фирмата Microchip. Това е интегрална схема, която се свързва към микропроцесора посредством I2C интерфейс и позволява измерване на температура директно в цифров вид. TC74 е цифров преобразувател на температура със сериен обмен на информацията [3], [6]. Той е особено подходящ за приложение поради ниската цена и малките размери. Данните за измерената температура от вградения в чипа термопреобразувател се конвертират в 8-битов цифров код.

Комуникацията с TC74 се извършва чрез 2-жичен сериен порт, съвместим с SMBus/I2C. Битът SHDN от конфигурационния регистър CONFIG може да се използва за активиране на режим с ниска консумация (Stand By).

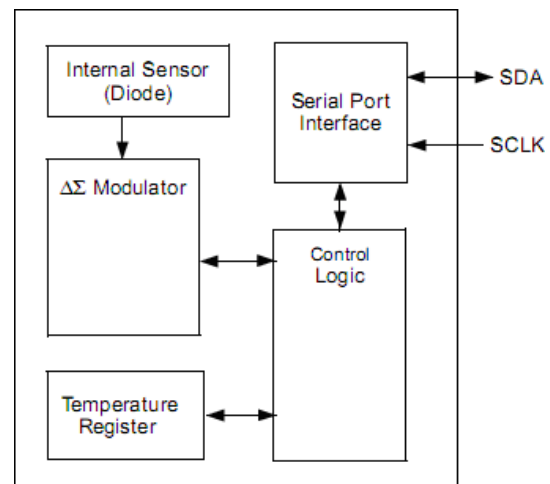
Разрешаващата способност при измерване на температурата е 1 °C. Номиналната честота на дискретизация е 8 Hz.

Блоквата схема на TC74 и видовете корпуси са показани съответно на фиг. 1 и фиг. 2.



**Note: The TO-220 tab is connected to pin 3 (GND)**

**Фиг. 1.** Блоквата схема на TC74



**Фиг. 2.** Видове корпуси на TC74

Основните технически характеристики на TC74 са:

- Интервал на измерваната температура:  $-40 \div +125$  °C
- Точност:  $\pm 2$  °C за интервала  $+25 \div +85$  °C и  $\pm 3$  °C за интервала  $0 \div +125$  °C
- Захранващо напрежение:  $2,7 \text{ V} \div 5,5 \text{ V}$

Изводите SDA и SCLK за връзка към I2C магистрала се свързват към изводи SDA и SCL на микроконтролера.

За започване на комуникация със „Slave“ устройството (TC74) микропроцесорът трябва да изпрати към преобразувателя 8-битова адресна дума, която има следната структура [1 0 0 1 1 0 1 R/ W]. Старшите 7 бита са резервирани конкретно за TC74. Битът R/ W определя дали в сензора ще се записва или чете, т.е. при запис адресният байт ще е 0x9A а за четене - 0x9B. Микропроцесорът изпраща адреса и ако преобразувателят си разпознае адреса, той генерира бит за потвърждение (ACK-Acknowledge).

#### *Условие Старт*

Условие Старт се дефинира като преход от високо към ниско ниво на линия SDA, докато линия SCLK е във високо ниво. TC74 няма да предава информация докато не се получи условие старт.

#### *Адресен байт*

След условие старт главната схема предава адресния байт към TC74. Състоянията на битове A2, A1 и A0 определят SMBus/I2C адреса на TC74. 7-битовият адрес, който е предаден от схемата, трябва да съвпадне с този на TC74. 8-ят бит в адреса е бит за четене/запис. Този бит е '1' за операция „четене“ или '0' за „запис“. По време на първата фаза на всеки трансфер, този бит е равен на 0.

#### *Потвърждение*

При съвпадение на адреса TC74 изпраща бит за потвърждение (ACK) по време на 9-я тактов импулс. Схемата, която получава данни изработва ACK след всеки байт, ако иска да продължи обмена на информация.

#### *Данни*

Данните се обменят по байтове и АСК се генерира след приемане на всеки байт.

*Условие стоп*

Комуникациите трябва да бъдат прекратени при условие стоп (преход от ниско към високо ниво на линия SDA, докато SCLK е във високо ниво). Условието стоп се изработва от микропроцесора [4], [5].

## 2. ОПИСАНИЕ НА ПРЕДЛАГАНОТО РЕШЕНИЕ

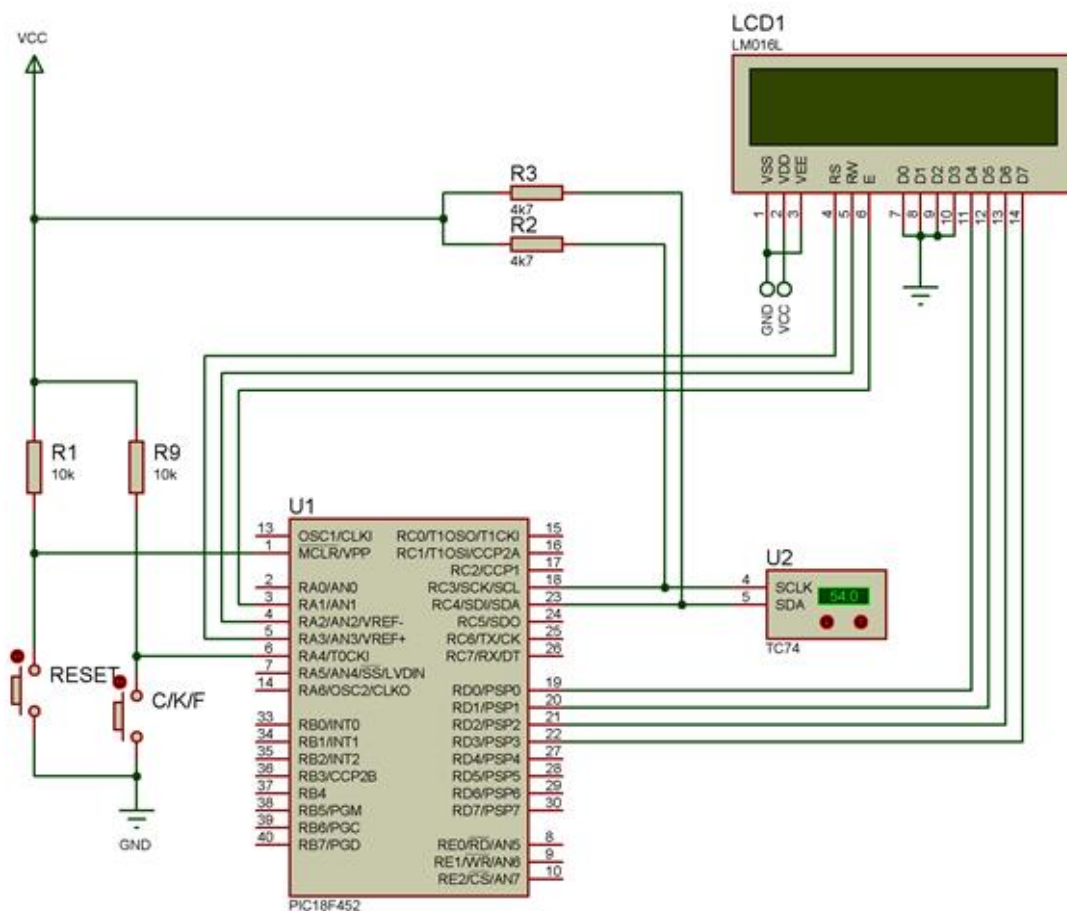
*Апаратно осигуряване*

На фиг. 3 е представена блоковата схема на устройството за измерване на температура чрез използване на преобразувателя TC74.



**Фиг. 3.** Блокова схема на микропроцесорната система

Устройството се състои от 3 основни блока: термопреобразувател TC74, микроконтролер PIC18F452, LCD индикация 16x2. Блокът TC74 измерва температурата и я преобразува в цифров вид чрез АЦП, който е вграден в него. На фиг. 4 е показана принципната схема на микропроцесорната система за измерване на температура.



**Фиг. 4.** Принципна схема на микропроцесорната система за измерване на температура

*Програмно осигуряване*

Програмата е разработена на език „C“ и компилирана с използване на CCS PIC- C Compiler [1], [2].

След апаратен RESET се извършва инициализация на микроконтролера и LCD индикатора. Чрез I2C комуникация от преобразувателя се получава 8-битов двоичен код на измерената температура. Тази 8-битова дума се приема от „Master“ PIC18F452 микроконтролера и се преобразува с цел индициране. Измерената температура се индицира в десетичен формат. На индикация се извеждат и допълнителни символи, показващи дименсията на измерената температура: градуси Целзии – „°C“, Фахренхайт – „°F“ и Келвини – „K“. Измерването, преобразуването и индицирането на температурата се извършва на всеки 207,67 ms. Продължителността на цикъла е измерена при симулацията на програмата.

*Програмните кодове на функциите са:*

```
Подпрограма TC74Init();
```

```
void TC74Init()
```

```
{  
i2c_start();  
i2c_write(0x9A);  
i2c_write(0x01);  
i2c_write(0x00);  
i2c_stop();  
}
```

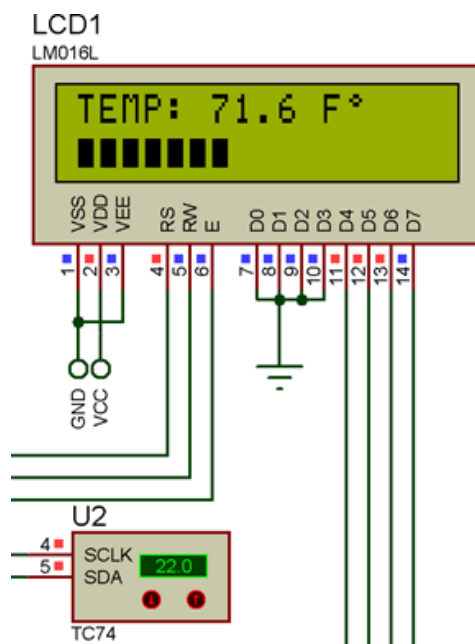
```
Функция GetTemp();
```

```
byte GetTemp()
```

```
{  
byte temp;  
i2c_start();  
i2c_write(0x9A);  
i2c_write(0x00);  
i2c_start();  
i2c_write(0x9B);  
temp = i2c_read(0);  
i2c_stop();  
return temp;  
}
```

### 3. СИМУЛИРАНЕ НА ПРОГРАМАТА

Преди да се зареди и изпълни програмата с реална микропроцесорна система, тя е симулирана с използване на софтуерния пакет Proteus 7.2 SP2. Използвана е средата за симулации на електронни схеми ISIS. Един от режимите на работа на системата е показан на фиг. 5.



Фиг. 5. Симулиране на програмата в режим на индициране във Фаренхайт

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработената програмна система е симулирана с използване на софтуерния пакет Proteus 7.2 SP2 и е вградена и тествана в микропроцесорната развойна среда на Microchip PICDEM 2 PLUS.

Възможни приложения на системата, изградена чрез използване на преобразувателя TC74, са свързани с измерване на температурата на охлаждащи радиатори (за транзистори или процесори), противопожарни системи и други. Малкият корпус на сензора позволява той да бъде монтиран директно под или върху друг чип, на който да се следи температурата. Така например:

- Термална защита за устройствата на твърдия диск и други периферни компютърни устройства;
- Картови устройства за преносими компютри;
- За изграждане на термостати с ниска цена;
- В различни типове захранващи устройства;
- Да изпълнява функцията на термистор.

#### References:

1. C Compiler Reference Manual Version 4, 2007, CCS Inc.
2. Dot Matrix Liquid Crystal Display Controller/Driver Data Sheet, Hitachi Technology Inc., 2006.
3. PICDEM2M 2 PLUS User's guide, Microchip Technology Inc., 2002.
4. PIC18FXX2 Data Sheet, High Performance, Enhanced Flash Microcontrollers with 10- Bit A/D, Microchip Technology Inc., 2006.
5. Proteus VSM for PIC18 Data Sheet, 2007, Labcenter Electronics Inc., 2007.
6. Tiny Serial Digital Thermal Sensor TC74, Microchip Technology Inc., 2007.