

## Часть 1. Построение системы контроля датчика температуры

### Задача

Необходимо построить систему опроса и контроля датчика температуры с интервалом опроса 1сек., и передаче данных через последовательный порт (RS-232).

### Выбор элементов

Построение проведен на микроконтроллере и датчике от компании MICROCHIP.

PIC16F1718 сочетает в себе интеллектуальную аналоговую интеграцию с низкой стоимостью и экстремально низкой мощностью (XLP) для различных приложений общего назначения. Этот микроконтроллер предоставляет встроенные операционные усилители, независимую от ядра периферию (CLC, COG, NCO и Zero Cross Detect) и выбор периферийных контактов, обеспечивая повышенную гибкость конструкции.

MCP9803 - цифровой датчик температуры, способный считывать температуру от  $-55^{\circ}\text{C}$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ . Температурные данные измеряются с помощью встроенного датчика температуры и преобразуются в цифровое слово с помощью выбираемого пользователем 9-12-битного Сигма-Дельта ADC преобразователя

|   |  |
|---|--|
| PIC16F1718 - 8-bit Flash-микроконтроллер  | MCP9800/1/2/3 - цифровой датчик температуры  |
| <p><u>Особенности:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>28 KB Flash Program Memory, 2 KB Data SRAM</li> <li>128 B of Non-volatile Data Storage</li> <li>25 I/O Pins</li> <li>Four 8-bit Timers / One 16-bit Timer</li> <li>2 x High-Speed Comparators</li> <li>2 x Op Amps</li> <li>17ch x 10-bit ADC</li> <li>One 8-bit DAC and One 5-bit DAC</li> <li>Zero Cross Detect</li> <li>2 x CCP / 2 x PWM</li> <li>1 x COG, 4 x CLC, 1 x NCO</li> <li>1 x EUSART, 1 x I2C/SPI</li> </ul> | <p><u>Особенности:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Преобразователь температуры в цифровой</li> <li>Точность с 12-битным разрешением: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 0,5^{\circ}\text{C}</math> (типичный) при температуре <math>+25^{\circ}\text{C}</math></li> <li>- <math>\pm 1^{\circ}\text{C}</math> (максимум) от <math>-10^{\circ}\text{C}</math> до <math>+85^{\circ}\text{C}</math></li> <li>- <math>\pm 2^{\circ}\text{C}</math> (максимум) от <math>-10^{\circ}\text{C}</math> до <math>+125^{\circ}\text{C}</math></li> <li>- <math>\pm 3^{\circ}\text{C}</math> (максимум) от <math>-55^{\circ}\text{C}</math> до <math>+125^{\circ}\text{C}</math></li> </ul> </li> <li>Выбираемое пользователем разрешение: 9-12 бит</li> <li>Диапазон рабочего напряжения: от 2,7 В до 5,5 В</li> <li>2-проводный интерфейс: Совместимость с I2C/SMBus</li> <li>Рабочий ток: 200 мкА (типичный)</li> <li>Ток отключения: 1 мкА (максимум)</li> </ul> |

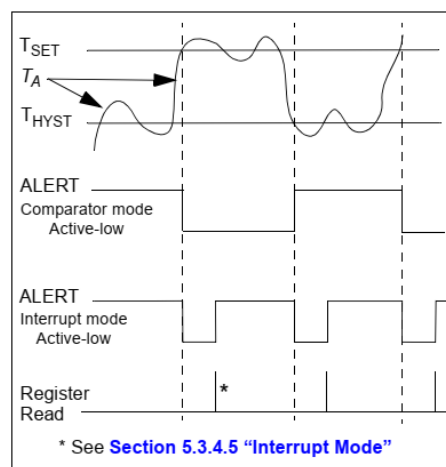
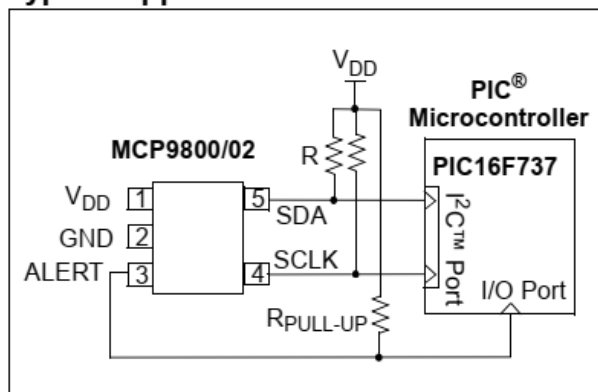
## MCP9803

MCP9800/1/2/3 имеет четыре регистра, доступных пользователю. Эти регистры определены как: регистр температуры окружающей среды (TA), регистр предельного набора температура (TSET), температурный гистерезис (THYST) регистр и конфигурация устройства (CONFIG). Также имеется ALERT pin - выходной pin с открытым коллектором. Устройство выдает предупреждающий сигнал, когда температура окружающей среды выходит за пределы запрограммированного пользователем температурного предела.

В режиме *Comparator* выход ALERT устанавливается, когда TA больше TSET. Сигнал остается активным до тех пор, пока TA не станет ниже THYST. Режим компаратора полезен для применений типа термостата, таких как включение охлаждающего вентилятора или отключение системы, когда температура превышает безопасный рабочий диапазон.

В режиме компаратора, если устройство переходит в режим выключения с заявленным сигнальным выходом, выход остается активным во время выключения. Устройство должно работать в режиме непрерывного преобразования (*continuous conversion*), с TA ниже THYST, чтобы сигнал ALERT был отключен.

### Typical Application



Адресные биты A2, A1, A0 являются входными контактами устройства или ведомого адреса и доступны только с MCP9801/03. Адреса устройств MCP9800/02 установлены на заводе-изготовителе.

## MCP9803 driver

Библиотека для драйвера состоит из следующих составных частей:

|  |   |
|--|---|
| ▪ MCP9803.h<br>MCP9803.c                       | Определяет класс объекта датчика, значения состояния датчика и функции класса   |
| ▪ MCP9803_interface.h<br>MCP9803_interface.c   | Определяет интерфейс взаимодействия с датчиком по I2C (на основании стандартного интерфейса)  |
| ▪ MCP9803_conversion.h<br>MCP9803_conversion.c | Определяет преобразование данных, полученных от датчика в формате two's complement format в: <ul style="list-style-type: none"><li>- float (для дальнейших вычислений)</li><li>- char* (для передачи в последовательный порт)</li></ul> |

Основная часть программы содержит конфигурационный файл с выбором режимов работы:

|                                    |  |
|------------------------------------|--|
| ▪ MCP9803_init.h<br>MCP9803_init.c | ▪ Инициализирует датчик MCP9803, определяем режимы работы датчика (continuous/one_shot), определяет функции прерываний (ALARM,READY) |
|------------------------------------|--|

## MCP9803 initialized values

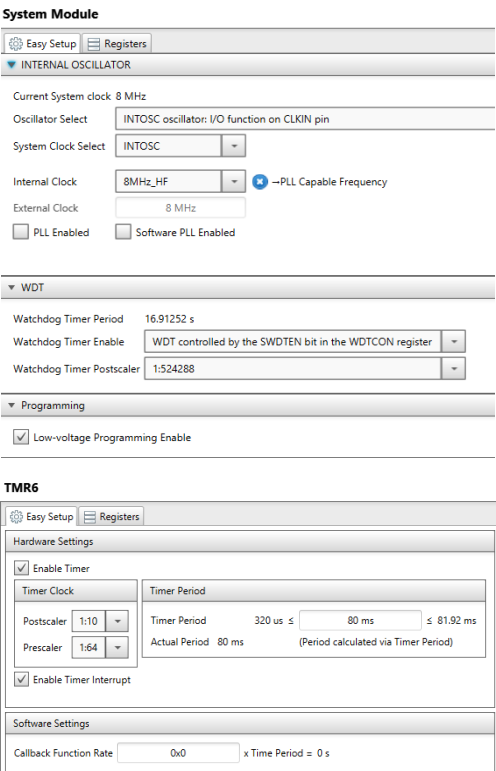
Исходя из имеющихся характеристик и входных требований, определим значения следующих параметров:

|   |   |
|---|---|
| ▪ ADC resolution  | 10bit   |
| ▪ ADC Conversion Time   | $2 \cdot (30\text{ms} \dots 75\text{ms}) = 80\text{ms}$         |
| ▪ Period of Getting Temperature Value   | 2000ms = 2sec   |
| ▪ SLEEPING time period, автопробуждение по WDT  | WDT >16sec  |
| ▪ FAULT_QUEUE (длина очереди ложного срабатывания)  | 1 (default)   |
| ▪ WakeUp по сигналу ALERT,<br>не уходить в сон пока сигнал установлен   | необходим "Continuous Mode"<br>необходим "ComparatorALERT Mode" |
| ▪ По предустановке на одном из пинов микроконтроллера предусмотреть работу в одном из режимов "Continuous Mode" / "One-Shot Mode" | Jumper setting  |

# PIC16F1718

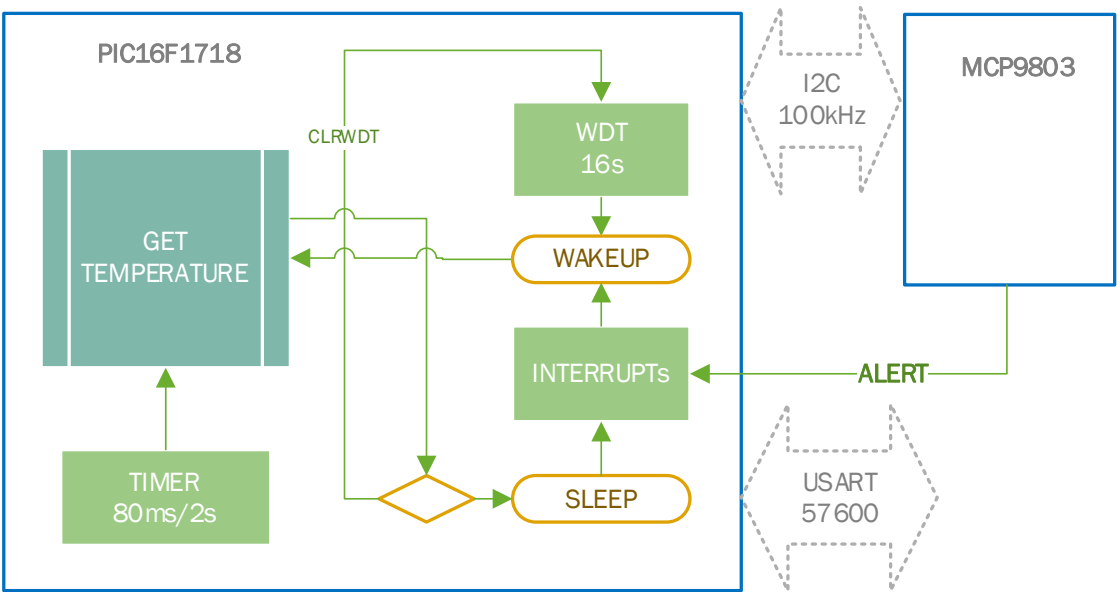
Для управления данным датчиком MCP9803, от микроконтроллера потребуется настройка (MPLAB X IDE) следующих блоков и элементов периферии:

|                     |  |
|---------------------|--|
| ▪ OSCILLATOR MODULE | INTOSC – Internal oscillator (8MHz no PLL)   |
| ▪ WATCHDOG TIMER    | WDT is controlled by software  |
| ▪ I2C               | MSSP I2C Master 100kHz<br>Interrupt enable   |
| ▪ USART             | Baudrate 57600<br>Only transmit  |
| ▪ PIN               | RB4 – OneShotMode_PresetPin<br>RC3 – I2C SCL<br>RC4 – I2C SDA<br>RC5 – ALERT (IOC Interrupt any edge)<br>RC6 – USART Tx                                    |
| ▪ TMR6              | Postscaler – 1:10<br>Prescaler – 1:64<br><br>TimerPeriod = 80ms = MCP9803_ADC_Delay<br>Enable Timer Interrupt<br>TMRCallback_CounterMAX=25 => Tperiod = 2s |



## Блок-схема взаимодействия

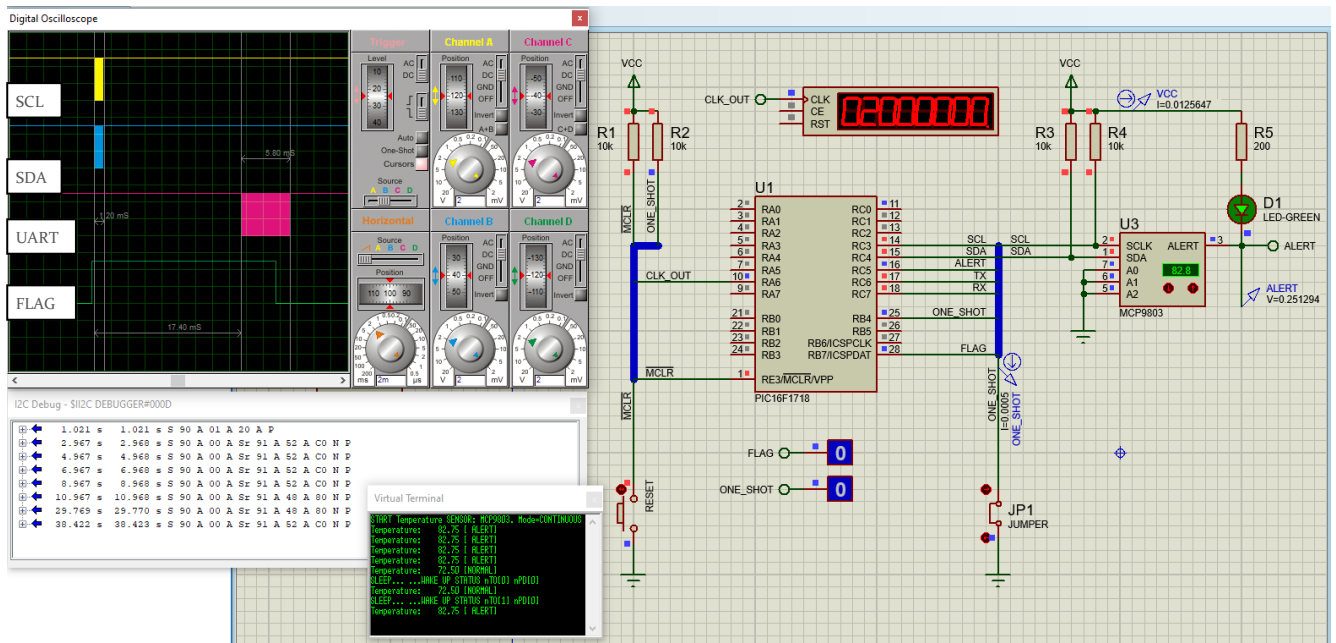
Исходя из имеющихся характеристик и входных требований, сформируем обобщенную схему взаимодействия основных модулей микроконтроллера с датчиком и прочими элементами:



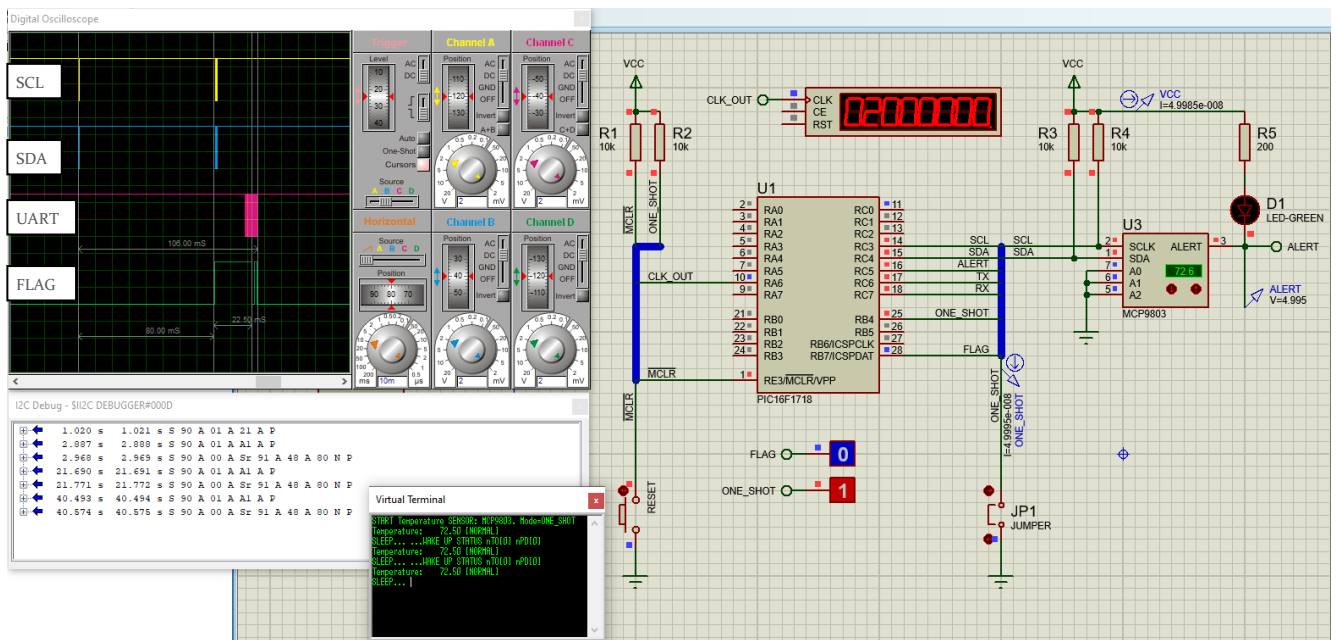
## Моделирование в PROTEUS

Исходя из имеющихся характеристик и входных требований, сформируем обобщенную схему взаимодействия основных модулей микроконтроллера с датчиком и прочими элементами.

### 1. “Continuous Mode”



## 2. “One-Shot Mode”



В конечном итоге полученную модель с моделированием можно подключить к COM-порту (например, виртуальному COM11) и отслеживать через него данные с датчика. Виртуальный порт создадим посредством приложения VSPdriver и SerialPortMonitor.

