

# Тепло в доме

**ФАЛЬКО БИЛЗ (FALKO BILZ)**, инженер лаборатории Elektor



*Многие дома оснащаются электрическими системами отопления. Несмотря на все преимущества и удобство эксплуатации, эти системы потребляют много электричества. Бережливый хозяин стремится не только сэкономить потребляемую энергию, но и следит за тем, чтобы количество выделяемой энергии было максимальным.*

Энергию потребления обогревательной системы можно рассчитать по показаниям счетчика. Для измерения количества выделяемой теплоты можно воспользоваться устройством, предлагаемым в данной статье.

## ПРИНЦИП РАБОТЫ

Количество теплоты, расходуемое на нагрев жидкости в трубе в единицу времени, рассчитывается по формуле (1), где  $\Delta T$  — разность температур,  $V$  — объем жидкости,  $C_v$  — теплоемкость.

$$P = \Delta T \cdot C_v \cdot V / \Delta t. \quad (1)$$

В случае отопительной системы формула принимает вид (2), где  $\Delta T$  есть разность между температурой нагревателя  $T_s$  и температурой вернувшейся жидкости  $T_R$ ,  $v$  — скорость потока,  $r$  — внутренний диаметр трубы.

Скорость потока можно измерить с помощью датчика потока, однако для его установки необходимо делать разрез, что не всегда возможно. Второй способ — вычислить скорость по временной задержке между изменениями, зарегистрированными парой датчиков на прямой (S и S2) и обратной линии отопления (R и R2).

$$P = (T_s - T_R) \cdot C_v \cdot v \cdot \pi. \quad (2)$$

При скорости несколько метров в секунду температура в точке S2 поднимется немного позже, чем в точке S, которая находится ближе к котлу (см. рис. 1). Микроконтроллер постоянно опрашивает датчики и с помощью алгоритма корреляции вычисляет задержку между изменением показаний. Аналогичным образом считываются показания датчиков на обратной линии отопления. В идеальном случае полученные задержки будут равны.

## ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА

Для системы мониторинга потребуются четыре датчика температуры и AVR-микроконтроллер ATmega. Принципиальная схема устройства приведена в работе [1] и на сайте Elektor [2].

Перечень основных элементов схемы приведен в таблице 1.

Для повышения точности измерения временной задержки сигнал с датчиков температуры поступает на дифференциальный усилитель, а затем на АЦП микроконтроллера. Промежуточный ФВЧ пропускает только переменную составляющую полезного сигнала, что позволяет разгрузить МК — считывание показаний производится не постоянно, а только в те моменты, когда наступает какое-либо «событие» (изменение температуры). Таким образом, большую часть времени МК может находиться в энергосберегающем режиме.

В устройстве не предусмотрен ЖКИ, данные поступают на ПК по шине RS485. При необходимости можно использовать порт USB и адаптер RS495-USB. Драйвер для системы мониторинга температуры можно загрузить с сайта компании Elektor [2].

Управление схемой производится также с помощью ПК. Согласование уровней сигнала на линиях обмена между блоком UART микроконтроллера и шиной RS485 производится микросхемой U8.

Для программирования МК используется разъем JP4. Программный код находится в свободном доступе на сайте Elektor [2]. При желании можно приобрести МК с предустановленным ПО.

В целях удешевления устройства в схеме используются кремневые датчики температуры. Для их калибровки

необходим высокоточный цифровой датчик типа DS18B20, который также подключается к разъему JP4.

Для работы с устройством предлагается простая и наглядная программная среда, разработанная автором описываемой системы. Она входит в пакет ПО для микроконтроллера (файл termgui.exe) или может быть загружена с сайта [2]. Если при подключении устройства к ПК кнопки Verify и Write на закладке Maintenance неактивны, то необходимо поменять местами линии RS485. Загрузка кода программы в память МК осуществляется нажатием кнопки Write. Для проведения калибровки датчиков необходимо закрепить их в соответствующих местах отопительной трубы и подключить к схеме мониторинга. Дальнейшие операции проводятся по подсказкам программы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bilz F. Heating System Monitor. Add-on for thrifty consumers//Elektor №12/2010.
2. www.elektor.com/090328.

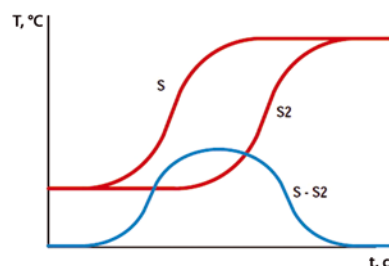


Рис. 1. Сигнал с датчиков

Табл. 1. Перечень основных ИС

Микроконтроллер	IC1 = ATmega328-20AU (TQFP32-08)
Стабилизатор напряжения	IC2 = 7805 (T0220)
Усилители	U4, U7 = TLC2264 (DIP14), U5, U6 = LM358 (DIP8)
Датчики температуры	VL, VL2, RL, RL2, WW, KK = KT110, KT210, KTY11, KTY21, KT130, KT230, KTY13 (или KTY23)
Резонатор	Q1 = HC49U-5 (14,7456 МГц)
Транзисторы	T1, T2 = BC550C (T092-EBC)
Диоды	D1, D2 = 1N4148 (SOD106-R), D9, D11, D12, D13, D14 = SD103BW
Приемопередатчик RS-485	U8 = MAX487 ECPA (DIP8)