

---

## **СИСТЕМА ЗА ОТЧИТАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРА В ШКАФОВЕ С ЕЛЕКТРОННА ТЕХНИКА**

**Дичко Бъчваров, Несим Барух\*, Ани Бонева, Румяна Кръстева,  
Веселин Георчев, Йордан Дошев, Константин Станишев**  
*dichko@clmi.bas.bg, n\_baruh@ell-bg.com*

**Централна лаборатория по мехатроника и приборостроене – БАН,  
гр. София, 1113, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 2, \*ЕЛЛ ООД, Сливен  
БЪЛГАРИЯ**

***Ключови думи:** електронни термометри, клиент, сървър, енергийно-независима памет, сериен интерфейс RS232/422, микроконтролер ATmega128*

***Резюме:** В статията е описана микропроцесорна системачитаща показанията на до 24 термометри от типа DS1820 монтирани в шкафове с електронна техника. Дадена е блокова схема и подробно е описано техническото и програмното осигуряване на системата. Работата по тази тема е частично финансирана от МОН по договор ТН1513/05.*

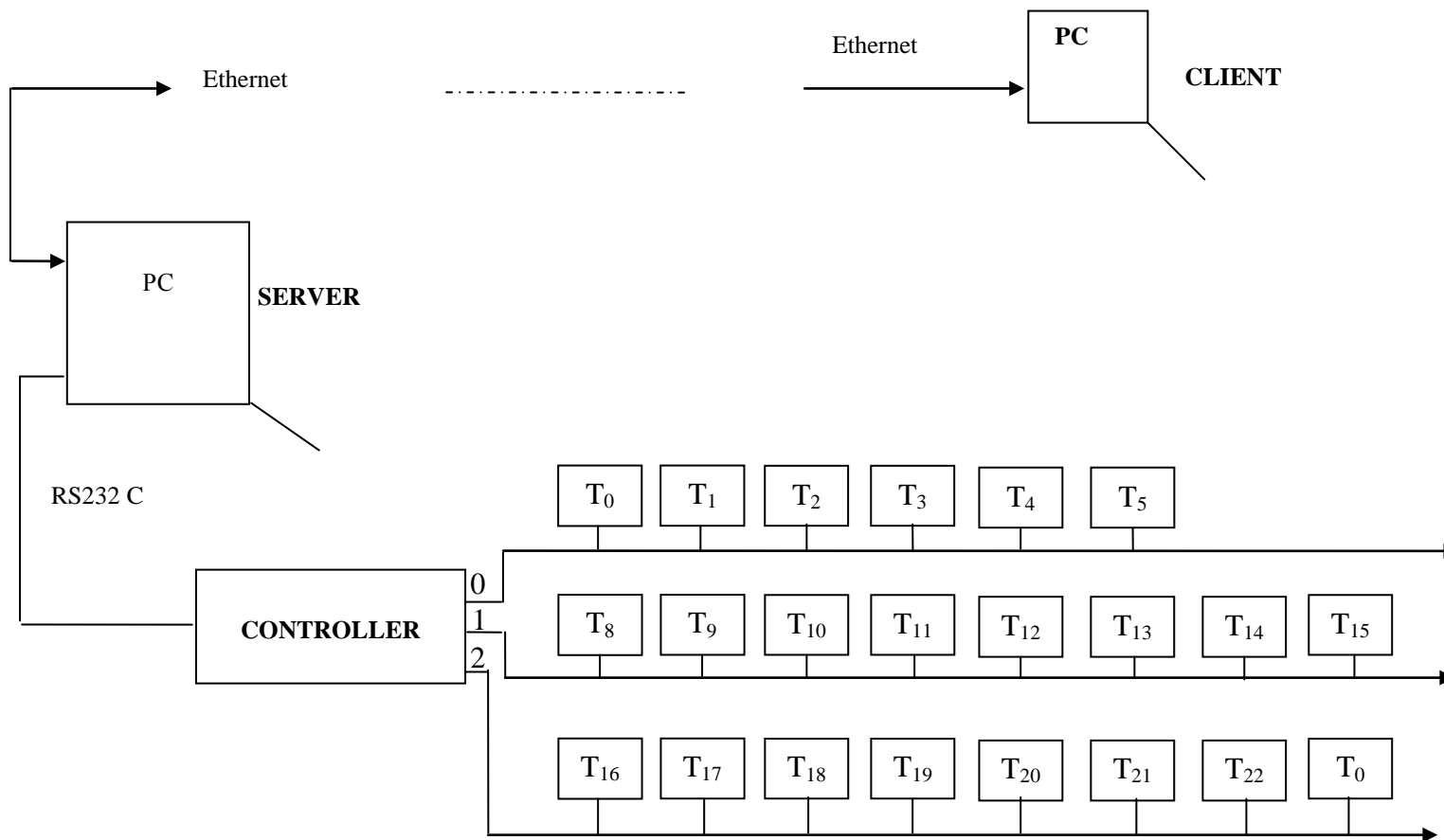
### **1. Въведение**

В настоящата статия е представена на система за отчитане показанията на до 24 термометри от типа DS1820 [6] монтирани в шкафове с електронна техника.

Изисква се съхраняване на измерените стойности до тяхното прехвърляне в външен файл за по нататъшна обработка.

Измерванията се извършват циклично като записите формират блок (40 записа). Измерванията се регистрират само при промяна на температурата в съответния шкаф с повече от два градуса или след като е изтекъл времеви интервал от 65356 секунди от момента когато е формиран първия запис от даден блок ( ако блокът не е завършен- <40 записа, до края си той се запълва с 0). Всеки запис е съпроводен с информация за момента на отчитане на термометъра.

На фиг. 1 е представена блокова схема на системата.



**Фиг. 1. Блокова схема**  
(Термометри DS1820)

Блоковете се записват в енергийно- независима памет от тип EEPROM с обем 256 К байта. Паметта може да реализира не повече от 4 000 000 операции от тип презапис (1 блок. се записва с една такава операция). За да се минимизират броят на записванията е приета дисциплина записите да се осъществяват по странично (1 страница = 128 байта=1 блок).

Контролерът реализиращ измерванията (базиран на микроконтролер ATmega128 [4]) е включен по интерфейс RS232 C към персонален компютър. Съществува алтернативен интерфейс RS422, който осигурява отдалечен достъп на персонален компютър до контролера. Двата интерфейса са абсолютно идентични в функционирането си – изходът на всеки от тях и входът имат една и съща логическа структура.

Контролерът отговаря по този интерфейс, по който е била подадена заявката. Организацията на RS422 предполага използването допълнително на външен адаптор (RS422/RS232) включен към персоналния компютър към неговата порта реализираща RS232C (COMn).

Персоналният компютър поддържа специализирано програмно осигуряване, реализирано на Tcl/Tk [5, 7], което осигурява потребителски графичен интерфейс (за наблюдение на текущите стойности на термометрите) и управление на файлова система в определена директория. Данните постъпили от контролера по някой от интерфейсите се записват в файлове достъпни на външни пакети за допълнителна обработка.

## **2. Организация на вътрешната памет на контролера**

Контролерът има 128К flash програмна памет, 4К оперативна памет, 4К EEPROM и 256 К външен EEPROM. Различните паметии се използват както следва:

- 128К flash – за съхраняване на програмата на контролера;
- 4К оперативна памет – работни променливи, апаратен и програмен стек, 24 – 128 байтови буфери за измерване на различните термометри (прототипи на блоковете), 2 – 40 байтови буфери за обработка на входната информация от двата интерфейса (RS232, RS422), в режим на прекъсване, 24 локални показалци на позицията във всеки от 128 байтовите буфери;
- 4К EEPROM – таблица на адресите на термометрите (генерира се автоматично след рестарт), показалец на позицията на първия свободен блок във външния EEPROM;
- 256 К външен EEPROM – съдържа последователност от 128-байтови блокове. Тези блокове са копия на буферите, в които са записани 40 измервания. Всеки от блоковете съдържа информация за един термометър и включва: номер на термометъра, начален момент на формиране на буфера, 40 измервания с този термометър съпроводени с отмествания (в секунди) от началния момент, контролна сума на първите 127 байта на блока. Блоковете съответстват на страниците в организацията на външния EEPROM. Операцията изтриване и записване по отношение на страниците използва само едно активиране на напрежителната помпа, което води до удължаване на времето на работа на EEPROM паметта.

Двадесет и четири вътрешни буфери (по 128 байта всеки) заемат 3К от оперативната памет, апаратния стек 240 байта и програмния стек е 200 байта.

### **3.Използвани апаратни ресурси на контролера**

Контролерът използва вградени ресурси както следва [2, 4]:

- Серийна порта UART0 – реализира RS232 C
- Серийна порта UART1 - реализира RS422

Двете порти осигуряват поддържането на информационния поток от и към персоналния компютър. Комуникацията се осъществява по една от двете порти, като активната порта се определя от прекъсването по вход предизвикано от съобщението (работи се в режим прекъсване по вход и извеждане на информацията без прекъсване). На тази порта се извежда съответното изходно съобщение.

Осем автономни входно/изходни магистрали, използвани за реализиране на 1-Wire Bus – те се поддържат от вградена в контролера порта PortA, като всяка магистрала е включена към отделна клемма, заедно с сигнали + 5V и маса. Към всяка от клемите е включена и филтърна RC група, осигуряваща формиране на стръмни фронтове и елиминиране на нискочестотен шум по магистралата [1, 6].

Контролерът използва външни ресурси както следва:

- 4 енергийно-независими паметти тип EEPROM с общ обем 256К.
- Календар часовник, със самостоятелна батерия, осигуряващ поддържане на времето при работа на системата.
- Двата описани ресурса са реализирани върху обща вътрешна магистрала I<sup>2</sup>C, поддържана от контролера.
- Захранването се осигурява от трансформаторен блок и изправител на база на външно ~ 220V.

### **4. Особенности при работа с енергийно – независимата памет тип EEPROM.**

Използваната в контролера памет 24LC515 е организирана като две отделни банки по 32 К всяка [2]. Поради възможността да се избират до 8 такива устройства (посредством селектиране) е възможно изграждане на адресно пространство до 512К.

В проекта е предвидено използването на 4 устройства, които формират непрекъснато адресно пространство с обем 256К и заемат горната половина на 512К.

Всяка от паметите допуска неограничен брой четения и ограничен брой записи (до 1 000 000). С цел да се увеличи живота на запомнящото устройство в настоящия проект е възприето записва да се извършва само по страници (128 байта). Страницата се формира в оперативната памет на процесора (в буфер) и след запълването ѝ се записва на съответното място (последователно) в 24LC515.

Всяка страница съдържа информация за измерванията, реализирани само от един конкретен термометър (максималния брой измервания е 40, включващи поле температура – 1 байт и поле време в секунди – 2 байта; в началото на страницата се записва номер на термометъра, 6 байтово поле съдържащо календарната дата и време – момент на създаване на страницата). Всяка страница завършва с контролно поле – 1 Байт, съдържащо сумата по модул 2 на първите 127 байта.

Страниците се записват последователно в рамките на 256 К и при достигане на края на това пространство, записът продължава от началото му като се замества съществуващата там информация (ако има такава с новата).

## 5. Програмно осигуряване в персоналния компютър.

Програмното осигуряване поддържащо комуникацията с контролера е реализирано на базата на Tcl/Tk [5, 7]. То включва драйверни програми за осъществяване на достъп до данните на контролера, програма за визуализация на текущите стойности (измерени от различните термометри) и програма за поддръжка на работни файлове със данни от натрупаната в контролера информация до този момент. Тези файлове се разполагат в специална директория и са достъпни до други обработващи програми извън текущото приложение.

Достъпът до данните на контролера и настройката на последния се осъществява с помощта на специализирани команди (подавани от персоналния компютър). Всяка една от командите има следната структура:

- име на командата
- параметри
- <CR>

Името на командата и параметрите са оформени като един стринг, който завършва със символа /.

След изпълнението на командата последната връща резултат оформен като стринг с определена структура (определена от вида на командата).

Основните команди са:

- команда за сверяване на часовника на контролера с този на персоналния компютър – `settime`;
- команда за получаване на показанията на термометрите (в текущия момент) – `current`;
- команда за получаване на натрупаните измервания по даден термометър, съхранявани в енергийно-независимата памет на контролера за определена дата – `day` и `saveday` (в случай на липса на данни съответстващи на заявката в дадения момент, командата връща празен стринг).

Периодически (в период с дължина от 5 минути до 3 месеца) е възможно да се получава рапорт за измерените до момента стойности, съхранявани в енергийно-независимата памет. Рапорта се обработва и записва в работните файлове, включени в директория `measure`. Получаването на пореден рапорт се активира автоматично в 24.00 часа или от оператора чрез изпълнение на команда `saveday`. В последния случай след получаването на рапорта се изпълнява и команда `day` с параметри въведени от оператора (дата). След получаване на рапорт се обновяват файлове записани в директория `data` на персоналния компютър и имащи имена `Ti` ( $i=0-23$ ).

## 6. Времеви ограничения

Поради сложността на моделиране на термичните обекти е трудно да се прогнозира динамиката на потока от данни от измерването. Изискването към работата на програмите от горно ниво (PC) е данните от енергийно-независимата памет да могат да се изтеглят навреме в персоналния компютър, преди да се е препълнила тази памет – т.е. да започва запис върху непрочетени още данни. Броят на 128- байтови блокове, които могат да се съхраняват в енергийно – независимата памет, без препокриване е 2048. Броят на всички

блокове, които могат да се запишат в тази памет, без да я повредят- това определя времето на живот на системата- е 4 000 000.

Може да се предположи, че общия случай ще се характеризира с бавно изменение на температурата в отделните шкафове и оттам нисък трафик на данни.

За да се даде оценка на възможните трафици ще се разгледат два сценария, характеризиращи две екстремни ситуации:

### **I. Изменението на температурата в шкафовете е много бавно**

В този случай времето за формиране на блокове от по 128 байта се определя от дължината на полето на секундите във всеки запис- 2 байта. Това налага всеки блок да се записва задължително след време не по-голямо от 65536 секунди (18 часа и 12 минути). В този момент се формират 24 блока- по един за всеки термометър. Цялата памет ще се запълни за време:

$$T=2048/24*65536=1398101 * 4 \text{ секунди} > 388 \text{ часа} * 4 = 64.4 \text{ дена.}$$

Следователно периодът за изтегляне на информацията в този случай е най-много 64 дена. Времето за живот на системата при този сценарий е 342 години.

### **II. Изменението на температурата във всички шкафове е много бързо**

В този случай се предполага, че при всеки цикъл на измерване, за всеки от термометрите, се формира условие за запис в съответния блок (температурата се изменя с повече от 2 градуса). Всеки блок съдържа 40 записа и след 40 измервателни цикла подлежи да бъде записан в енергийно- независимата памет. Един цикъл се извършва за по-вече от 12 секунди. Следователно 24 блока- по един за всеки термометър- ще се формират за време от  $40*12=480$  секунди, а енергийно- независимата памет ще се запълни за  $2048/24*480 > = 40320$  секунди=11 часа и 16 минути. Следователно периодът за изтегляне на информацията в този случай е най-много 11 часа и 16 минути. Времето за живот на системата при този сценарий е 9 години.

Разбира се това са крайни хипотетични сценарии. Предполага се, че реалния сценарий ще бъде много близък до (I) и много далеч от (II). Предпоставките за тези очаквания са:

- всички шкафове са изолирани от външни въздействия;
- очакваният диапазон на изменение на температурата е много малък;
- температурното поле в измервания обем е стационарно за дълъг период от време. Резките промени са редки случаи.

- Измервателните термометри имат инертност-време да се загрее сензора ~1 секунда.

Експериментално ще се определи приемливото време за изтегляне на информацията от персоналния компютър. В настоящия момент то е 24 часа, като се променя динамично, с цел автоматичното изтегляне да започне в 24.00 часа на настоящия ден. При нужда може да се реализира и адаптация по скоростта на изменение на температурата в програмите от горно ниво.

## **7. Реализация на комуникация по модела клиент – сървър**

Изискването да се осигури независим от платформата и компютъра програмен интерфейс между пакета поддържащ база от данни и контролера налага използването на стандартния интерфейс TCP/IP. За целта в компютъра свързан с контролера по RS232 C е построен програмен сървър. Изискването към този компютър е да има инсталиран софтуер поддържащ стека на протокола и да

притежава уникален IP адрес. Това се постига чрез инсталиране на Windows върху него. Сървърът използва порта 50 000. Инсталирането на сървъра се осъществява чрез копиране в директория C\ на поддиректория nettera\_server и стартиране на nettera\_nc\_server.exe. Сървърът притежава и информационно платно, което може да бъде видимо или скрито чрез натискане на програмен бутон, включен в логото на сървъра. Когато информационното платно е видимо то визуализира изпълнението на всяка една команда, а също така съдържа поле за директно въвеждане на команди, активирани чрез бутон EXEC. Когато информационното платно е невидимо сървърът препраща и активира команди към контролера изпратени от клиентско приложение. И в двата случая сървърът поддържа автоматичен цикъл за зареждане на информацията в локална база от данни, който се активира в 24.00 часа всеки ден.

Потребителят дава своите заявки с помощта на клиентски интерфейс.

В случая когато клиентския компютър има инсталирана операционна система Windows, предлагаме готово клиентско приложение. То се инсталира чрез копиране на директория nettera\_client в C\ и стартиране на nettera\_client.exe. Последното притежава програмна конзола, на която могат да се въведат клиентските команди и да се визуализират резултатите от изпълнението им.

Когато клиентският компютър работи с пакет имащ вграден TCPclient, той може да поддържа връзка с контролера посредством сървърния компютър.

## 8. Заключение

Микропроцесорната система за измерване на температура в електронни шкафове е разработена и внедрена в фирма Нетера – София телепорт.

Системи от този клас могат да се използват и за измерване на температури в хладилни и други помещения, където се изисква прецизно измерване на температури [1, 3].

## ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Бъчваров Д., А. Бонева, Р. Кръстева, В. Георчев, К. Белов, К. Станишев, **Микропроцесорна модулна система за събиране и обработка на информацията от сензори на Dallas Semiconductor**, Научно списание “Механика Транспорт Комуникации”, раздел: “Механика и Мехатроника”, ISSN 1312-3827, брой 1, статия № 0045, (2005 г.), стр. BG-1.1 - BG-1.10, <http://www.mtc-aj.com/library/45.pdf>
- [2]. Microchip Technology Inc, **24AA515/24LC515/24FC515**, datasheet, 2005, pp. 1-22.
- [3]. Bachvarov D., A. Boneva, R. Krasteva, V. Georchev, K. Belov, **Microprocessor Modular System for Data Collecting and Data Management from Dallas Semiconductor Sensors** (in Bulgarian) , International Conference “Automatics and Informatics’04”, Proc. ISBN 954-9641-39-2, Edited by: Acad. V. Sgurev and Acad. K. Boyanov, pp. 259-262, Union of Automation and Informatics, Sofia, (6-8 October, 2004).
- [4]. Atmel Corporation, **Microcontroller with 128K Bytes In-System Programmable Flash – Atmega128**, Rev. 2467L – AVR, (2004).
- [5]. Hipp R., **Mktclapp A Toll For Mixing C/C++ with Tcl/Tk**, Charlotte, NC, 1999.
- [6]. Dallas Semiconductor Corp., **Automatic Identification Data Book**, Dallas, Texas, pp. 117-136, 1995.
- [7]. Ousterhout J., **Tcl/Tk Engineering Manual**, Sun Microsystems Inc., 1994.