

## МИКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ЗА ИНСТРУМЕНТАЛЕН WEB СЪРВЪР

**Красимир Колев**

*Университет по хранителни технологии, катедра „Компютърни системи и технологии”  
4002, гр. Пловдив, България, e-mail: k\_kolev@uft-plovdiv.bg*

## A MICROPROCESSOR SYSTEM FOR INSTRUMENTATION WEB SERVER

**Krassimir Kolev**

*University of Food Technologies in Plovdiv, Department of Computer Systems and Technologies  
4002, Plovdiv, Bulgaria, e-mail: k\_kolev@uft-plovdiv.bg*

### ABSTRACT

The paper reports a solution of a microprocessor system for instrumentation Web server for monitoring and control of technological processes. A structural diagram of the proposed system is given. Operating principle of the microprocessor system is explained. The microprocessor system is synthesized based on a microcontroller C8051F120. Schematic diagram of designed microprocessor system is presented. Variant of solution for software implementation of service on the Web server is proposed. Functional and cost analysis of the proposed microprocessor system is made.

*Key words: microprocessor system, Web server, instrumentation.*

### АКТУАЛНОСТ

Съвременните изисквания за микропроцесорни системи за автоматичен контрол налагат използване на инструментални Web сървъри за мониторинг. Повечето предлагани на пазара 8-битови микроконтролери не притежават възможности за мрежова свързаност. Съществуват различни подходи за реализиране на мрежова свързаност съчетавайки в различна степен хардуерни и софтуерни компоненти. Не зависимо от подхода за реализация на мрежовата свързаност за да е възможно пълноценно използване на възможностите за дистанционно управление на процеси е необходимо да се изгради TCP/IP стек. Постоянна е нуждата от разработване на нови системи гарантиращи дистанционно наблюдение и управление през Интернет. Особено внимание се отделя на нови разработки позволяващи изграждане на съвременни мобилни автономни микропроцесорни апарати за индустриална и домашна online автоматизация използвайки възможностите за глобално мрежово свързване посредством Интернет. Надеждността на микропроцесорните системи и възможността за архивиране на процеса на управление е предпоставка да се търсят нови технически решения за подобряване на класическите системи за автоматизация [2].

### ЦЕЛ

Да се представи вариант на мобилна микропроцесорна система за инструментален Web сървър. В разработката е използван комбиниран интегриран подход на проектиране за изграждане на TCP/IP стек. Представена е структурна схема на разработената микропроцесорна система, описано е взаимодействието на елементите и са предложени алгоритми за мрежова свързаност. Получени резултати от работата на микропроцесорната система са оценени и анализирани.

### ИЗИСКВАНИЯ И СТРУКТУРНА СХЕМА

Към системите за инструментални Web сървъри има следните изисквания:

- задължително галванично разделяне на инструменталните входове и изходи.
- възможност за локален контрол посредством дисплей;

- задължителна жична мрежова свързаност с цел защита от заглушаване;
- възможност за локално препрограмиране само по JTAG интерфейс с цел предпазване на кода и работоспособността;
- възможност за добавяне на допълнителни инструментални входове и изходи;
- възможност за ръчно локално пускане и спиране на процеса;
- реализиране на мрежова свързаност по интерфейс Ethernet.
- мониторинг посредством приложен протокол HTTP

На фиг.1 е показана структурната схема на микропроцесорна система за инструментален Web сървър. Тя се състои от: микроконтролер за управление (1); дискретни входове (2); дискретни изходи (3); разширителен слот (4) локален контрол посредством оперативни бутони (5); дисплей за локална диагностика и мониторинг (6); мрежов контролер за Ethernet свързаност (7); JTAG програмиращ интерфейс (8) и захранване на микропроцесорната система (9).



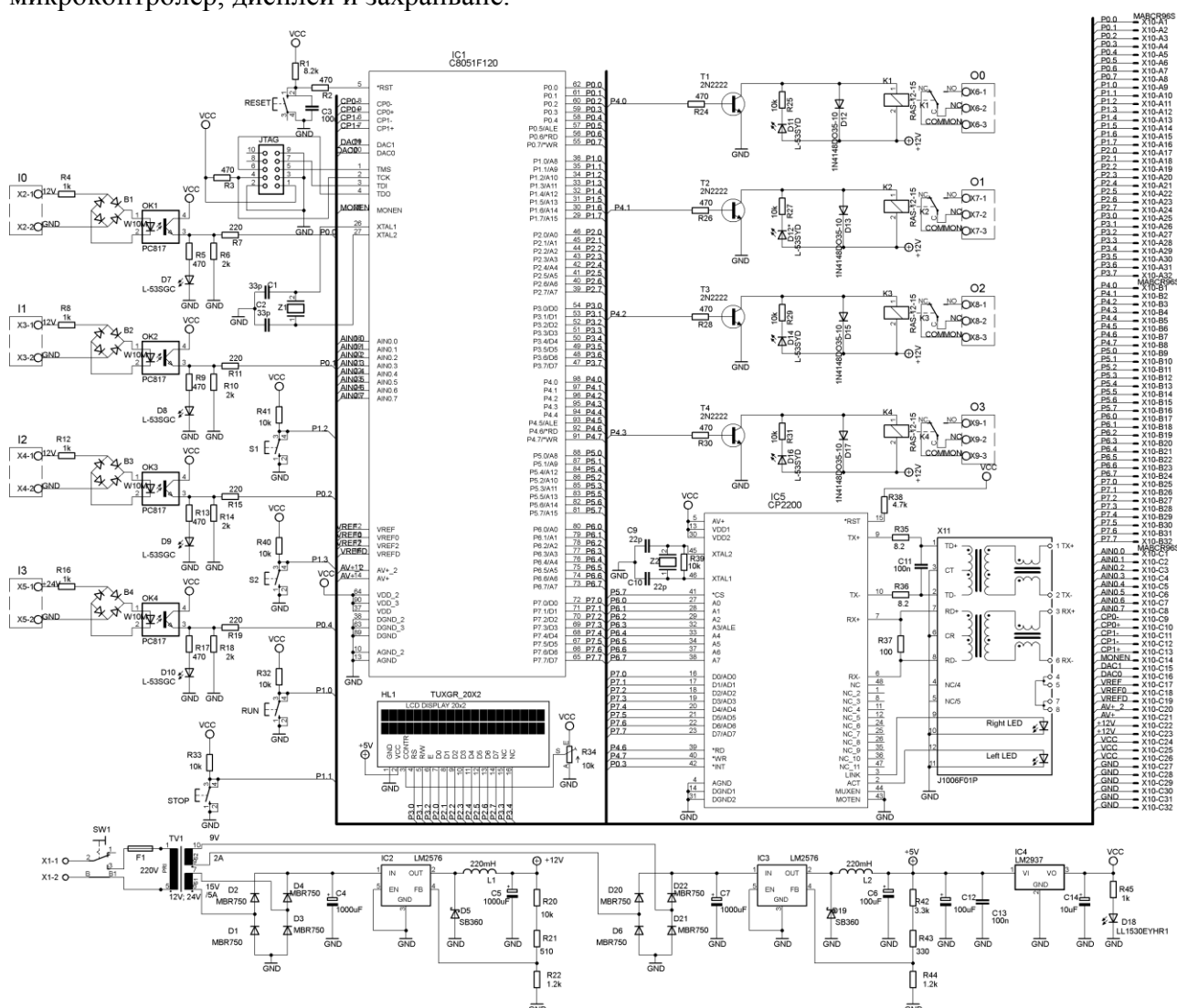
**Фиг. 1.** Структурна схема на микропроцесорна система за инструментален Web сървър

Микропроцесорната система работи по следния начин. Чрез JTAG интерфейса се програмира микроконтролера с текуща програма. Пускането и управлението на програмата в работен режим се извършва от блока за локален контрол посредством оперативни бутони. Посредством реализиран програмно-апаратен Ethernet стек данните се предават и приемат посредством мрежов контролер. Предаваните технологични данни се наблюдават и обработват дистанционно посредством браузър поддържащ приложен протокол HTTP.

### УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП НА ДЕЙСТВИЕ

На фиг.2 е дадена принципната схема на микропроцесорна система за инструментален Web сървър. Хардуерният синтез е базиран на осем битов едночипов микроконтролер тип C8051F120 [4]. Избраният микроконтролер поддържа широко разпространения набор от инструкции на Intel MCS-51 [1, 5, 6] и може да се програмира посредством свободна за ползване програмна развойна среда. Контролера C8051F120 има следните основни програмно технически възможности: бързодействие 100 милиона инструкции в секунда, 64 входно-изходни линии, 5 таймери, вграден SPI интерфейс, вграден I<sup>2</sup>C интерфейс, 2 вградени серийни приемо-предавателя (UARTS), стражеви таймер (Watchdog), Часовник за реално време (RTC), 8 канален 12 битов аналогово-цифров преобразувател, 2 канален 12 битов цифрово-аналогов преобразувател, вграден температурен сензор, вграден тактов генератор, 128K байта системна програмируема FLASH памет, 256 байта RAM, 8K байта допълнителна XRAM и др. Предложената хардуерна реализация на микропроцесорната

система е стандартно модулно изпълнение по блоков модел на промишлените малки програмируеми контролери, включващи развързващи входно-изходни вериги, микроконтролер, дисплей и захранване.



Фиг. 2. Принципна схема на микропроцесорната система за инструментален Web сървър

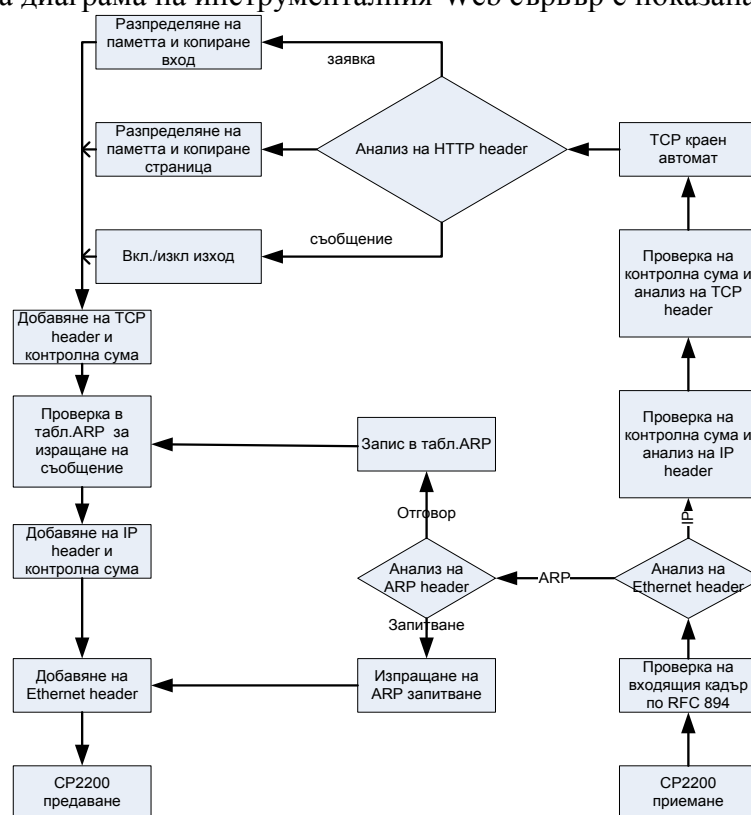
Предложената микропроцесорна система е реализирана с 4 вградени дискретни входа, 4 вградени дискретни изхода и куплунг тип EURO стандарт за разширение с изведени към него всички сигнали на микропроцесорната система. Всички дискретни входове са за оперативна напрежение 12V и са галванично развързани от микроконтролера IC1 посредством оптрони CH1-CH3. Всички дискретни изходи са галванично развързани посредством релета K1, K2, K3 и K4. Броя на входовете и изходите може лесно да се увеличава посредством свързване на аналогични вериги за разделяне към куплунга за разширение на системата X10. Захранването на микропроцесорната система е реализирана посредством импулсните регулатори на напрежение IC2, IC3 (LM2576) и линейният регулатор на напрежение IC4 (LM2937). Първият регулатор IC2 осигурява 12V постоянно напрежение за периферните вериги, вторият регулатор IC3 осигурява 5V, а третият регулатор IC3 осигурява 3.3V постоянно напрежение за микроконтролера C8051F120. Групата от елементи R1, R2 и C3 е стандартна за този тип микроконтролер и произвежда сигнал за начално установяване (reset) на микропроцесорната система след включване на захранването или принудително след натискане на бутон RESET. Групата елементи C1, C2

и Z1 е стандартна за реализация на външна честотно задаваща група на тактовия генератор на микропроцесора. Стойността на избраният кварцов резонатор е 24 MHz. Стойността на кварцовият резонатор не е критична за проектираната система и може да се замени. При замяна на Z1 трябва да се отчете промяната на времената на таймерите. Програмирането на микропроцесорната система се извършва с програматор DEBUGADPTR1-USB посредством куплунга JTAG. Показанията за диагностика се извеждат на дисплея HL1. LCD дисплея е свързан по 8 битова шина за данни към порт 2 на микроконтролера. Бутоните Start, Stop, S1, S2 служат за оперативен локален контрол на микропроцесорната система.

Хардуерно е интегриран каналният слой на TCP/IP стека посредством мрежовият контролер CP2200 свързан към порт 6 и порт 7 на IC1. Контролера CP2200 е съвместим с 100/1000 BASE-T мрежи, поддържа автоматична проверка за контролна сума, автоматична обработка на колизии и бродкаст и мултикаст адреси. IC5 има собствени вградени памети – 6 kB RAM (за приемо-предавателни буфери и управляващи регистри) и 8kB Flash (за конфигурационни параметри и MAC адрес). Паралелната организация на достъп до мрежовият контролер осигурява скорост на трансфер на данни 80Mbps. Мрежовият контролер има собствен тактов генератор. Групата елементи C9, C10 и Z2 (20MHz) е стандартна за реализация на външна честотно задаваща група на тактовия генератор на CP2200. Към изхода на мрежовият контролер е свързан разделителният трансформатор и светодиодите за контрол на комуникацията на куплунга RJ45.

Реализацията на останалите слоеве на TCP/IP стека (internet, transport и application) със съответните протоколи IP, ARP, TCP и HTTP е софтуерна с използване на Embedded C, HTML, JavaScript и безплатният конвертор HTML2C.

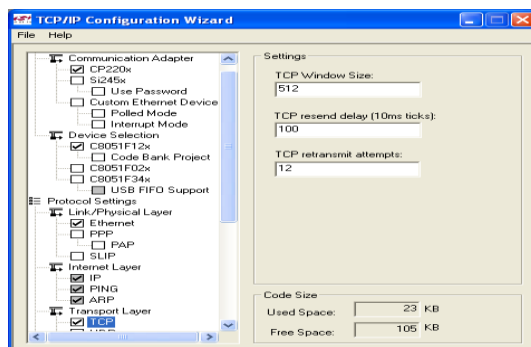
Алгоритмичната диаграма на инструменталния Web сървър е показана на фиг. 3.



Фиг. 3. Алгоритмична диаграма

Големината на програмният код зависи от големината на Web страницата плюс 23kB за обслужващата програма за сървърни функции. Трябва да се внимава общият програмен код да не надвишава 128kB. Обслужването/зареджане/ на 10kB страница се извършва за около

42ms. Всяка Web страница се вгражда ръчно в програмния код на C за C8051, което изисква познания по програмиране в програмната среда на Silabs. Възможно е реализираната система да се използва с TCP/IP библиотеки на фирмата CMX Micronet. В този случай процеса на избор на протоколи и изграждане на Web сървъра е автоматизиран и е показан на фиг. 4.



Фиг. 4. Автоматичен TCP/IP конфигуратор

Цената на предложената микропроцесорна система без допълнителни елементи по цени за 2015г. е 80EUR [3].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлаганата микропроцесорна система е изградена от готови серийно произведени електронни елементи. Възможностите на предлаганата система могат да се разширят чрез включване на допълнителни елементи към свободните портове на микроконтролера. Тестването и настройките при комплектоването на микропроцесорната система се извършва в безплатна професионална развойна среда на асемблер и C от сайта на производителя на микроконтролера Silabs.

Важни предимства на предлаганата система са: (1) възможност за програмна промяна на функционалните възможности на системата; (2) възможност за разширение на системата в мрежова среда посредством Ethernet, като всяка отделна микропроцесорна система може да има отделен MAC и IP адрес; (3) възможност за програмна настройка за работа посредством Web интерфейс; (4) ниска цена.

Други предимства на предлаганата система са автономност, гъвкавост, надеждност и ремонтно-пригодност.

Недостатък е необходимостта от обучение на персонала за работа с микропроцесорната система.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Каракехайов З., К. Кристенсен, О. Винтер, 2000. Проектиране на вградени микрокомпютърни системи с микроконтролери, Pensoft Publishers
2. Масликов И., П. Никовски, Х. Динков, 2012. Цифрово устройство за изчисляване отношението на две величини, Международна научна конференция „УНИТЕХ-12”, ТУ, Габрово, т.1, 194-197
3. Comet Electronics – Bulgaria, 2014. Product catalog, (www.comet.bg)
4. Huang, H.W., 2009. Embedded System Design with C8051, Cengage Learning
5. Mazidi M. A., R. D. McKinlay, J. G. Mazidi, 2013. The 8051 Microcontroller: A Systems Approach, Pearson
6. Steiner G., 2005. The 8051/8052 Microcontroller: Architecture, Assembly Language, and Hardware Interfacing, Universal Publishers, Florida