

## Програмируем контролер AVR-LPC

автор: Симеон Иванов

научен ръководител: гл. ас. д-р инж. Анелия Манукова

Целта на статията е да представи проект **“AVR-PLC”**, изграждащ **PLC** контролер и включващ крайно устройство с интегриран потребителски интерфейс (**UI**) и ядро (**kernel**), грижещо се за изпълнение на **ladder diagram**. Представена е развойна среда, ускоряваща процеса на разработване и тестване на потребителските програми.

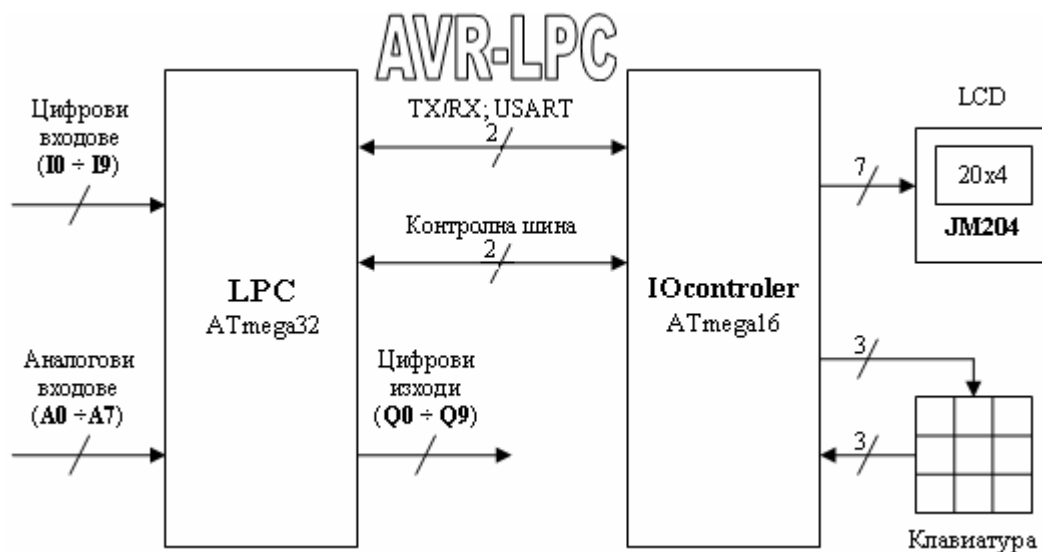
**Ключови думи:** PLC, ladder diagrams, IDE, x86, DOS

### ВЪВЕДЕНИЕ

При съвременното развитие на електронните устройства за управление на технологични обекти и процеси широко приложение намират програмируемите логически контролери (**PLC**). Тяхна основна цел е изместването на управляващите устройства, изградени на релейно-контакторна база. За разлика от хардуерните решения, при които логиката е „твърдо“ зададена, при **PLC** е софтуерно (програмно), позволявайки гъвкавост при изготвянето и настройването на системата. Съществуват множество езици и методи за програмиране, като в настоящия проект са избрани **ladder diagrams** (стълбични диаграми), които се явяват пряк заместител на релейно-контакторна схемотехника.

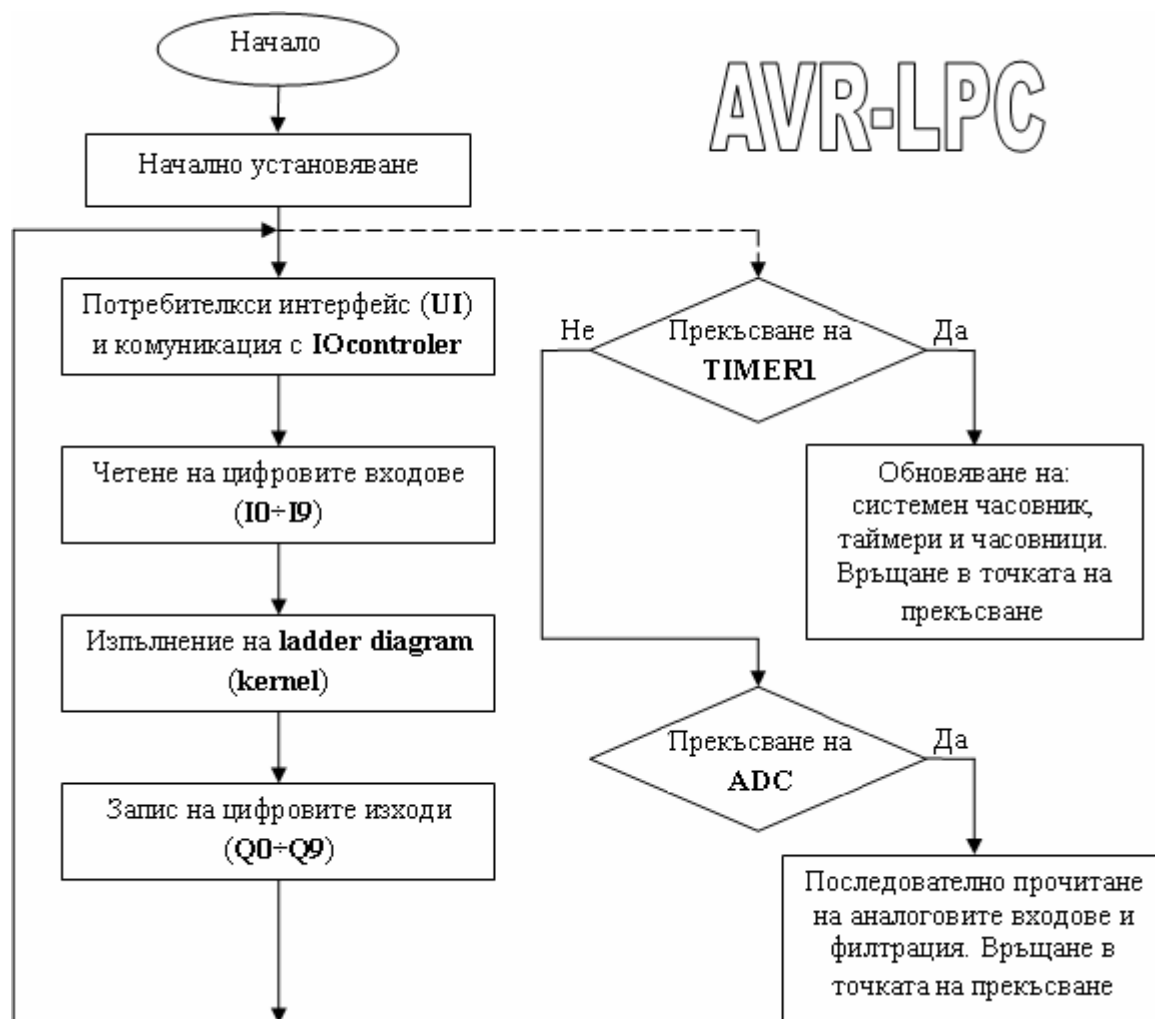
### ИЗГРАЖДАНЕ НА ПРОГРАМИРУЕМ ЛОГИЧЕСКИ КОНТРОЛЕР AVR-LPC

Структурната схема на **AVR-LPC** е показана на фиг.1. За реализацията му са използвани микроконтролери на фирмата **ATMEL**. Представеният **PLC** контролер е изграден на базата на два осем битови микроконтролера: **ATmega32** с 32 KBytes Flash и **ATmega16** с 16 KBytes Flash. **ATmega32** изпълнява основната част от софтуера: ядрото (**kernel**), грижещо се за изпълнението на диаграмата, потребителския интерфейс (**UI**), системния часовник и всички софтуерни обекти (часовници, таймери, броячи и др.). Вторият контролер е входно - изходен (**IOcontroller**), като за неговата реализация е ползван **ATmega16**. Обслужва управлението на дисплея (**JM204**; буквено – цифров; **20x4** символа) и клавиатура (9 бутона). Комуникацията между двата контролера е двупосочна, чрез сериен интерфейс, като допълнително е добавена контролна шина.



Фиг.1. Структурна схема на **AVR-LPC**.

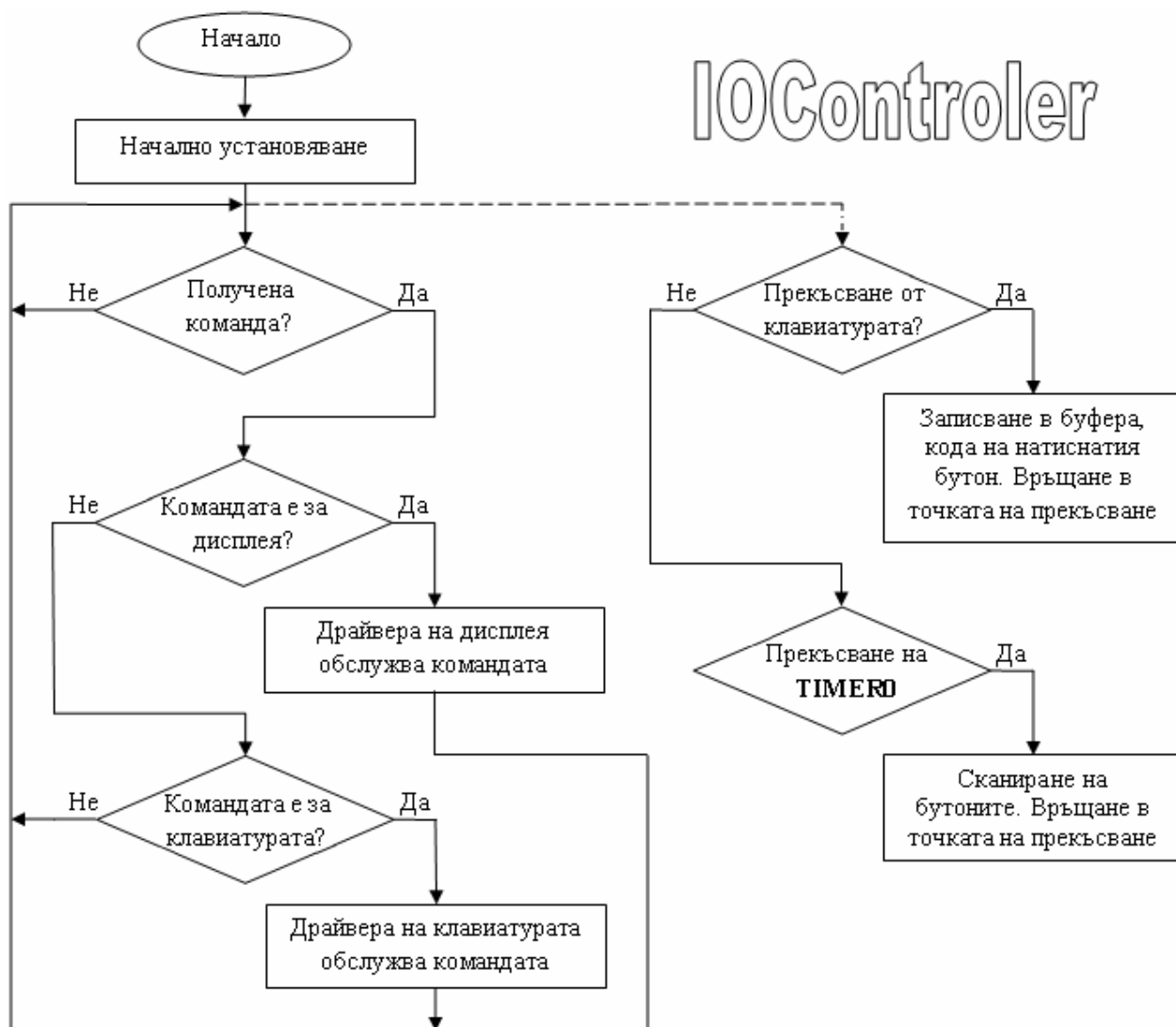
Алгоритъмът на работа на главния контролер **AVR-LPC** е показан на фиг.2. Блок „Началното установяване“ инициализира системните променливи, **IOcontroller**, зареждане на **ladder diagram** и настройките от **EEPROM**, както и стартиране на системата. Следва оперативният цикъл. Той обработва потребителския интерфейс **UI**, четат се цифровите входове, изпълнява се потребителската програма и получения резултат се записва на цифровите изходи. Частта от алгоритъма, свързана с пунктир на фиг.2., обработва прекъсванията. От нея ясно се вижда, че системния часовник е с най-висок приоритет, грижейки се за обновяването на часа и обектите на **ladder diagram**: таймери и часовници. Заявката за прекъсването на **ADC** прочита и филтрира измерената стойност на аналоговия входа на контролера.



Фиг.2. Блок-схема на алгоритъма на работа на главния контролер **AVR-LPC**.

На фиг.3. е показан алгоритъмът на работа на входно – изходния контролер (**IOcontroller**). От контекста на фиг.2. се вижда, че **LPC** контролера е главен, а **IOcontroller** е подчинен. След началното установяване, следва цикъл на командите. В зависимост от типа на командата, последната се подава на драйвера на дисплея или клавиатурата.

Подсистемата на клавиатурата използва двупосочната връзка между контролерите (за разлика от тази на дисплея, чакаща заявки за изпълнение). При подаване на команда за прочитане на последния избран бутон, **IOcontroller** връща **ASCII** кода му съхранен в буфер. Драйверът на клавиатурата използва заявките за прекъсване, за сканиране и засичане на натиснат бутон.



**Фиг.3.** Блок-схема на алгоритъма на работа на входно - изходния контролер на **AVR-LPC (IOcontroler)**.

## РЕЗУЛТАТИ

Техническите параметри на изградения **AVR-LPC** са представени в табл.1. Разделението на хардуерни и софтуерни параметри е наложено от структурата на крайното устройство. Хардуерните описват контролера като черна кутия с **n** входа и **m** изхода. Софтуерните показват вътрешната и структура – дават ясна представа за възможностите ѝ. Описаните софтуерни обекти са реализирани по 10 броя.

В табл.1 е зададено „гарантирано време за реакция“ като продължителността на оперативния цикъл варира в зависимост от големината и сложността на въведената програма. Измерването му е извършено при размер на диаграмата от 16x12 символа.

При проведените тестове за максимален размер 16x30 символа, ограничен от наличната памет на контролера, се отчете минимален период на оперативния цикъл от порядъка на 25ms. Следователно „гарантираното време за реакция“ нараства на 50ms, при запазена резолюция на таймерите и броячите от 1ms. Отчитайки факта, че контролерът е предназначен за управление на инертни процеси, може да се направи извода, че постигнатите резултати във времето са добри.

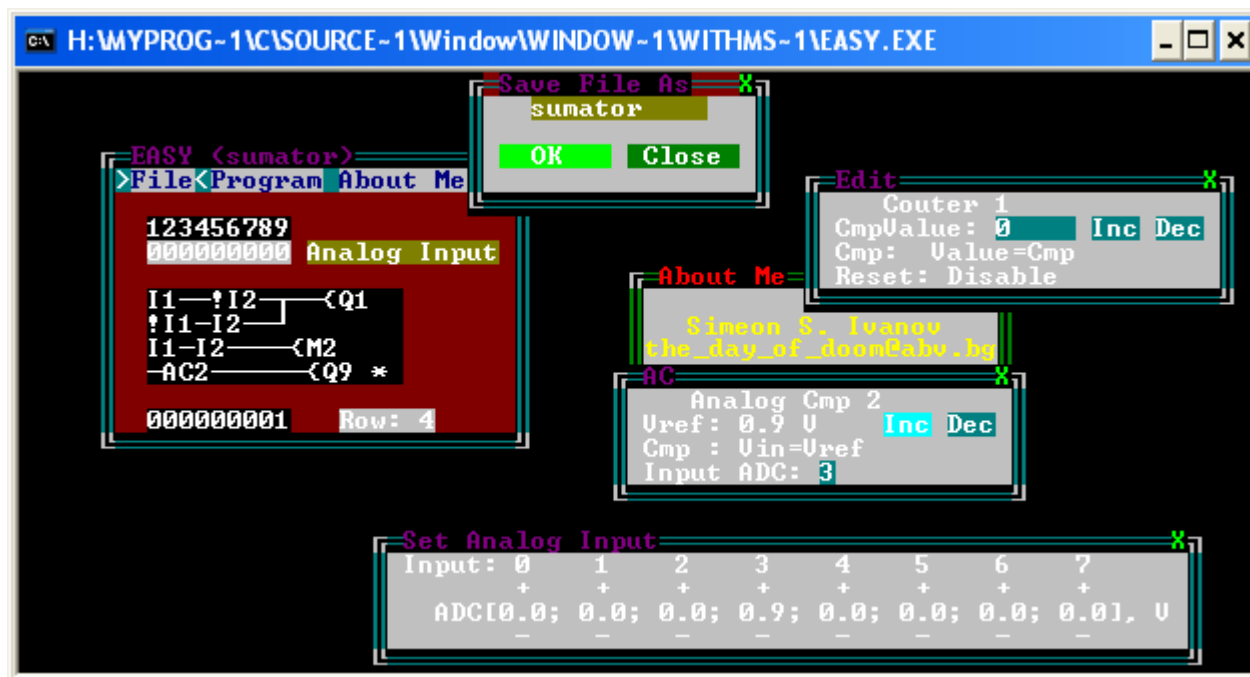
Въпреки, че спада към **micro PLC**, от софтуерна гледна точка, ядрото може да поддържа до 256 входно – изходни точки и обекта на **ladder diagram**. Ограниченията произтичат от страна на хардуера.

Таблица.1. Технически параметри на програмируемия контролер **AVR-LPC**

<b>Хардуерни параметри</b>	
цифрови входове (I0÷I9)	- минимално време за реакция: 10ms; - гарантирано време за реакция: >20ms;
цифрови изходи (Q0÷Q9)	- минимално време за реакция: 10ms; - гарантирано време за реакция: >20ms;
аналогови входове (A0÷A7; мултиплицирани)	- 10-bit ADC; - честота на дискретизация: 125KHz; - софтуерен филтър;
<b>Софтуерни параметри</b>	
ladder diagram: 16x12 символа	- произволен формат на запис; - автоматично разпознаване на въвеждания обект;
часовници	- 24 часов период; - час на включване/ изключване;
таймери	- минимален период: 10ms; - гарантиран период: >20ms; - максимален период: 65,535s; - три режима на работа: <b>мултивибратор</b> , таймер със закъснение на включването ( <b>ON delay timer</b> ), таймер със закъснение на изключването ( <b>OFF delay timer</b> );
аналогови компаратори	- софтуерно избиране стойността на опорно напрежение; - тип на сравнение: < ; = ; >; - избор на аналогов вход;
броячи	- избор посоката на броене (чрез контактна инструкция) - типа на сравнение: < ; = ; >; - максимална стойност: 65535; - възможност за автоматично нулиране на брояча; - минимално време за реакция: 10ms.; - гарантирано време за реакция: >20ms;
маркери	
RS тригери	

Успоредно с контролера е разработена развойна среда (**IDE**), работеща под управлението на операционните системи **DOS**, **Windows 98**, **Windows NT** или **Linux** (с подходящ емулатор: **DOSBox** или **Wine**), като на ниво ядро те са напълно съвместими. **DOS** приложението е с меню прозоречен интерфейс.

Диалоговият прозорец на **DOS** средата е показан на фиг.4. Виждат се: зареден фрагмент от суматор, прозорци за редактиране на аналогов компаратор, брояч и диалог за запазване на файл. Главния прозорец, съдържа индикация за състоянието на входовете и изходите, бутони за задаване на стойността на цифровия вход.



Фиг.4. Диалогов прозорец на развойната среда.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработен е програмируем логически контролер **AVR-LPC**, изпълняващ **ladder diagram**, и съпътстващата го развойна среда. При наличие на подходящ хардуер пригоден за работа в промишлени условия (компютър базиран на **x86** процесор, например **PC/104**), приложението може да се ползва директно, спестявайки разработването на специализиран хардуер. Ползването на **x86** система, ще осигури по-голям обем и скорост на изпълнение на **ladder diagram**. В **DOS** среда, потребителя разполага с файлова система, позволяваща съхранение, зареждане, изпълнение на произволна програма. Това определя и по-високата продуктивност на предложената система.

Проведените тестове на прототипа и развойната среда на контролера доказват работоспособността му и определят предложената система като гъвкава и надеждна.

Бъдещата работа по контролера е насочена основно върху хардуера, което включва допълнителни модули и осъществяване на връзката им с развойната среда. Предвижда се и добавяне на комуникационен интерфейс за работа в мрежа.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hugh Jack, Automating Manufacturing Systems with PLCs, <http://claymore.engineer.gvsu.edu/~jackh/books.html>
- [2] Data Sheet, ATmega16/ATmega32, **ATMEL**

## За контакти:

Симеон С. Иванов, студент специалност "Електроника", 2 курс, Русенски университет "Ангел Кънчев", e-mail: the\_day\_of\_doom@abv.bg

гл. ас. д-р инж. Анелия Владимирова Манукова, кат. "Електроника", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082 888 366, e-mail: amanukova@ecs.ru.acad.bg

## Рецензент: