

## ИЗПОЛЗВАНЕ НА OPEN SOURCE HARDWARE ПЛАТФОРМА В УЧЕБНИЯ ПРОЦЕС

**Здравко Илиев<sup>1</sup>, Диана Ташева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: [iliev@mgu.bg](mailto:iliev@mgu.bg)

<sup>2</sup> Минно-геоложки университет "Св. Иван Рилски", 1700 София, E-mail: [diana\\_detcheva@abv.bg](mailto:diana_detcheva@abv.bg)

**РЕЗЮМЕ.** Представени са методически и технически решения, базирани на OSH платформата Arduino Duemilanove, предназначени за провеждане на лабораторни упражнения по дисциплините "Измерване на неелектрични величини" и "Микроконтролери".

### OPEN-SOURCE HARDWARE PLATFORM USAGE IN THE EDUCATION PROCESS

*Zdravko Iliev<sup>1</sup>, Diana Tasheva<sup>2</sup>,*

<sup>1</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, e-mail: [iliev@mgu.bg](mailto:iliev@mgu.bg)

<sup>2</sup> University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia,, e-mail: [diana\\_detcheva@abv.bg](mailto:diana_detcheva@abv.bg)

**ABSTRACT.** Technical and methodical decisions are presented, based on the OSH platform Arduino Duemilanove, to be used as laboratory practice for the specialized subjects "Non-electrical property measurement" and "Microcontrollers".

### Постановка на проблема

Бурното развитие на технологиите и техническите средства, както и динамиката на производството и пазара поставят все по сериозни изисквания към качеството на подготовката на завършващите висше инженерно образование. Стремехът е не само практическата им подготовка да е на равнище позволяващо лесна адаптация и пряка реализация в производството, но те трябва да бъдат носители и на иновационни идеи. Това с особена сила се отнася за младите специалисти в областта на автоматиката, информационната и управляващата техника, компютърните технологии.

От друга страна анализът на условията в които се извършва обучението им, налага отчитането на редица негативни тенденции:

- съкращаване на времето за обучение;
- намаляване на броя на часовете на пряка заетост на студентите в аудиториите и специализираните лаборатории;
- материална база, която в преобладаващата си част е материално и физически остаряла и невъзможност за обновяването и с темпове, съответстващи на развитието на съвременните технологии;
- липса на инвестиционна политика, насочена към повишаване квалификацията на преподавателите;

- неосигуреност на учебния процес със специализирани приложни софтуерни и хардуерни продукти, явяващи се база за обучение по специализиращи дисциплини.

Голяма част от изброените проблеми са резултат от ограниченото финансиране на държавните технически ВУЗ, което е напълно неадекватно на поставените изисквания към тях.

В тези условия голямо предизвикателство пред преподавателите е търсене на решения, чрез които с минимални разходи и в относително кратки срокове да се постигне:

- обновяване на материалната база;
- подобряване на организацията и ефективността на провеждане на лабораторните упражнения;
- създаване на условия за самоподготовка на студентите.

Една от възможните стъпки в това направление е разработването и внедряването в учебния процес на стендове и модели, базирани на General Public License, Creative Commons Attribution-ShareAlike License, Open source hardware, Free and open source software, Lesser General Public License и др.

## Възможности за приложение на платформата ARDUINO в учебния процес и развойната дейност

Едно от най-бързо развиващите се направления в областта на автоматиката и компютърните технологии е проектирането, разработването и приложението на технически средства, базирани на микро- и наноконтролери. В повечето случаи те и съпътстващите ги развойни среди са скъпи, а от гледна точка на обучението изискват и специализирани стендове за самостоятелното решаване на конкретни задачи. Това създава значителни проблеми при подготовката на студентите от бакалавърската и магистърската степен по дисциплини като "Импулсна и цифрова схемотехника", "Микропроцесорна техника", "Микроконтролери", и др.

До момента провеждане на упражненията по тези дисциплини бе изцяло базирано на микроконтролери от фамилия Intel 80C51. Програмирането се извършваше на Assembler. За развойна среда се използваше EDSIM51 (<http://edsim51.com>) Този подход беше избран поради следните причини:

- програмирането на Assembler позволява на студентите задълбочено да вникнат в архитектурата и особеностите на управление на ресурсите на микроконтролерите;
- средата EDSIM51 е общодостъпна, лесна за работа и с добри възможности за онагледяване на състоянието на всички основни компоненти на микроконтролера във всеки момент от време;
- осигурени бяха необходимите учебни помагала.

Наред с това, няколкогодишния опит показва, че този начин на организация на упражненията е свързан със значителни проблеми. Основният е необходимостта, в рамките на ограничения хорариум, студентите да усвоят и използват език от ниско ниво, както е Assembler. Тази задача се оказва много тежка за болшинството от тях. В резултат често се нарушава и необходимия баланс от усвоени хардуерни и софтуерни познания. Негативно влияние оказва и фактът, че при обучението в преобладаващата част от случаите се използват програмно симулирани периферни устройства и обекти за управление, което в известна степен намалява мотивацията и интереса на студентите.

Промяна в подхода за провеждане на тези упражнения се обмисляше, но пречка за предприемане на реални стъпки беше липсата на достатъчно финансиране за изграждане на нова материална база. Възможност за решаване на проблема бе открита в информацията изнесена на конференцията, организирана от "Линукс за българи" (<http://conf.linux-bg.org/>) през април 2009 г. под наименованието "Open Source Hardware (OSH) & Physical Computing". На нея бяха представени идеите OSH и Physical Computing и бе споделен опитът в създаването на софтуерно/хардуерни системи, базирани на OSH платформата ARDUINO (<http://arduino.cc/>).

## Особености на платформата Arduino

- Arduino е отворена, лесна за употреба и достъпна платформа за общуване между компютърни системи и физическия свят с много ниска цена;
- Програмирането и се извършва с помощта на вариант на езика C++, обогатен със специализирани конструкции за управление на ресурсите на контролера;
- Осигурен е достъп до голям брой библиотеки с подпрограми;
- Програмирането и захранването става през USB порта на компютъра.
- Съществуват вградени комуникационни процедури;
- Техническите характеристики на Arduino позволяват лесна реализация на множество често срещани в практиката задачи свързани със събиране на данни от аналогови и цифрови сензори, изготвяне на прототипи и изработване на системи, които да реагират на промени в околната среда и др.
- Голяма част от разработките, реализирани чрез тази платформа се публикуват в Internet под условието за безплатно и свободно ползване.

## Приложимост на платформата Arduino в учебния процес, научните изследвания и приложните разработки

Направените проучвания показваха, че:

- платформата Arduino а се вписва отлично в подготовката и провеждането на широк кръг от лабораторни упражнения, свързани с използването на микрокомпютърната техника, програмирането и създаването на информационно-измервателни и управляващи системи;
- тя е удобна среда за разработване на специализирани приложения, както в областта на експерименталните изследвания, така и в областта на контрола и управлението на различни обекти.

Този извод се базира не само на описаните по-горе особености на платформата Arduino, но и на следните факти:

- В МГУ програмният език C се изучава още в началните семестри от обучението. Съчетаването на предварително придобитите знания в това направление с получените по дисциплината «Импулсна и цифрова схемотехника», както и големият набор свободностъпни библиотеки позволяват в рамките на едно стандартно лабораторно упражнение студентите да проектират и създават прототип на система, да я програмират и изследват поведението и.

- Съчетанието на възможностите на Arduino за измерване на аналогови сигнали и осъществяване на комуникация по почти всички известни интерфейси с предлаганите на пазара сравнително евтини интелигентни сензори, комуникиращи си по стандартен интерфейс, позволява чрез сравнително прости и преди всичко типови софтуерни решения много бързо и лесно да бъдат създавани измервателни системи базирани на датчици, съществено различаващи се по своя принцип на работа и характеристики. При това, тези системи лесно могат да бъдат реконфигурирани, което позволява:
  - бърза смяна на лабораторните упражнения чрез създаване на базов модел и включване и изследване на различни видове сензори;
  - бърза реализация с цел оценка на ефективността на различни решения при проектиране и разработване на измервателни системи.
- Възможността на Arduino да комуникира с персонален компютър чрез стандартен USB порт позволява снемането на характеристиките на различни обекти да се извършва в реално време.
- Възприетият подход за използване на софтуер с отворен код и свободен хардуер, както и Криейтив комънс лиценза под който се разпространяват материалите свързани с платформата, значително намаляват необходимостта от разработването на специализирани учебни материали. Например всички материали, необходими за провеждането на лабораторните упражнения по дисциплината "Микроконтролери" с използване на платформата Arduino са публикувани в Internet и са достъпни за свободно ползване. Те са богато илюстрирани със снимки, схеми, чертежи и филми. Възможно е изтеглянето и на интерактивно ръководство за работа и програмиране, което значително облекчава изучаването на платформата и позволява да се засили процента на самостоятелност в работата на студентите. Пълните ръководства за работа и програмиране на платформата са преведени на български и са достъпни безплатно на сайта на дистрибутора на Arduino за България (<http://robotev.com/>). Наред с това в YouTube могат по всяко време да се видят голям брой филмчета с Arduino проекти. Това позволява на

студентите и другите ползватели на Arduino платформата да бъдат запознати с най-новите разработки, идеи и софтуер при разработването на различни видове устройства и системи.

- Arduino се предлага в различни модификации, различаващи се по броя входно-изходни портове, аналогови входове и изходи, обем на RAM, EEPROM и FLASH памет и др. Това позволява за всяко едно конкретно приложение да бъде избран контролер, удовлетворяващ в най-пълна степен поставените изисквания по отношение на необходимите технически ресурси за реализация на дадената задача. При това всички модификации са напълно апаратно и програмно съвместими, което прави безпроблемен трансфера на решения между тях.
- Редица фирми са се ориентирали към производство на готови модули и системи, съвместими с Arduino. Такива например са:
  - ROBOTSTORE (<http://www.robotstoreuk.com/>);
  - ROBOTSHOP (<http://www.robotshop.ca/>);
  - LIBELIUM (<http://www.libelium.com/>);
  - SOLARBOTICS (<http://www.solarbotics.com/>);
  - SPARKFUN (<http://www.sparkfun.com/>) и др.

Това дава много широки възможности както в развитата дейност, така и при обогатяване на учебната лабораторна база.

### **Разработени специализирани ARDUINO – ориентирани приложения, предназначени за подобряване на лабораторната учебна и научна база**

В катедра "Автоматизация на производството" са закупени множество устройства и сензори (за следене на линия; ориентация в пространството, измерване на разстояние, ускорения, натиск и огъване, температура, вибрации и др.), съвместими с платформата Arduino. С тях са разработени и продължават да се разработват нови макети за провеждане на лабораторни упражнения по дисциплините "Микроконтролери" и "Измерване на неелектрични величини".

Синтезирани са принципни схеми и са разработени модули (фиг. 1), позволяващи управление на следните периферни устройства, предназначени за въвеждане и извеждане на информация.

- матрична клавиатура;
- кръгови светодиодни индикатори;
- матрични светодиодни индикатори;
- седемсегментни индикатори;
- светодиоден стълб;
- LCD индикатори;
- многоцветни светодиоди, управлявани на принципа на широчинно-импулсната модулация.

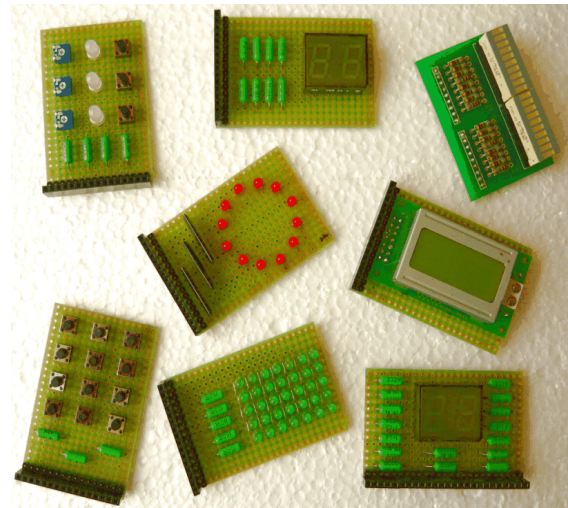
Свързването на тези устройства към Arduino се осъществява чрез проводници и бредборд платки, което позволява конфигурирането на разнообразни устройства и системи.

Разработени са печатни платки, които допускат създаването на различни конфигурации от модули, с което става възможно студентите сами да синтезират схемни решения, отразяващи често срещани ситуации в практиката:

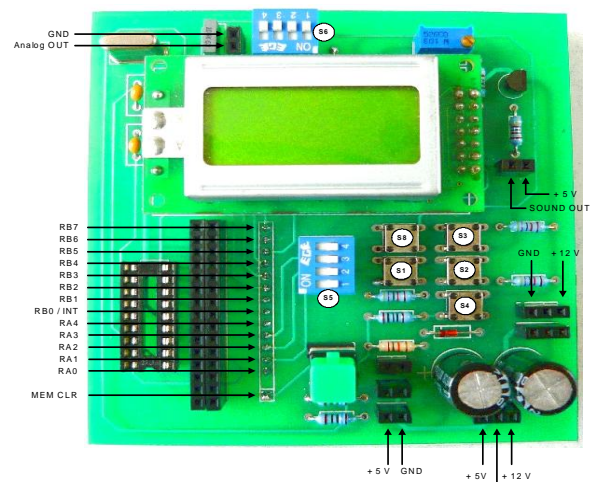
- Контролер за управление на стъпков двигател (фиг. 6);

- Модул преместващи регистри;
- Модул регистри памет;
- Часовник за реално време;
- Модул за управление на I2C EEPROM;

- Комбиниран модул (Фиг. 2), осигуряващ LCD индикация, цифро-аналогово преобразуване, вход от клавиатура, генериране на звук и др. Модулът позволява към него да се включват микроконтролери от различен тип чрез вградения входно/изходен куплунг.



Фиг. 1



Фиг. 2

Проектирани са и са изработени преобразуватели на интерфейс TTL RS232 – RS 485, позволяващи връзка между модули Arduino по интерфейс RS485. С това се дава възможност на студентите да създават, изследват и правят експерименти с разредоточени измервателни и информационни системи.

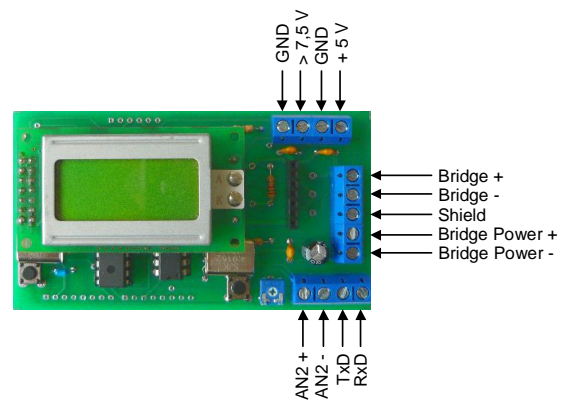
Модулът е съвместим с Arduino платката и не изисква допълнителни свързващи проводници.



Фиг. 3

Проектирана е и е изработена система за тензометрични измервания (фиг. 4) с използване на модули Arduino и преобразувател AD 7730. Тя е автономна и позволява използването само на процесора на Arduino, без да се налага включването на цялата платформа, освен в режим на програмиране и архивиране на данни към персонален компютър.

Системата е комплектувана с модул за индикация с течнокристален дисплей и е тествана в реална среда при изследване на натоварването на стоманените въжета при подемните механизми на роторните багери.

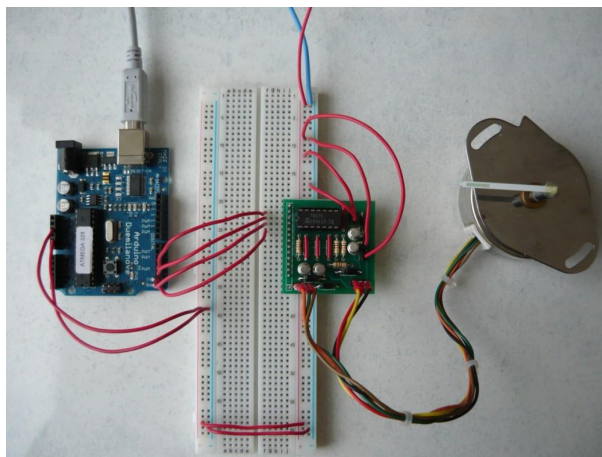


Фиг. 4

С цел усъвършенстване на практическото обучение на студентите по дисциплината "Импулсна и цифрова схемотехника" са разработени и изработени 10 броя устройства, съвместими с платки бредборд, позволяващи захранването им да се извършва от USB порта на персонален компютър (фиг. 5).

Устройствата са свързани с помощта на 3 HUB-устройства и кабели USB A/B в мрежа, при са изградени 10 работни места, позволяващи на студентите едновременно с провеждането на интерактивно обучение, да могат да свързват, експериментират и изследват различни индивидуално разработени схемотехнически устройства.

При провеждането на упражненията платките бредборд могат да се свързват и с Arduino модули при което да се конфигурират разнообразни управляващи системи, както е показано на фиг 6.



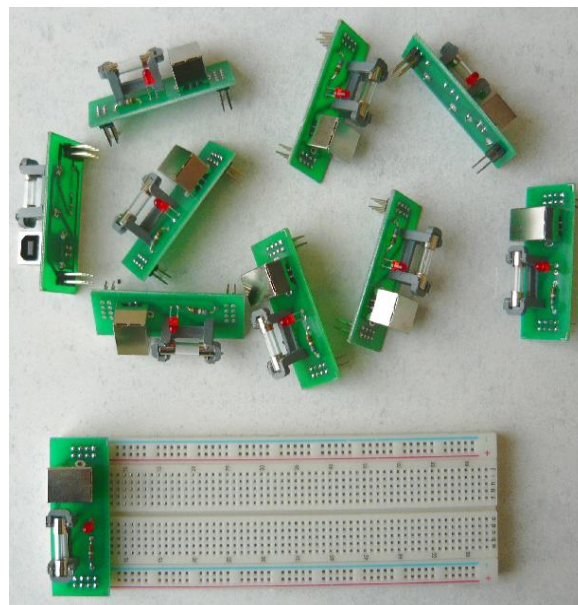
Фиг. 6.

## Заклучение

С цел подобряване качеството на практическото обучение по дисциплините "Импулсна и цифрова схемотехника", "Микропроцесорна техника", "Микроконтролери" и "Измерване на неелектрични величини", са разработени множество съвместими с Arduino модули позволяващи:

- синтез и изследване на схемотехнически решения;
- следене на бутони, ключове тач панели, променливи резистори и др.
- измерване на различни технологични параметри като ниво на осветеност и цвят, температура, разстояния, натоварване на механични конструкции;
- комуникация по RS 485, I2C и USB;

*Препоръчана за публикуване от катедра „Автоматизация на минното производство“, МЕМФ*



Фиг. 5

- управление на прекъсванията, различни типове памети, светодиодни панели, седемсегментни индикатори, LCD дисплеи, аналого-цифровото и цифро-аналоговото преобразуване; стъпкови и постояннотокови двигатели и др.
- работа в реално време.

Очакваме тяхното приложение в учебния процес и развойната дейност да доведе до:

- постигане на цялостна практическа насоченост на лабораторните занятия;
- повишаване на интереса на студентите;
- по-висока интензивност на преподаване поради възможността за самообучение през Internet;
- подобряване на връзката и приемствеността между отделните изучавани дисциплини;
- създаване на условия за самостоятелна работа на студентите със съвременни технически средства, като те ще могат сами да изградят системи на базата на готови модули;
- намаляване на времето и разходите за разработване на специализирани измервателни и управляващи системи, базирани на микроконтролери.

## Литература

- <http://www.ladyada.net/learn/arduino/index.html>
- <http://www.robotev.com/robotevinfo.php>
- <http://www.libelium.com/>
- <http://www.sparkfun.com/>
- <http://www.arduino.cc/>
- <http://edsim51.com>