

ПРОЕКТИРАНЕ НА ПЕРИФЕРЕН МОДУЛ  
ЗА СВЕТОДИОДНИ МАТРИЦИ

## DESIGN OF PERIPHERAL MODULE FOR LED MATRICES

Петър Минев  
ТУ – ГабровоЕдип Хебиб  
ТУ – Габрово**Abstract**

Този доклад представя един проект на Pmod™ съвместим периферен модул за управление на светодиодни матрици. Представено е схемотехнично решение, проект на печатна платка и програмен код за тестване на готовия модул. Разработката цели допълване на набора от периферни модули по стандарта Pmod, подходящи за използване с развойни платки с програмируеми логически матрици (FPGA и CPLD) в обучението на студенти от специалност КСТ.

**Keywords:** LED matrix, Peripheral module, Pmod™, FPGA Kits, VHDL.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Програмируемите логически схеми (матрици) са една от няколкото технологични бази за реализация на цифров хардуер. За тяхното изучаване и за работа с тях са разработени специализирани развойни платки, които позволяват на проектанта да ги конфигурира бързо и лесно с помощта, само на своя персонален компютър.

Една от компаниите, която разработва и предлага развойни платки с програмируеми логически схеми е Digilent® Inc. Тя се стреми да задоволи предимно академичните нужди в обучението и използването на програмируеми логически схеми и микроконтролери.

Всички развойни платки (с програмируема логика или с микроконтролери) на тази компания са снабдени с разширителни слотове за свързване към тях на допълнителни периферни модули. За да унифицира интерфейса за връзка между развойните платки и периферните модули Digilent® Inc. предлага единен интерфейс за осъществяването на електрическата връзка наречен Pmod™. Подробно описание на стандарта неговите електрически и механични характеристики може да бъде намерено в [2].

Компанията разработва и предлага множество периферни модули по упоменатия стандарт, стремежи се да обхване множес-

твото области на приложение на програмируеми логически схеми. Голямото разнообразие от периферни модули, способства за разработка на различни по характер проектни задания и намиране на оригинални технически решения. В [6] могат да се открият наличните към момента периферни модули предлагани от компанията Digilent®.

**ИЗЛОЖЕНИЕ**

Светодиодите са познати отдавна като електронен елемент [1], но през последните няколко години тяхното използване за реализация на всякакъв род светлини устройства нараства с особени бързи темпове [1].

Едно от направленията, в които се развиват светодиодите устройства са светодиодните матрици. Съществуват разнообразни по размери и цветове светодиодни матрици, които позволяват създаване на всякакъв род светлини ефекти и приложението им в множество устройства.

От направена справка в [6] става ясно че Digilent®, както и други производители не предлагат периферни модули със светодиодни матрици. Поради тази причина възникна идеята и необходимостта за разработка на периферен модул, който да отговаря на стандарта Pmod™ за светодиодни матрици.

От голямото разнообразие светодиодни матрици бе избран модела LE-MM103 [3] на компанията Sure Electronics® [8], която е базирана в Китай. Водещи критерий за този избор бяха: наличието на поне два цвята; размера, който да позволи създаването на периферен модул с не особено големи размери и не на последно място цената, така че себестойността на модула да не надхвърли 25-30 лв.

За да се разширят възможностите на периферния модул бе решено да се увеличи светлинната площ, чрез използване на две светодиодни матрици, разположени една до друга върху модула. Това решение, както и типа на избраните матрици предопредели и последващия избор на схемно решение за управление на матриците, а така също зададе и основното ограничение при топологичното проектиране на печатната платка за периферния модул.

На фиг. 1 е представено избраното схемотехнично решение за управление на двете светодиодни матрици. Това решение е продиктувано от следните ограничения :

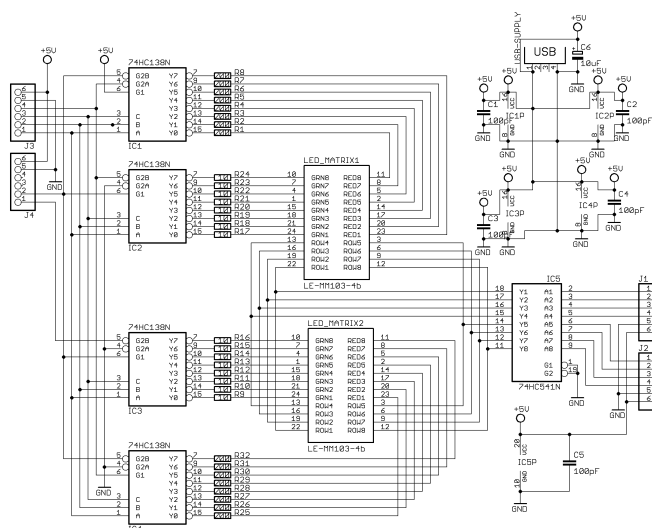
1) Обхождането на матриците се извършва по колони, където са свързани катодите на светодиодите, съответно сигналите за това кои светодиоди ще светят в дадена колона се подават по редове, където са свързани анодите на светодиодите. Обратното (обхождане по редове и подаване на информацията по колони) е възможно, но така биха се увеличили повече от два пъти броя на необходимите управляващи сигнали от развойната платка.

2) Общия брой на управляващите сигнали осигурявани от развойните платки на Digilent® са 16 (за платките Basys™2) или 32 (за платките Nexys™2, Nexys™3 и CoolRunner™-II Starter). За да бъде разработвания периферен модул съвместим и с четирите изброени (а освен това и с развойните платки с микроконтролери Cerebot™ на същата компания) е необходимо да се спазва ограничението за създаване на схемно решение с до 16 управляващи сигнала.

3) Размера на периферния модул е необходимо да бъде съобразен с размера на развойните платки, така че да се осигури здраво механично прикрепяне на модула към

развойната платка, посредством 6-изводниче рейки, използвани по стандарта Pmod™.

4) Развойните платки за които е предначинан модула осигуряват захранващо напрежение от 3,3V и изходен ток от около 200 mA. В общия случай това би било достатъчно за захранване на един периферен модул, в конкретния проект, обаче е необходимо да се добави и външно захранващо напрежение от 5V, за да се осигури яркото светене на светодиодите в матриците. За да се спазва принципа за лесна работа с развойните платки на Диджилент, само с помощта на персонален компютър външното захранващо напрежение е избрано да се осигури от USB порт на компютъра, вместо от допълнителен мрежов адаптер.



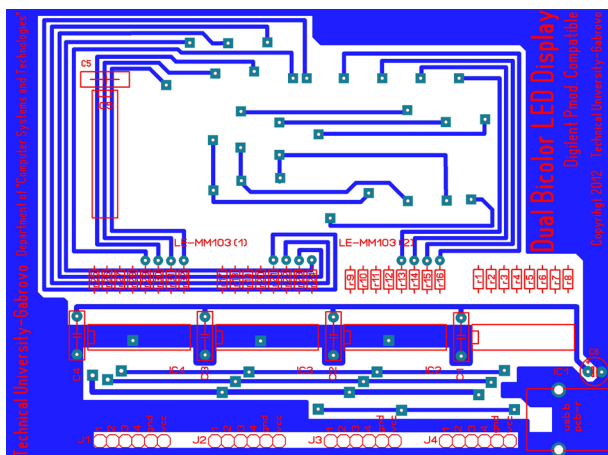
Фиг. 1. Принципна схема на периферния модул

Съобразно изложените ограничения е избрано схемотехничното решение (фиг. 1), като са използвани интегрални схеми от серията 74HCXX, които осигуряват широк диапазон на захранващо напрежение, което би позволило модула да работи и без допълнителното външно захранващо напрежение, което ще бъде са за сметка на яркостта на светене на матриците.

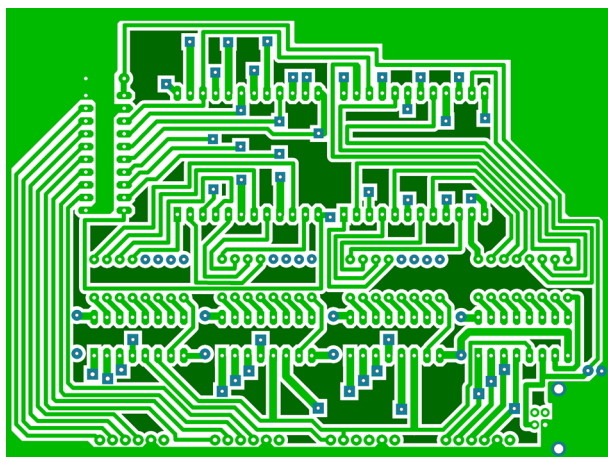
Друг вариант на схемното решение е да се използват преместващи регистри на мястото на дешифраторите. В случая са избрани дешифратори, така че схемата да остане комбинационна, което да улесни нейното управление, чрез подаване само на асинхронни сигнали от управляващата развойна

плата. По отношение на броя на управляващите сигнали и двата варианта на схемно решение (този с преместващи регистри и този с дешифратори) са равностойни, което е още едно основание да се избере схемното решение с дешифратори.

Топологията на печатната платка (фиг. 3) за периферния модул е създадена с помощта на програмния продукт Sprint Layout™ на немската компания ABACOM® [5].



а) страна елементи

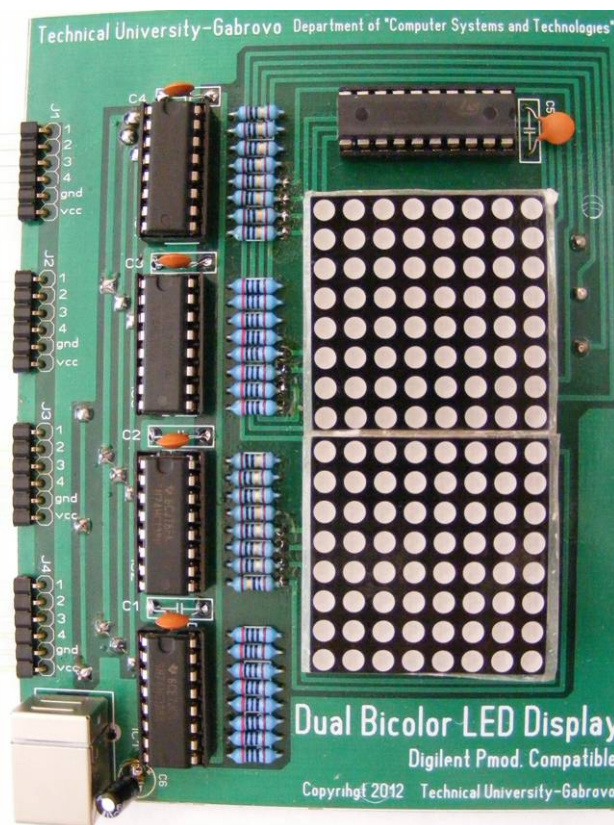


б) страна писти

Фиг. 3. Топологията на печатната платка

Използвана е двуслойна топология съобразена с механичните изисквания на стандарта Pmod™ [1] и изискванията на производителя на печатни платки за размера на пистите и контактните площадки [7]. Разположението на двете светодиодни матрици долепени една до друга също внася ограничения при създаването на топологията.

На фиг. 4. е представена снимка на завършения периферен модул.



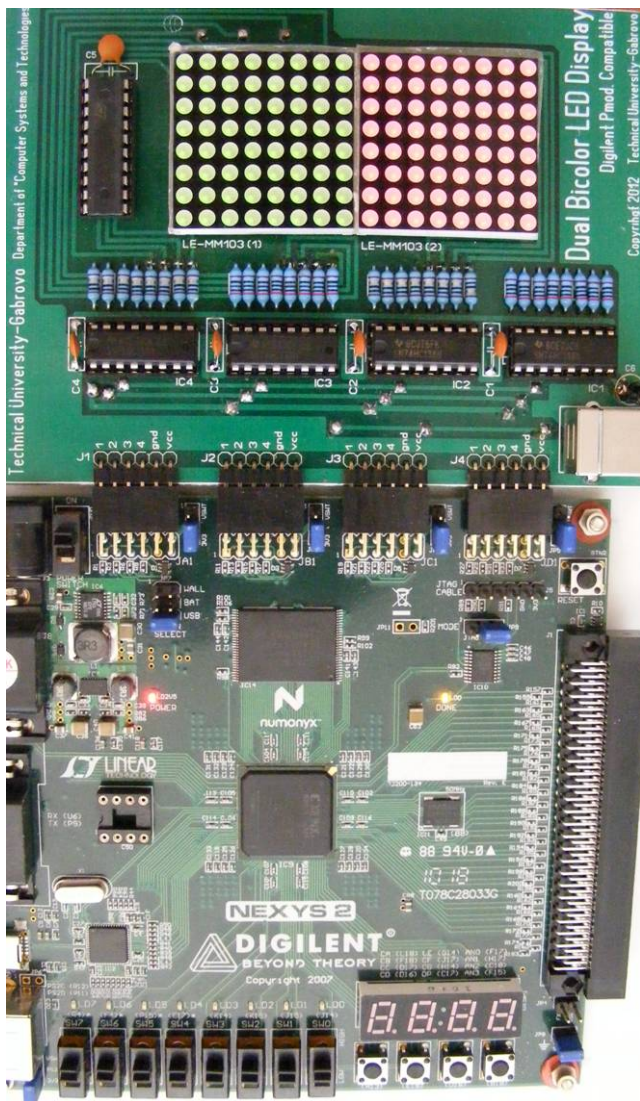
Фиг. 4. Снимка на готовия периферен модул

За тестване на периферния модул са разработени модели с помощта на езика за хардуерно описание VHDL, които са имплементирани в развойната платка Nexys™2. С помощта на първия модел върху матриците се извеждат последователно поредица от кадри, така че да се получи ефект на пясъчен часовник. При втория модел не се използват обособени кадри, тъй като е необходимо всички светодиоди от единия или другия цвят или и двата едновременно да светят за да се получи червен, зелен или оранжев цвят. Управлението на последователността на светене се реализира с помощта на краен автомат, чийто състояния са подбрани съобразно последователността на светене на светофарна уредба.

Разработката и имплементацията на моделите е извършена с помощта на програмната среда Xilinx® ISE Project Navigator 11.1 [4].

Работата на периферния модул, управляван от развойната платка Nexys™2, в която е имплементиран модела на пясъчен часовник е представена на фиг. 5.





Фиг. 5. Тествания периферен модул свързан с развойната платка NEXYS™2

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представения Pmod™ съвместим периферен модул може да послужи като лабораторен макет, който да допълни и разшири задачите решавани в лабораторни упражнения по дисциплините свързани с автоматизирано проектиране на цифров хардуер от студенти специалност КСТ в техническите университети, като внесе известна доза атрактивност при изучаването на езиците за хардуерно проектиране.

Модулт може да се използва и за самостоятелни разработки от студенти, ученици, инженери, както и от всеки с интереси и занимания в областта на проектиране на цифров хардуер, посредством програмируеми логически схеми и езици за хардуерно описание.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Zheludev N., The life and times of the LED – a 100-year history, Nature Photonics, VOL 1, April 2007, [www.nature.com/naturephotonics/](http://www.nature.com/naturephotonics/).
- [2] Digilent Pmod™ Interface Specification., Digilent Inc.
- [3] Sure Electronics, 8x8 Dot-Matrix 3mm dia. Bicolor LED Display – User’s Guide, Sure Electronics Ltd.
- [4] Xilinx, ISE In-Depth Tutorial, Xilinx, Inc.
- [5] ABACOM Ingenieurbüro GbR, <http://www.abacom-online.de/>.
- [6] Digilent Inc., <http://digilentinc.com/>.
- [7] Sirius-PCB Ltd., <http://www.sirius-pcb.com/>.
- [8] Sure Electronics Ltd., <http://www.sure-electronics.net/>.