

ELABORAREA AFIȘORULUI INFORMATIV CU LUMINOZITATE REGLABILĂ ȘI CONTROL DISTANT

Maxim CHIRIAC^{1*}, Adrian BÎRNAZ²

Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, grupa MN-181, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

²Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală, Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori, Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică, Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova

*Autorul corespondent: Maxim Chiriac, maxim.chiriac1@mib.utm.md

Rezumat. În lucrare este descris modul de funcționare a dispozitivului și a softului de control necesar funcționării afișorului elaborat. Sunt expuse capacitățile tehnice ale afișorului elaborat cu documentația specifică a componentelor electronice utilizate. De asemenea, sunt descrise posibilitățile oferite de softul pentru controlul matricei. Diferența de bază dintre dispozitivul descris și afișoarele existente pe piață disponibil pe larg consum este inexistența vizualizării rezultatului preliminar la nivel de soft, iar vizualizarea se realizează direct pe afișor.

Cuvinte cheie: Afișor, matrice de leduri, sistem încorporat, internetul lucrurilor

Introducere

În ziua de azi LED-urile sunt folosite în calitate de sursă de lumină, în confecționarea ecranelor pentru televizoare, telefoane, tablete și în orice dispozitiv care necesită cel puțin un LED. Ca exemplu începând de la un simplu indicator cum ar fi semaforul și finalizând cu un dispozitiv ce dispune de o interfață grafică. În ultimele decenii LED-urile au devenit mai întrebuienate datorită fidelității culorii care le posedă. Controlul diodelor emițătoare de lumină se realizează cu ajutorul curentului aplicat asupra lor. Piața LED-urilor înregistrează, în perioada anilor 2017-2022, o rată de creștere anuală aproximativ de 22,6 % anual. În anul 2021 din datele raportului oferit de Yole Développement venitul întreprinderii pe baza LED-urilor a constituit un pic mai mult de 12 miliarde de dolari [1]. O bună parte din LED-urile vândute sunt utilizate pentru confecționarea afișoarelor, fie e vorba de un simplu ceas electronic, fie pentru un panou informativ, inclusiv și ecranele OLED ce au o popularitate în utilizarea lor în ecrane pentru telefoane cât și monitoare, în special monitoarele cu frecvența de reînnoire ce permit o frecvență de afișare de la 100 Hz la 240 Hz. Această frecvență ajunge la o valoare de două ori mai mare decât frecvența monitoarelor actuale de 60 Hz. Conform unor cercetări omul este capabil să distingă imagini până la 500 Hz [2]. În baza datelor respective cu cât frecvența de afișare a afișorului este mai mare cu atât ochiul omului este mai odihnit. La moment există două tipuri de crearea a afișoarelor, primul fiind afișoare care tind spre discretizare ce are în sine noțiunea de montarea a 3 LED-uri separat, iar al doilea este crearea unui chip pe care LED-urile sunt îmbinate pe suprafața lui [3]. Cum a fost specificat mai sus indiferent de tipul utilizat la crearea afișorului pentru controlul lui este nevoie de curent, iar la avansarea afișorului în dimensiuni numărul de conectări și curentul necesar crește liniar. Pentru a reduce semnificativ acest neajuns au fost elaborate drivere de control pe bază de curent ce micșorează curentul aplicat pe afișor cât și conectările necesare pentru controlul lui. Dispozitivul elaborat format din afișor cu capacitatea afișării textului dorit cu o frecvență de până la 1 kHz și aplicația ce permite vizualizarea textului preventiv, modificarea textului de pe afișor și nu necesită conexiune prin cablu între ele. Mediile de lucru utilizate pentru crearea atât a softului cât și a circuitului cu cablaj imprimat sunt absolut gratuite.

Partea tehnică

Conceptul acestui dispozitiv a fost crearea unui afișor modular astfel încât să fie ușor extins la necesitate, să fie controlat distant și în cazul unei eventuale defectări să fie fără efort restabilită funcționarea lui. Astfel pentru elaborarea lui a fost decis crearea plachetei cu cablaj imprimat universale la suprafața căreia va fi lipite acele componente de care va fi nevoie. La fel un alt subpunct

nu puțin important este că acest circuit nu trebuie să aibă dimensiuni exagerate pentru a putea ușor opera cu afișorul în întregime. Mediul de lucru utilizat pentru crearea circuitului și a plachetei poartă denumirea de EasyEDA [4] fiind un soft gratuit, performant și ușor spre utilizare.

Pentru elaborarea unui circuit electronic ce este capabil să controleze un afișor cu dimensiune flexibilă a fost proiectat și creat o plachetă cu cablaj imprimat universală ce are pe suprafața sa întreaga parte electronică necesară pentru funcționalitatea afișorului în întregime cu dimensiunea de 67 pe 67 mm.

Pentru realizarea acestui afișor ce are dimensiunea de 24 pe 56 de LED-uri se utilizează microprocesorul din familia AVR ce poartă denumirea de Atmega1284p [5]. Comunicarea imaginii afișate se realizează prin intermediul interfeței SPI(Serial Peripheral Interface) ce are o viteză de transmitere a datelor de până la jumătate din frecvența oscilatorului. Pentru controlul matricei de dimensiunea 8x8 LED-uri se transmit simultan 16 biți către circuitul integrat MAX7219 [6], deci pentru controlul matricei în totalitate se trimit 336 biți per mesaj. La proiectarea dispozitivului de control se va utiliza un oscilator de 16 MHz. Frecvența de reînnoire a informației pe panoul de LED-uri ce poate ajunge la 1 kHz se obțin în baza electronicii utilizate în cadrul dispozitivului. În baza acestei valori putem spune ferm că vizualizând panoul respectiv ochiul nu va obosi. Ledurile utilizate pentru afișare vor avea o nuanță verde, care nu va afecta ochiul persoanei ce va vizualiza informația de pe panoul respectiv un timp foarte îndelungat. Combinația dintre frecvența înaltă a panoului și utilizarea ledurilor de culoare verde este una aleasă rațional pentru vizualizarea informației de lungă durată cu rată de afișare înaltă fără deteriorarea vederii observatorului [7].

De asemenea pentru controlul acestei matrice se folosește modulul Bluetooth HC-05 [8] care comunică printr-un soft către microprocesor ceea ce permite modificarea textului programat spre afișare fără a face ceva intervenții pe placa de bază sau de a modifica codul pentru a ilustra un text nou. Pe lângă toate cele stipulate va exista și o fotorezistență ce are ca scop reglarea intensității LED-urilor în dependență de lumina din încăperea. Aceasta e posibil datorită circuitului integrat utilizat pentru controlul matricei ce are 16 nivele de intensitate de lumină.

Figura 1 ce poartă denumirea Imaginea schemei principale de conectare a circuitului electronic a afișorului elaborat cât și subpubetul b a figurii 2 imaginea plăcii de bază sunt preluate din mediul de lucru EasyEDA[4], iar imaginea schemei conceptuale a dispozitivului elaborat (Figura 2 a) realizat în mediul de lucru online gratuit Diagrams [9].

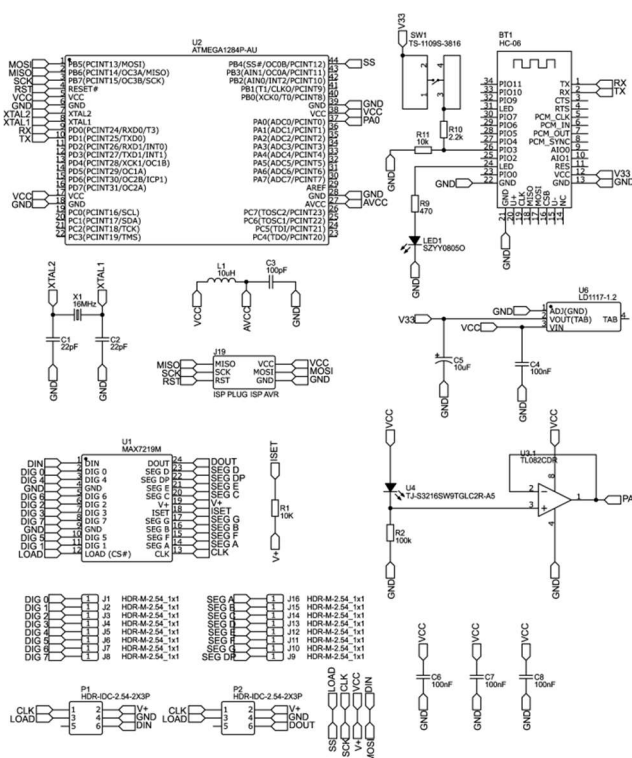


Figura 1. Imaginea schemei principale de conectare a circuitului electronic a afișorului elaborat

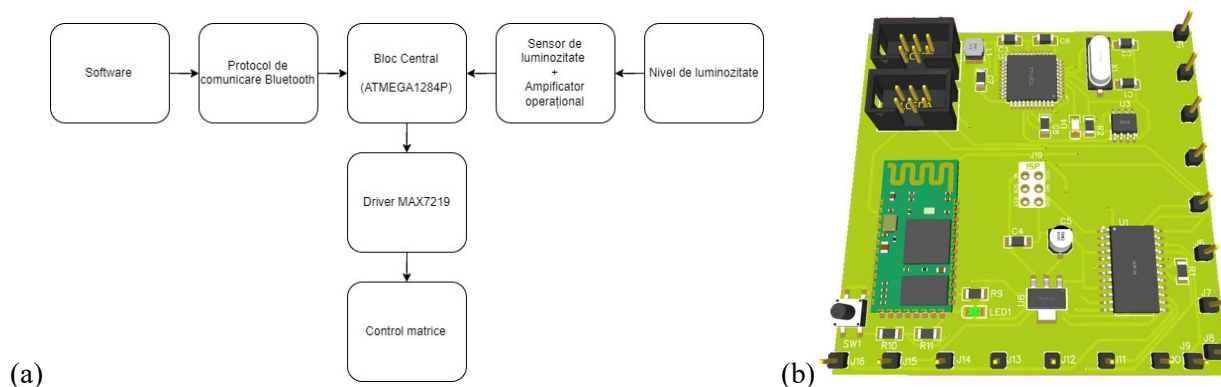


Figura 2. Imaginea schemei conceptuale a dispozitivului elaborat (a) și imaginea plăcii de bază (b)

Partea software

Elaborarea softului pentru controlul acestei matrice a fost realizat în mediul de lucru Visual Studio 2019 Community Edition [10], utilizând limbajul de programare .NET. Softul are posibilitatea de a afișa atât dinamic cât și static textul introdus de utilizator de la tastatură, verificarea corectitudinii informației introduse, vizualizarea rezultatului în soft în diferite regimuri de lucru, fiind trei la număr, unul static și două dinamice modificând viteza de afișare a textului. La fel putem seta poziția atât pe axa X cât și pe axa Y a textului afișat dorit. Comunicarea cu microprocesorul are loc prin intermediul tehnologiei de transmitere de date fără fir Bluetooth fiind pe o parte modulul ce dispune stația de lucru pe care este instalat softul pe de altă parte modulul HC-05 [8] instalat pe placheta cu cablaj imprimat.

Principiul de funcționare este următorul:

1. Este setat mesajul dorit cu poziția pe axa X și Y pentru fiecare căsuță Modulul #N unde N este numărul modulului.
2. Este setat modul de lucru (unul din cele trei viteze disponibile din cadrul softului).
3. Se realizează conexiunea dintre modulul bluetooth dintre stația de lucru și dispozitiv utilizând fereastra de Comunicare cu dispozitivul.
4. Se alege portul de comunicare și viteza de transmisie a modulului (viteza de transmisie de bază este de 9600).
5. Se deschide portul de comunicare între module.
6. Se trimit datele ce includ în ele textul propriu-zis, poziția textului pe ambele coordonate, tipul de afișare și viteza de afișare.
7. Așteptăm transmiterea datelor.
8. Are loc vizualizarea rezultatului obținut și închiderea portului manual.

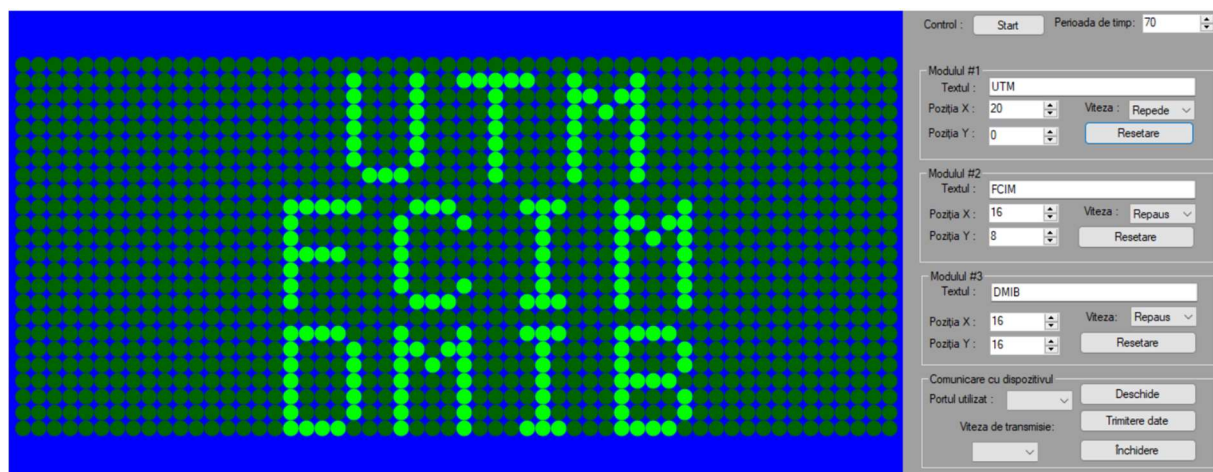


Figura 3. Interfața grafică a softului elaborat pentru controlul afișorului

Avantajele dispozitivului elaborat

Configurația elementelor utilizate ne permit setarea a 16 nivele de luminozitate ce este setată automat în dependență de lumina din încăpere. Aceasta este dirijată de un sensor de luminozitate și un amplificator operațional precum și electronica pasivă necesară pentru funcționarea modului de detectare a nivelului de lumină.

Dispozitivul este asamblat pe module independente și defectarea unui modul nu duce la stoparea funcționării dispozitivului în întregime.

Frecvența înaltă de reînnoire a afișorului nu dăunează vederii în momentul supunerii ochilor la mesajul vizualizat de către observator.

Vizualizarea rezultatului preliminar la nivel de soft, simularea rezultatelor și la necesitate încărcarea lor pe dispozitiv.

Concluzii

În acest articol este descris dispozitivul realizat în cadrul tezei de licență. Afișorul conceput din 21 module identice înzestrat cu tehnologia Bluetooth la bord permite modificarea cu ușurință a textului dorit. Softul realizat este intuitiv și permite vizualizarea rezultatului prealabil pe orice stație de lucru pe care el este instalat. Criteriul de bază ce trebuie respectat pentru a avea accesul deplin la funcționalitatea dispozitivului este de a dispune de tehnologia Bluetooth pe mașina de calcul unde este instalat aplicația respectivă. Combinația realizată permite oricărui utilizator de a modifica textul dorit fără a interveni la partea hard a dispozitivului, precum și trimiterea datelor fără utilizarea oricărui tip de conectare fizică. Dispozitivul permite o frecvență înaltă de reînnoire a textului afișat fiind mult mai mare decât capacitatea ochiului de a o asimila. Aceasta denotă faptul că resursele componentelor electronice nu vor fi folosite la limită pentru o afișare plăcută vederii și vor funcționa în stare implicită fără a fi supuse unor supraîncărcări. Prin urmare dispozitivul va funcționa un timp foarte îndelungat fără degradare. Partea soft ne permite vizualizarea textului fără a fi încărcat în memoria dispozitivului prin urmare nu e necesar modificarea textului din cadrul dispozitivului pentru a vedea o informație ce va fi plasată pe viitor diminuă o serie de acțiuni ce ar fi putut fi necesare în cazul în care nu ar exista această simulare.

Mulțumiri. Chiriac Maxim este recunoscător Universității Tehnice a Moldovei, pentru stagiul practic de licență la Centrul de Nanotehnologii și Nanosenzori în anul 2021-2022, în special profesorului universitar, doctor habilitat, Oleg Lupan.

Referințe

1. EENEWS EUROPE, *Today's \$4B LED lighting market to more than triple by 2022, forecasts Yole* [online][accesat: 23.12.2021]. Disponibil: <https://www.eenewseurope.com/news/todays-4b-led-lighting-market-more-triple-2022-forecasts-yole>
2. Davis, J., Hsieh, YH. & Lee, HC. Humans perceive flicker artifacts at 500 Hz. *Sci Rep* 5, 7861 (2015). [online][accesat: 27.12.2021]. Disponibil: <https://doi.org/10.1038/srep07861>
3. Improvement of the visual quality of color LED matrix displays using a new multiplexing driving method and absolute color calibration [online][accesat: 13.02.2022]. Disponibil: https://www.researchgate.net/publication/323657214_Improvement_of_the_visual_quality_of_color_LED_matrix_displays_using_a_new_multiplexing_driving_method_and_absolute_color_calibration
4. Mediul de lucru gratuit EasyEDA [online][accesat:12.09.2021] Disponibil: <https://easyeda.com/>
5. ATmega1284P Datasheet[online][accesat: 16.12.2021]. Disponibil: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/doc8059.pdf>
6. MAX7219/MAX7221 Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers Datasheet [online][accesat: 18.12.2021]. Disponibil: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX7219-MAX7221.pdf>
7. Ameritas, 4 reasons why you need the color green [online][accesat: 02.02.2022] Disponibil: <https://www.ameritasinsight.com/wellness/health-and-wellness/color-green-life>
8. HC-05 Bluetooth Module Datasheet [online][accesat: 24.12.2021]. Disponibil: <https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>
9. Mediul de lucru gratuit Diagrams [online][accesat:13.01.2022]. Disponibil: <https://www.diagrams.net/>
10. Mediul de lucru gratuit Visual Studio 2019 Community Edition [online] [accesat:15.10.2021]. Disponibil: <https://visualstudio.microsoft.com/vs/community/>