

IoT zariadenie pre podporu kontroly evidencie majetku – analýza a návrh

¹ Lukáš BELAY, ² Tibor VINCE

^{1,2} Katedra teoretickej a priemyselnej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika

¹lukas.belay@student.tuke.sk, ²tibor.vince@tuke.sk

Abstrakt — Tento článok je venovaný analýze požiadaviek a návrhu IoT zariadenia pre podporu kontroly evidencie majetku pomocou hardvérového zariadenia. Kontrola majetku sa vykonáva pomocou jedinečných čiarových kódov. IoT zariadenie by malo pracovať v dvoch módoch a to s prídruženou aplikáciou, alebo ako samostatné zariadenie komunikujúce priamo so vzdialeným serverom. Článok popisuje konkrétne funkcie, ktoré sú od takéhoto zariadenia požadované a definuje vhodné komponenty, ktoré by mali byť použité pri realizácii zariadenia.

Kľúčové slová — čiarový kód, ESP8266, IoT, Nextion, NodeMCU

IoT device to support the control of property records - analysis and design

Abstract — This article is devoted to the requirements analysis and design of IoT devices to support the control of asset records using hardware devices. Property inspection is performed using unique barcodes. The IoT device should work in two modes, with an associated application that communicates with the server or as a standalone device communicate directly with the remote server. The article describes the specific functions that are required of such a device and defines the appropriate components that should be used in the implementation of the device.

Keywords — barcode, ESP8266, IoT, Nextion, NodeMCU

I. ÚVOD

V laboratóriách a rôznych pracoviskách, kde rôzne prístroje využívajú viacerí ľudia, je nevyhnutné, aby každé zariadenie malo svoje vlastné určené miesto. Inventár pracoviska sa môže postupne meniť a s tým je spojené niekedy potreba zmeniť pôvodné miesto niektorého zo zariadení. Je veľmi prínosné, ak užívatelia týchto zariadení môžu jednoducho nájsť informáciu o umiestnení daného zariadenia. Taktiež je veľkou pomocou, ak zodpovedná osoba môže efektívne kontrolovať, či všetky prístroje sú na svojom mieste.

Pre podporu kontrolu takejto evidencie, prípadne určenie správneho umiestnenia zariadenia, je navrhnuté špeciálne IoT zariadenie. Dané zariadenie by malo byť schopné načítať čiarový kód laboratórneho zariadenia a zobrazit' informáciu o ňom na displeji. Súčasťou kontrolného systému by mala byť aj podporná desktopová aplikácia, ktorá by umožňovala stiahnutie údajov zo vzdialenej centrálnej databázy a kontrolu umiestnenia prístrojov pomocou ad-hoc siete. Je to nevyhnutné najmä v situáciách, ak sa v laboratóriu nachádza izolovaná WiFi sieť bez prístupu k centrálnemu serveru. Táto podporná aplikácia by mala mať samozrejme možnosť exportu údajov o výsledku kontroly umiestnenia, aby bolo možné jednoducho vytvoriť zoznam prístrojov, ktoré sa nenachádzajú na

svojom mieste. Taktiež je nevyhnutnosťou uložiť a znova načítať aktuálny stav prebiehajúcej kontroly umiestnenia. Samotné IoT zariadenie by malo byť dostatočne kompaktné, aby umožňovalo načítať čiarové kódy aj v ťažšie prístupných priestoroch. Zariadenie by taktiež malo byť bezdrôtové s napájaním z vnútorného zdroja – batérie.

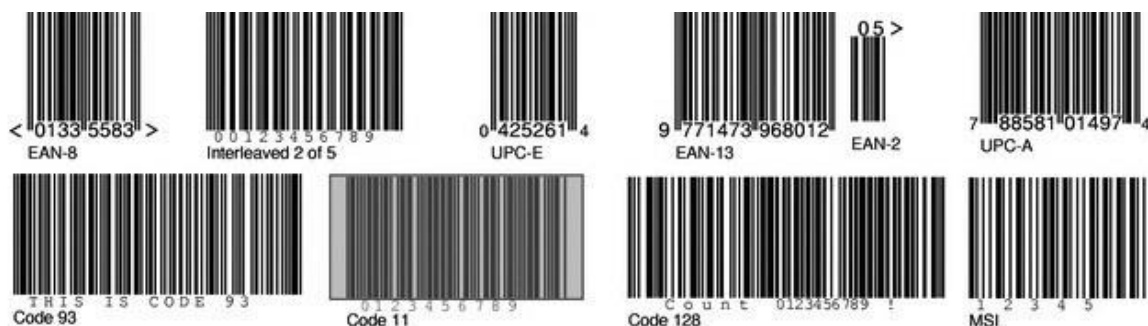
Výstupom projektu by malo byť IoT zariadenie schopné komunikovať ako so vzdialeným centrálnym serverom tak aj desktopovou aplikáciou na lokálnej sieti. Samotné IoT zariadenie by pozostávalo z viacerých, navzájom prepojených komponentov.

II. ČÍTAČKA ČIAROVÝCH KÓDOV

Nevyhnutným komponentom je vhodný modul pre čítanie čiarových kódov, ktorý by slúžil na identifikáciu konkrétneho laboratórneho zariadenia, čo je jedna z kľúčových funkcionalít navrhovaného IoT zariadenia. Komponent pre čítanie čiarových kódov by mal spĺňať konkrétne kritériá. Jedno z kritérií spomínaných aj v úvode je kompaktnosť, aby bolo možné odčítať čiarový kód aj na ťažšie prístupných miestach. Existuje mnoho typov a štandardov čiarových kódov [1], kde hlavné rozdelenie je na 1D, tzv. lineárne, a 2D kódy, medzi ktoré patrí aj známy typ QR Code. Príklady rôznych štandardov čiarových kódov sú na obrázku Obr. 1 a popis využitia v tabuľke Tabuľka I [2].

Tabuľka I
Použitie rôznych štandardov čiarových kódov.

Štandard čiarového kódu	Použitie
Uniform Product Code (UPC)	Maloobchodné predajne, inventár
Kód 39	Identifikácia, inventarizácia a sledovanie zásielok
POSTNET	Kódovanie PSČ na poštu v USA
European Article Number (EAN)	Nad množina UPC, ktorá umožňuje ďalšie číslice pre identifikáciu krajiny
Japanese Article Number (JAN)	Podobne ako EAN, používaný v Japonsku
Book land	Na základe čísel ISBN a použitých na obaloch kníh
ISSN bar code	Na základe čísel ISSN, používaných na periodiká mimo v USA
Code 128	Používa sa prednostne pred kódom 39, pretože je kompaktnější
Interleaved 2 of 5	Používa sa v lodnom skladovom priemysle
Coda bar	Používa Federal Express, v knižniciach a krvných bankách
MICR (Magnetic Ink Character Recognition)	Špeciálne písmo pre čísla na spodku bankových šekov
OCR-A	Formát optického rozpoznávania znakov používaný na obaloch kníh pre verziu čitateľného čísla ISBN, ktorú je možné čítať.
OCR-B	Používa sa pre ľudské čitateľné verzie čiarových kódov UPC, EAN, JAN, Book land a ISSN a pre voliteľné čitateľné číslice s kódom 39 a Interleaved 2 of 5
Maxi code	Používa služba United Parcel Service
PDF417	Nový 2-D typ čiarového kódu, ktorý dokáže kódovať až 1108 bajtov informácií, možnosť komprimovaného prenosného dátového súboru (PDF)



Obr. 1 Příklad existujících standardov lineárných (1D) čiarových kódov

Laboratórne zariadenia sú označované čiarovým kódom využívajúcim štandard Code 128. Preto je nevyhnutné, aby čítačka čiarových kódov bola kompatibilná s týmto štandardom. Modul čítačky čiarových kódov by mal byť schopný komunikovať s ďalšími komponentami samotného IoT zariadenia. Nevyhnutnou požiadavkou je teda vhodné komunikačné rozhranie štandardne podporujúce bežnými mikrokontrolérmi, ako je napr. UART, SPI, I2C a pod. Nie je teda vhodný modul s rozhraním USB, ktoré bežné mikrokontroléry nepodporujú. Veľkou výhodou by bola možnosť prepojiť samotný modul s mikrokontrolérom pomocou flexibilného kábla, čím by sa uľahčilo načítavanie kódov v ťažšie prístupných miestach. Dôležitou vlastnosťou je taktiež cenová dostupnosť vybraného modulu.

Na trhu je veľké množstvo modulov čítačiek čiarových kódov. Z vyššie popísaných vlastností sa ako najvhodnejšie javí CCD modul E1005, viď. Obr. 2. Funkcie jednotlivých pinov sú zobrazené v tabuľke Tabuľka II [3].

Tabuľka II
Použitie rôznych štandardov čiarových kódov.

Pin	Pomenovanie	Typ	Popis
1	NC	∅	V pohotovostnom stave
2	VCC	DC	DC 3.3V alebo DC 5V±5%
3	GND	GND	GND
4	Rx	Rx	Sériovo vstupný port TTL
5	Tx	Tx	Sériovo výstupný port TTL
6	USB_D-	Vstup/Výstup	USB_D- Signál
7	USB_D+	Vstup/Výstup	USB_D+ Signál
8	NC	∅	V pohotovostnom stave
9	BPR	Výstup	výstupný signál bzučiaka
10	LED	Výstup	LED osvetlenie
11	NC	∅	V pohotovostnom stave
12	TRIG	Vstup	Spúšť pre skenovanie



Obr. 2 CCD modul E1005

Pre prepojenie mikrokontroléra s felixi-káblom z CCD modulu je možné využiť FPC vývojový modul, viď Obr. 3.



Obr. 3 FPC vývojový modul

III. HMI DISPLAY

Dôležitou časťou navrhovaného IoT zariadenia je vhodné užívateľské rozhranie. Samotné IoT zariadenie by malo byť schopné zobrazovať informáciu o naskenovanom laboratórnom zariadení, prípadne by malo zobrazovať aktuálny stav v priebehu procesu kontroly umiestnenia zariadení. Užívateľ by mal byť schopný vybrať konkrétnu činnosť - kontrola umiestnenia prístrojov alebo zobrazovanie informácií o konkrétnom prístroji. Taktiež by mal mať možnosť zadať nastavenia, predovšetkým potrebné údaje pre pripojenie ku konkrétnej WiFi sieti. Najefektívnejším spôsobom takejto obojsmernej výmene informácií je dotykový displej. Pri komunikačnom rozhraní by malo podporovať rozhrania s menším počtom vodičov ako napr. UART alebo I2C. Umožní to minimalizáciu potrebných pinov pri komunikácii medzi displejom a mikrokontrolérom. Veľkou výhodou by bolo, ak by sa jednalo o inteligentný displej s vlastnou pamäťou a CPU, ktorý by tým odľahčil nároky na samotný mikrokontrolér. Pre podmienku kompaktnosti by sa malo jednať o HMI menších rozmerov.

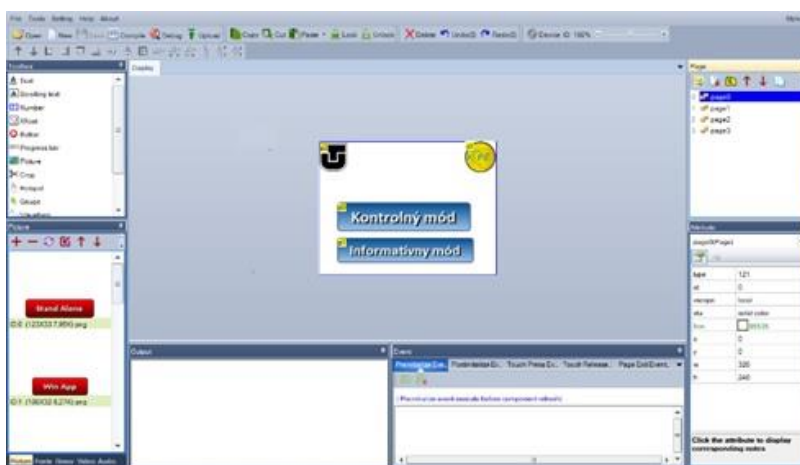
Ako vhodnou alternatívou sa javí HMI displej od firmy Nextion. Tá ponúka rôzne rady a veľkosti HMI displejov od 2,4“ do 10,1“ [6][7]. Pre plánované IoT zariadenie by úplne postačoval najmenší 2,4“ displej NX3224T024, rady Basic, Obr. 4.



Obr. 4 Nextion 2.4“ HMI basic displej NX3224T024

Tento displej ponúka všetky požadované funkcionality. Komunikuje s mikrokontrolérom pomocou rozhrania UART, až do rýchlosti 57600 bps.

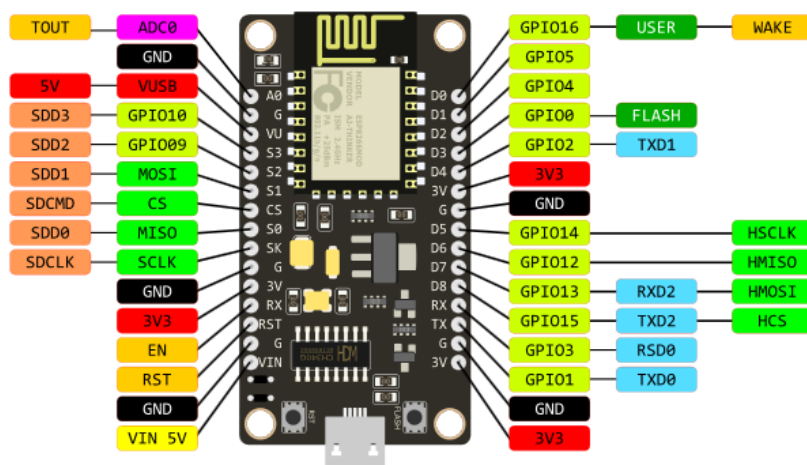
Výrobca ponúka zdarma veľmi efektívne vývojové prostredie Nextion Editor - Obr. 5, ktorý okrem grafického návrhu umožňuje vytvárať jednoduché skripty pre rôzne udalosti a taktiež simulátor displeja s možným prepojením na fyzický mikrokontrolér.



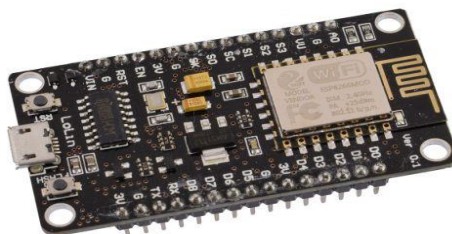
Obr. 5 Nextion Editor

IV. IOT MIKROKONTROLÉR

Hlavnou časťou navrhovaného IoT zariadenia je samotný IoT mikrokontrolér. Optimálny mikrokontrolér by mal mať dostatok GPIO pinov, dostatočný výkon aj pamäť. Taktiež by mal mať širokú podporu a priateľské programovacie prostredie. Samozrejmosťou je vstavané rozhranie pre bezdrôtové pripojenie na internet – WiFi a cenová dostupnosť. Jedna z možností by mohla byť napr. mikroprocesor Realtek RTL8710 založenom na RTL8710AF ARM Cortex-M3 mikrokontroléry, ktorý je výkonný a disponuje až s 21 voľnými GPIO pinmi. Ďalšou možnosťou je vývojová doska NodeMCU v3 s mikrokontrolérom ESP8266E-12. Pre omnoho širšiu podporu na Internete a priateľskejšie vývojové prostredie bola zvolená alternatíva NodeMCU v3. V prípade produktov od spoločnosti Espressif Systems sú v ponuke dve alternatívy vývojových dosiek NodeMCU, a síce s mikrokontrolérom ESP8266 a ESP32. Pre potreby navrhovaného IoT zariadenia plne postačuje aj lacnejšia alternatíva, ESP8266. Popis pinov NodeMCUv3 je na obrázku Obr. 6 [5] a samotné NodeMCU na Obr. 7.



Obr. 6 Popis pinov NodeMCU v3 ESP8266



Obr. 7 NodeMCU v3 ESP8266

Hlavnými výhodami ESP8266 sú rýchlosť CPU 80MHz s možnosťou zrýchlenia na 160MHz, 4MB pamäte flash a 50 kB použiteľnej pamäte RAM. NodeMCU v3 ponúka dostatočný počet GPIO pinov na to, aby mohol komunikovať súčasne s HMI displejom a aj čítačkou čiarového kódu. Slabšou stránkou využitia tohto mikrokontroléra je, že štandardne disponuje len s jedným plným UART rozhraním. Preto na komunikáciu s ostatnými modulmi pomocou rozhrania UART je nutné implementovať softvérové riešenie.

V. NAPÁJANIE IOT ZARIADENIA

Poslednou hardvérovou časťou navrhovaného IoT zariadenia je manažment napájania zariadenia. Aby mohlo zariadenie správne fungovať, musia byť jednotlivé komponenty napájané vhodným napätím s dostatočným výkonom. Zariadenie by mohlo byť napájané napr. pomocou USB, avšak aby bolo IoT zariadenie použiteľné aj v menej prístupných priestoroch, musí byť schopné čerpať energiu z batérie. To je možné aplikovať napríklad štandardnými batériami, napr. typu AAA. Uživateľsky najprijemnejšia je, aby malo zariadenie vlastnú vstavanú batériu, ktorú by bolo možné nabíjať z bežne dostupného zdroja – podobne ako napríklad mobilné telefóny. Aktuálne sa v mobilných zariadeniach najčastejšie používajú Li-on batérie. V obdobných projektoch sa často používajú práve Li-on batérie typu 18650, Obr. 8.



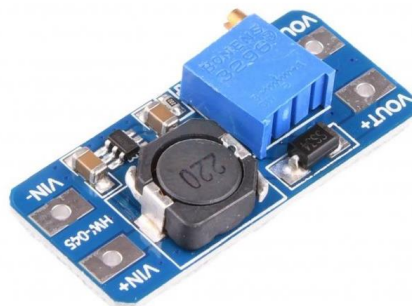
Obr. 8 Nabíjateľná Li-on batéria typu 18650

Pre riadenie nabíjania a manažmentu batérie je potrebný vhodný modul. Pre batériu typu 18650 sa bežne používa nabíjací modul TP4056. Tento modul môže byť napájaný 5V z DPS ale taktiež disponuje vlastným mikro-USB konektorom.



Obr. 9 Nabíjací modul TP4056

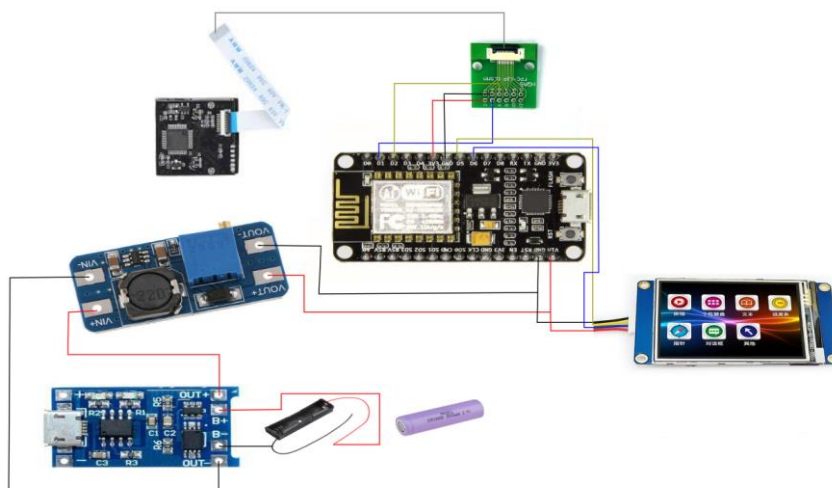
Nevýhodou použitia týchto komponentov je, že napätie dodávané batériou je 3.7V. Vyššie spomínané komponenty, ako čítačka čiarových kódov a najmä HMI displej, však požadujú napájacie napätie 5V. Súčasťou systému napájania teda musí byť aj vhodný zvyšovací DC-DC menič, ktorý upraví napäťovú úroveň batérie na požadovaných 5V pre napájanie ostatných komponentov. Ako vhodný komponent sa javí menič MT3608, vid' Obr. 10.



Obr. 10 DC DC menič MT3608

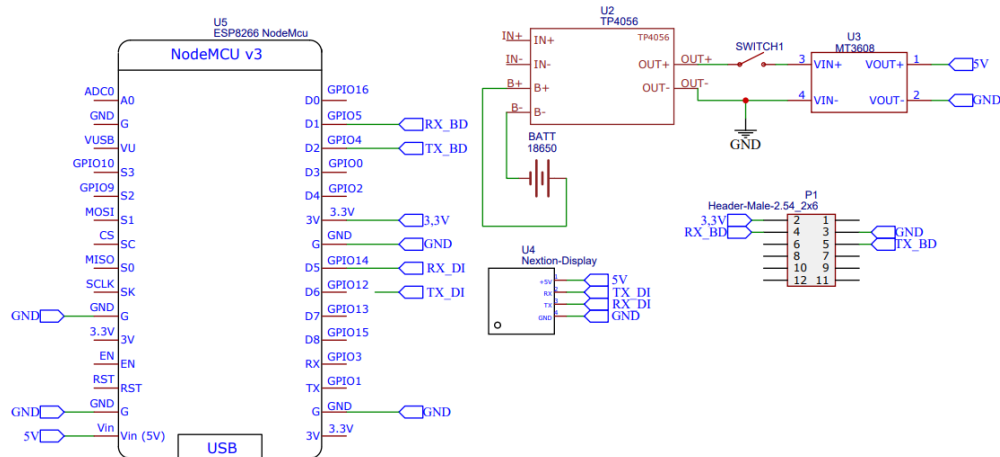
VI. CELKOVÝ NÁVRH ZAPOJENIA

Z vyššie popísaných kapitol teda vyplýva, že samotné IoT zariadenie by bolo postavené na IoT mikrokontroléry ESP8266, konkrétne jeho vývojovom module NodeMCU v3. K mikrokontroléru by bol pripojený modul na čítanie čiarových kódov K-1005D pomocou flexi-vodiča a FPC vývojového modulu. Mikrokontrolér by taktiež komunikoval s HMI displejom Nextion NX3224T024. Celé zariadenie by bolo napájané pomocou Li-on batérie typu 18650 s napätím 3,7V a príslušného nabíjacieho modulu TP4056. Napäťová úroveň 5V požadovaná ostatnými hardvérovými komponentami by bola dosahovaná pomocou zvyšovacieho DC DC meniča MT3608. Konceptný návrh prepojenia jednotlivých hardvérových častí je zobrazený na obrázku Obr. 11.



Obr. 11 Konceptný návrh prepojenia hardvérových častí

Na základe konceptného návrhu bola vytvorená konkrétne schéma zapojenia, ktorá je zobrazená na obrázku Obr. 12.



Obr. 12 Schéma zapojenia IoT zariadenia

LITERATÚRA

- [1] Electronic Imaging Materials, Inc.: Barcode Types, [online]: <https://barcode-labels.com/getting-started/barcodes/types/>
- [2] Belay, L: Klient – server aplikácia pre podporu kontroly evidencie majetku KTPE, Diplomová práca, KTPE FEI TUKE, 2020.
- [3] Guangzhou Yoko Electron Co.,Ltd: User Guide, applies to E1005 and E1007 [online]: <https://www.botnroll.com/img/cms/e1007user-guide.pdf>
- [4] Espressif Systems: ESP8266EX datasheet, v 6.6 2020, [online]: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
- [5] Al Dahoud, Ali, and Mohamed Fezari. "NodeMCU V3 For Fast IoT Application Development." Notes (2018): 5.
- [6] Santos, R: Nextion Display with Arduino, [online] <https://randomnerdtutorials.com/nextion-display-with-arduino-getting-started/>
- [7] Nextion: Nextion introduction [online], <https://nextion.tech/>
- [8] Programming Language C for device ESP8266, [online]: <https://www.freecodecamp.org/news/how-to-get-started-with-freertos-and-esp8266-7a16035ddd71/>