

**Dokumentacija projekta
„Čitač magnetskih kartica“**

Završni projekt kolegija Ugradbeni računalni sustavi

Tehnički fakultet Rijeka – smjer Računarstvo

Mentor: doc. Dr. sc. Mladen Tomić

Asistent: Diego Sušanj

REVIZIJA

Sažetak

U narednim poglavljima ovog dokumenta, okvirno će biti navedene i opisane sve informacije vezane za plan i izradu projekta. Navesti ćemo osnovnu ideju za projekt, kako smo istu ostvarili, opisati organizaciju što uključuje informacije o ulogama u procesu razvoja projekta svakog člana našeg tima, alatima koji će biti u upotrebi pri razvoju te način komunikacije i napredak nas kao tima. Također, opisati ćemo kako smo po koracima radili na projektu, dotaknuti se ograničenja i nepredviđenih okolnosti pri izvršavanju zadatka jer smo svjesni da problemi mogu nastati tamo gdje smo mi mislili da ih neće biti.

Ciljana publika

Ciljanu publiku čine članovi projektnog tima i svi koje projekt zanima.

Članovi projektnog tima

Projektni tim se sastoji od tri člana od kojih je jedan voditelj projekta zadužen za organizaciju tima i zajedničkog rada na projektu. Uzimajući u obzir moguća ograničenja i mogućnosti svakog člana, rad smo na projektu podijelili jednako te smo svi zajedno sudjelovali u svakom aspektu ovog projekta.

Članovi tima su:

- Ana Zahtila – voditelj
- Mia Dudić
- Karlo Čunko

Verzija kontrole dokumenta

Verzija	Primarni autor(i)	Opis verzije	Datum završetka
Radna verzija PA 1	Karlo Čunko Mia Dudić Ana Zahtila	V1.00 - inicijalna verzija dokumenta, kratki opis o temi projekta, sažetak	15.03.2019.
Radna verzija PA 2	Karlo Čunko Mia Dudić Ana Zahtila	V1.02 – dodani opisi korištenih komponenta te pripadajuće slike	20.03.2019.

Radna verzija PA 3	Karlo Čunko Mia Dudić Ana Zahtila	V1.03 – opisana softverska izvedba	07.04.2019.
Završna verzija A	Karlo Čunko Mia Dudić Ana Zahtila	V1.04 – dodatno opisane funkcionalnosti i performanse	12.04.2019.

Sadržaj

1. Uvod.....	5
1.1. Svrha dokumenta.....	5
1.2. Uloge i odgovornosti.....	5
1.3. Definicije, akronimi i kratice.....	5
2. Opis projekta	7
2.1. Glavna ideja.....	7
2.2. Alati i tehnike	7
3. Specifični zahtjevi	8
3.1. Hardverski zahtjevi sustava	8
3.1.1. ATmega16	8
3.1.1.1. Korišteni pinovi.....	8
3.1.2. Magnetni čitač SU90 RS232.....	9
3.1.2.1. Karakteristike.....	9
3.1.2.2. RS232 komunikacijsko sučelje	10
3.1.2.3. Mjere opreza.....	10
3.1.3. LCD display	10
3.1.4. Profilic USB-to-serial konektor.....	11
3.1.4.1. Značajke.....	12
4. Softverska izvedba	13
4.1. AVR programiranje	13
4.2. Čitanje dobivenih podataka i pohrana	13
4.3. Aplikacija za prikaz evidencije	13
5. Kartica s magnetnom trakom	15
5.1. Format podataka.....	15
5.1.1. Track 1.....	15
5.1.2. Track 2.....	16
6. Ovisnosti i ograničenja.....	17
7. Rizici i nepredviđene okolnosti	18
8. Zaključak	19
9. Literatura	20

1. Uvod

1.1. Svrha dokumenta

Svrha dokumenta jest sustavno praćenje i dokumentiranje ideje, plana i razvoja projektnog zadatka. To uključuje sljedeće:

- Precizno definiranje temeljne ideje projekta
- korištene komponente
- resursi i ograničenja
- tijek izrade projekta
- zahtjevi koji se od nas očekuju te posebne napomene

Dokument je pisan kao praksa našem timu za neko buduće poslovanje jer smo svjesni da programski proizvod, bez dokumentacije koja ga potkrepljuje, nije potpun. Namjera je jasno i sa razumijevanjem opisati što smo radili, zašto i na koji način te da isto tako bude čitljivo svakom korisniku koji pokaže zanimanje za naš projekt.

1.2. Uloge i odgovornosti

Tim se sastoji od tri člana unutar kojeg svi dijele jednaku odgovornost za projekt. Voditelj projekta brinut će se o okvirnom postupanju i napravljenom poslu cijelog tima. Po potrebi će zadavati zadatke ostalim članovima te redovito kontrolirati njihov rad.

1.3. Definicije, akronimi i kratice

LED	<i>Light Emitting Diode</i>
USART	<i>Universal synchronous and asynchronous receiver - transmitter</i>
GND	<i>Ground</i>
VCC	<i>Voltage common collector</i>
LCD	<i>Liquid crystal display</i>

COM	<i>Communication port</i>
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
I / O	<i>Input / Output</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
UBRR	<i>USART Baud Rate Register</i>

2. Opis projekta

2.1. Glavna ideja

Glavna je ideja projekta napraviti svojevrsnu evidenciju studenata pomoću čitača magnetskih kartica, odnosno prikazati kontrolirani sustav svakodnevne okoline. Prilikom svakog očitavanja studentske kartice, studentov pristup biti će odbijen ili odobren. Kao odobren, zapisuje se u bazu podataka (u ovom vidu kao računalo profesora) te će biti pružena evidencija u pohađanje nastave od strane studenata.

Korištenjem stečenog znanja i implementacijom nekih drugih alata i tehnika naučenih na kolegijima ovog fakulteta, smatramo da smo uredno osmislili i napravili svojevrsni rezime kolegija Ugradbeni računalni sustavi.

Prilikom izrade projekta bili smo ograničeni početnim hardverom te smo našu ideju i razvoj morali prilagoditi upravo tome.

2.2. Alati i tehnike

Prilikom izrade projekta koristiti će se sljedeći alati:

- Atmel Studio 7.0
- Visual Studio IDE
- Programski jezik C za rad sa mikrokontrolerom
- Programski jezik Python za spremanje podataka u bazu
- Programski jezik JavaScript za izradu sučelja
- GIT sustav za verzioniranje (GitHub)
- Microsoft Office za izradu dokumentacije

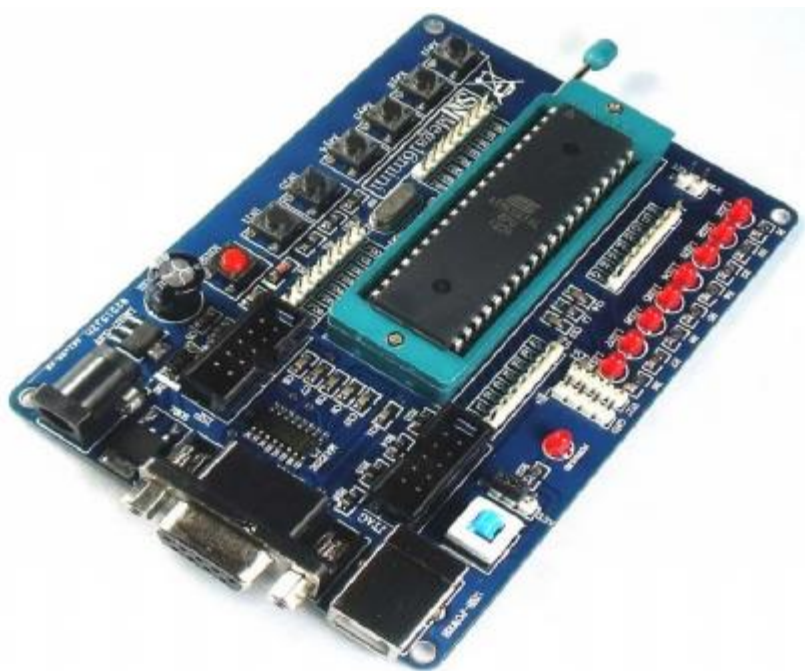
3. Specifični zahtjevi

3.1. Hardverski zahtjevi sustava

Za izradu našeg projekta, kao glavne komponente, potrebni su nam: Atmega16 te čitač magnetskih kartica. Uz to, koristimo i LCD *display* za trenutni ispis događaja te Profilic USB-to-serial konektor koji nam omogućava da dobivene podatke sa čitača preko Atmege pošaljemo na računalo. Pri tome, ne oslanjamo se samo na LCD za prikaz, već bismo imali puno veću iskoristivost dobivenih podataka sa kartica. U nastavku će svaka od korištenih komponenti biti opisana.

3.1.1. ATmega16

8-bitni mikrokontroler male snage, ali visokih performansi izveden pomoću složene RISC arhitekture (Reduced Instruction Set Computer). Ova komponenta čini glavni dio našeg projekta jer povezuje čitač kartica sa računalom i koristi nam za upogonjenje LCD display-ja.



Slika 1 ATmega16

3.1.1.1. Korišteni pinovi

Prilikom izrade projekta korišten je PORTD jer su pinovi PD0 i PD1 definirani kao RXD i TXD, gdje je RXD (*Receive Data*) ulaz podataka za USART, a TXD (*Transmit Data*) izlazni pin za podatkovni prijenos. GND koristimo za spajanje RS232 priključka magnetnog čitača kartice.

3.1.2. Magnetni čitač SU90 RS232

Serijska komponenta za čitanje magnetskih kartica s RS232 sučeljem. Jedna od bitnih značajki je mala potrošnja struje. Očitavanje kartice moguće je u oba smjera te ima LED lampicu za obavješćavanje uspješno očitane kartice – kada je kartica uspješno očitana indikacijsko svjetlo upaliti će se jednom, a kada nije provedeno uspješno očitavanje svjetlo će blinkati tri puta za redom. Magnetska struktura kartice je takva da je čitanje kartice što stabilnije i pouzdanije, a to je upravo bio i temelj – napraviti funkcionalnu komponentu, dobrog dizajna sa visokom sposobnosti čitanja kartica. LED lampica obavijesti također se koristi i za provjeru ispravnog spajanja uređaja – ukoliko nakon spajanja dobivamo zeleno svjetlo, uređaj je spreman za korištenje.



Slika 2 Magnetic card reader SU90 RS232

3.1.2.1. Karakteristike

- Radna temperatura i vlažnost: 0 - 50 °C, 20 – 90%
- Temperatura skladištenja i vlažnost: -30 – 70 °C, manje od 90%
- Podržana debljina kartice 0.2 – 0.84 mm
- Napajanje: 10mA / 5V
- Pogodan napon: DC5V \pm 0.5V

- Greška očitavanja: manja od 0.5%
- Brzina očitavanja: 15- 120 cm/s
- Životni vijek: 800 000 provlačenja
- Sučelja: RS232, USB, PS/2

3.1.2.2. RS232 komunikacijsko sučelje

Data type	Format
Baud rate	9600bps
Data bit	8 bit
Check bit	None
Stop bit	1 bit

3.1.2.3. Mjere opreza

- Karticu treba povući u određenom smjeru i brzina provlačenja kartice trebala bi biti podjednaka
- Magnetska traka na kartici ne smije imati strani materijal ili oštećenja
- Ukoliko postoji problem sa provlačenjem kartice, pokušati očistiti magnetnu traku

3.1.3. LCD display

LCD (*Liquid crystal display*) je zaslon temeljen na tehnologiji tekućih kristala koji moduliraju svjetlost. Ne emitiraju izravnu svjetlost već koriste pozadinsko osvjetljenje ili reflektor kako bi proizveli ili jednoboje slike ili slike u boji.

Obično imaju 16, 20, 32 ili 40 znakova po redu te 1, 2 ili 4 reda. Za upravljanje samim ekranom obično se koristi Hitachi HD44780 koji hje 80-pinski mikrokontroler i nalazi se u samom LCD modulu. Za povezivanje s ostatkom sustava koristi se standardno 14-pinsko sučelje te dva pina za pozadinsko osvjetljenje.

Dva su načina rada:

- 8-bitni način rada koji koristi svih osam data linija. Prijenos podataka na LCD odvija se u bajtovima, a zahtjeva 10 ili 11 I/O pinova mikrokontrolera

- 4-bitni način rada prenosi 4 po 4 bita te ne koristi svih osam data linija. Prijenos podataka odvija se u dva koraka – prvo se prenose 4 viša, a zatim 4 niža bita. Potrebno je 6 ili 7 I/O pinova mikrokontrolera



Slika 3 LCD display

U svrhu našeg projekta, LCD je korišten za ispis trenutnog događaja, ali samo pri testiranju ispravnog rada magnetnog čitača kartice, odnosno ispravnog prikupljanja podataka. Kasnije smo podatke pohranili u bazu podataka te iste koristili za vođenje evidencije pohađanja nastave.

3.1.4. Profilic USB-to-serial konektor

Mali USB serijski uređaj pogonjen PL2303 čipom korišten za povezivanje serijskog uređaja s računalom putem USB priključka. Ovaj prikladan i pametan dodatak našem projektu nije bio dio plana od samog početka, ali kako smo uvidjeli da pomoću njega imamo više mogućnosti za rad sa dobivenim podacima, osim pukog ispisivanja na LCD, odvažili smo se na korištenje. Predstavlja svojevrsnu vezu sa standardnim 9-pinskim muškim serijskim priključkom na jednom kraju i standardnim USB priključkom na drugom kraju. Omogućuje jednostavan i lagan način dodavanja serijskih veza na računalu bez potrebe za umetanjem serijske kartice i konfiguracije tradicionalnog porta.

Idealan uređaj za povezivanje modema, mobilnih telefona, PDA uređaja, digitalne kamere, čitača kartica i drugih serijskih uređaja na računalu.



Slika 4 PL2303 USB to Serial (TTL) Module & Adapter

3.1.4.1. Značajke

- Kompatibilan sa 32-bitnim i 64-bitnim Windows sustavom, MAC OS-om, Linux-om i Android-om
- 3.3V i 5.0V izlazi su dostupni za napajanje projekta direktno sa adaptera
- Omogućuje povezivanje serijskih uređaja i programa koji komuniciraju putem COM portova
- Brzina prijenosa: 75 bit/s – 12 Mbit/s
- Plug and Play instalacija
- Dvostruki spremnici za upstream i downstream prijenos podataka

4. Softverska izvedba

4.1. AVR programiranje

AVR programiranje odnosi se na programiranje ATmege, odnosno na prikupljanje dobivenih podataka očitanih sa magnetne trake.

U *datasheetu* magnetnog čitača pronašli smo zadane parametre pomoću kojih smo odredili UBRR vrijednost. Zatim smo inicijalizirali USART komunikaciju zapisivanjem UBRR vrijednosti u UBRRH i UBBRL registre te postavljanjem odgovarajućih bitova u UCSRB i UCSRC registru.

Same podatke sa magnetnog čitača kartica primali smo pomoću *USART Receive* prekida na način da smo primljene *byteove* iz UDR registra s magnetnog čitača kartica spremali u *buffer* dok nismo primili oznaku za *carriage return* – '\r'. Tada smo provjerili da li je brojač (i) jednak broju 83, odnosno broju znakova konkretno na X-ici. U slučaju da je, zastavicu k postavimo na 1, a ako nije, postavimo na 2. Zatim idemo u main dio programa gdje provjeravamo zastavicu - U slučaju da je 1, šaljemo podatke dalje na računalo pomoću USART komunikacije, te na LCD-u ispisujemo string „Odobreno“ koji se prikazuje 1 sekundu. Kada je zastavica jednaka 2, kartica je odbijena i odgovarajuća se poruka ispisuje na ekranu te se u ovom slučaju ništa ne šalje. Treći slučaj je, kada zastavica k nije ništa od navedenog, odnosno 0 i tada znamo da se prekid još nije dogodio, pa na LCD-u prikazujemo poruku „Provuci karticu“. Nakon što izađemo iz petlja zastavicu k i brojač i stavimo na 0 i čekamo sljedeći prekid, odnosno provlačenje kartice.

4.2. Čitanje dobivenih podataka i pohrana

Podatke dobivene pomoću USBToSerial konektora čitamo u Pythonu u kojem imamo definiranu knjižnicu *serial*. Podatke spremamo u varijablu pomoću funkcije *readline()* koja nam vraća sve *byteove*. Dobivene podatke tada odvojimo u zasebna polja pomoću funkcije *split()* te ta polja spremimo u zasebne varijable kao što su ime, prezime, jmbg i oib. Prije svega toga vršimo provjeru još jednom je li provučena iksica ili neka druga kartica. Kada je primljena iksica, po jmbagu *iksice* provjerimo nalazi li se korisnik već u bazi, odnosno je li već upisan u nastavu. Ako nije, onda ga upisujemo u bazu.

4.3. Aplikacija za prikaz evidencije

Za prikaz i dohvat podataka koristili smo relativno nove tehnologije na području *web developmenta*, a to su *Front-end* javascript knjižnica React i *server-side environment* Node.js.

Nakon šta se podaci upišu u bazu podataka putem python skripte, pomoću *knex.js (sql query builder)* dohvaćamo podatke iz baze, zatim uz pomoć *express.js (node.js framework)* te iste podatke šaljemo na određene rute koje smo prije definirali. U React aplikaciji uz pomoć *Fetch* api-ja dohvaćamo podatke iz *express.js* ruta i i formatiramo ih prema našim potrebama.

Ova je aplikacija relativno jednostavna jer koristi samo tri rute /Home, /Nastava, /Statistika te postoji još puno prostora za nadogradnju poput stvaranje korisničkih profila gdje bi svaki profesor

mogao držati evidenciju svih kolegija koje drži na fakultetu te prema tome znati koji su studenti najviše na nastavi, najaktivniji, koja je povezanost između dolazaka na nastavu i konačne ocjene kolegija, itd. No, zbog raznih fakultetskih obaveza i nepoznavanja React-a i Node.js odlučili smo napraviti jednostavniju aplikaciju koja će služiti svrsi ovoga kolegija i pokazati na mogućnosti razvoja ovakve aplikacije.

5. Kartica s magnetnom trakom

Kartica s magnetnom trakom vrsta je kartice koja može pohranjivati podatke mijenjajući magnetizam sitnih magneznih čestica. Podaci sa magnetne trake očitavaju se provlačenjem kroz magnetni čitač. Tipična primjena magnetnih kartica jest: kreditne kartice, osobne iskaznice te kartice za prijevoz. Također, mogu sadržavati RFID oznaku i mikročip koji se uglavnom koriste za kontrolu pristupa poslovnim prostorima ili za elektroničko plaćanje.

5.1. Format podataka

Na kartici postoje tri trake poznate kao track 1, track 2 i track 3. Track 3 uglavnom je nekorišten te često nije niti fizički prisutan na kartici. Čitači očitavaju prvi ili drugi track, ponekad oboje u slučaju da je jedan od track-ova nečitljiv. Obje trake sadrže minimalne podatke potrebna za izvršavanje neke transakcije.

5.1.1. Track 1

Na traki je zapisano 210 bita po inču i ovo je jedina traka koja može sadržavati ime korisnika. Postoje različiti formati zapisa informacija kao što su: format A (rezervirano za vlasničko korištenje izdavača kartice, C – M (Rezervirano za upotrebu ANSI Subcommittee X3B10), N – Z (dostupno za korištenje individualnim izdavačima kartica) te format B, detaljnije opisan u nastavku:

Format B:

- Start sentinel – jedan znak, uglavnom '%'
- Format kod = "B" - jedan znak
- Primarni broj računa Pan (*Primary account number*) — do 19 znakova. Gotovo uvijek odgovara broju kartice koji se nalazi na njenom prednjem dijelu
- Rastavljač polja – jedan znak, uglavnom '^'
- Ime – između 2 i 26 znakova
- Datum isteka – 4 znaka u formi GGMM
- Serijski kod - 3 znak
- Diskrecijski podaci – verifikacijski pin, verifikacijska vrijednost pina, verifikacijska vrijednost kartice ili verifikacijski kod kartice
- Krajnji sentinel — jedan znak uglavnom '?'
- *Longitudinal redundancy check* (LRC) – jedan znak i vrijednosni znak izračunati od ostalih podataka na traci

Kako u našem projektu koristimo studentsku iskaznicu, odnosno X-icu, bazirali smo se te najviše istražili upravo o formatu B jer je to ujedno i format naše kartice.

5.1.2. Track 2

Format razvijen od strane bankarske industrije, napisan kao 5-bitna *schema* (4 podatkovna bita + 1 paritetni bit) koji dopuštaju 16 mogućih znakova: brojevi od 0-9 te 4 znaka ': ; = ?' Format je sljedeći:

- Start sentinel – jedan znak, uglavnom ';'
- Primarni broj računa Pan (*Primary account number*) — do 19 znakova. Gotovo uvijek pdgovara bruju kartice koji se nalazi na njenom prednjem dijelu
- Rastavljač polja – jedan znak, uglavnom '='
- Datum isteka – 4 znaka u formi GGMM
- Serijski kod - 3 znaka
- Diskrecijski podaci – verifikacijski pin, verifikacijska vrijednost pina, verifikacijska vrijednost kartice ili verifikacijski kod kartice
- Krajnji sentinel — jedan znak uglavnom '?'
- *Longitudinal redundancy check* (LRC) – jedan znak i vrijednosni znak izračunati od ostalih podataka na traci

6. Ovisnosti i ograničenja

Prvi je dio projekta upoznavanje s komponentama rada i njihovo spajanje. Za uspješno obavljanje ovog dijela potrebne su sve dostupne informacije o svim potrebnim dijelovima sustava. Velika količina podataka dostupna je korištenjem Interneta tako da ovaj projekt zahtjeva pristup Internetu kao dostupan resurs te je potrebno uložiti znanje stečeno na kolegiju.

Nakon uspješnog spajanja kreće se u sljedeću fazu projekta, a to je prikupljanje podataka te spremanje istih u bazu. Ukoliko hardverske komponente nisu ispravno spojene, druga faza projekta u potencijalnom je zakašnjenju.

Kada su podaci uspješno prikupljeni, kreće se u treću fazu, a to je rad sa dobivenim podacima. Tu govorimo o izradi GUI-ja te odgovarajućoj implementaciji za rad sa prikupljenim podacima. Ukoliko se iz nekog razloga kasni za drugom fazom projekta potpuno je jasno da se ne može krenuti u izradu završnog dijela.

7. Rizici i nepredviđene okolnosti

Bilo kakve nepredviđene okolnosti mogu uzrokovati kašnjenja nekog dijela projekta. U našem projektu susreli smo se sa par problema. Onaj glavni, koji je uzrokovao najviše nevolja za daljnji, a za koji smo mi duže vrijeme bili očito slijepi uvidjeti ga, su krivo spojene žice. Zbog nedovoljno dokumentacije za magnetni čitač kartice, vodili smo se informacijama pronađenim na raznim internetskim stranicama. Tako smo i naišli na *schemu* spajanja koja nije bila odgovarajuća.

Drugi je problem bila krivo definirana UBRR vrijednost. Tek smo kasnije saznali da ona može varirati za nekih ± 5 . Pod utjecajem krivo spojenih žica i krive UBRR vrijednosti, kao izlaz dobivali smo čudne znakove te ASCII vrijednosti koje je bilo nemoguće dešifrirati. Konstantnim nalaženjem na faksu te stalnom komunikacijom cijelog tima uspjeli smo riješiti probleme te napraviti funkcionalni projekt za koji smatramo da ispunjava sve potrebne zahtjeve

8. Zaključak

Rad na ovom projektu bio je jako dobra praksa na kojem smo mogli pokazati znanje naučeno na kolegiju Ugradbeni računalni sustavi, ali i primijeniti znanja naučena na ostalim kolegijima. Kada sve zajedno pogledamo još jednom, bilo je veoma zanimljivo raditi i razvijati nove vještine. Smatramo da smo se jako dobro nosili s izazovima ovog projekta i problemima koji su nam se našli na putu te možemo reći da smo stekli nova znanja i nova iskustva.

9. Literatura

- [1] SU90 RS232 Interface Magnetic card reader. Dostupno na:
<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ID/RS232%20Serial%20User%20Manual.pdf>
- [2] LCD. Dostupno na: https://en.wikipedia.org/wiki/Liquid-crystal_display
- [3] PL2303 USB to Serial (TTL) Module&Adapter. Dostupno na:
- [4] <https://www.seeedstudio.com/PL2303-USB-to-Serial-TTL-Module-Adapter-p2358.html?fbclid=IwAR1EYqSkZmOe6WUcEeckWatFiB6FkFDW5-2PttE-QLuOdns0MlpCDM5AynM>
- [5] Magnetic stripe card. Dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_stripe_card?fbclid=IwAR021OI_MBUK4Cv3v2H26DmO2LVaErM_BKradS7eSma4nFaBXiTS4y96zok
- [6] ATmega Datasheet
- [7] Magnetic Card Reader Datasheet