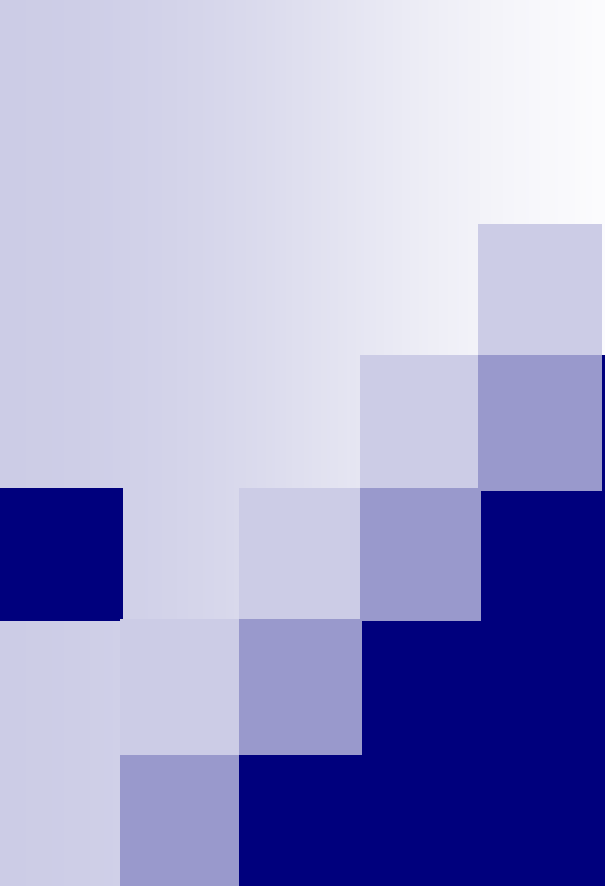




RFID

ŠTO JE RFID?

Radio frekvencijska identifikacija, ili RFID, je opšti naziv za tehnologije koje koriste radio talase za automatsku identifikaciju ljudi ili objekata.

Serijski broj koji identifikuje osobu ili objekat (a često i drugi podaci) nalazi se u mikročipu, na koji je povezana antena.

Čip i antena zajedno nazivaju se RFID transponder ili RFID tag.

Antena omogućuje čipu da prenosi informacije prema čitaču.

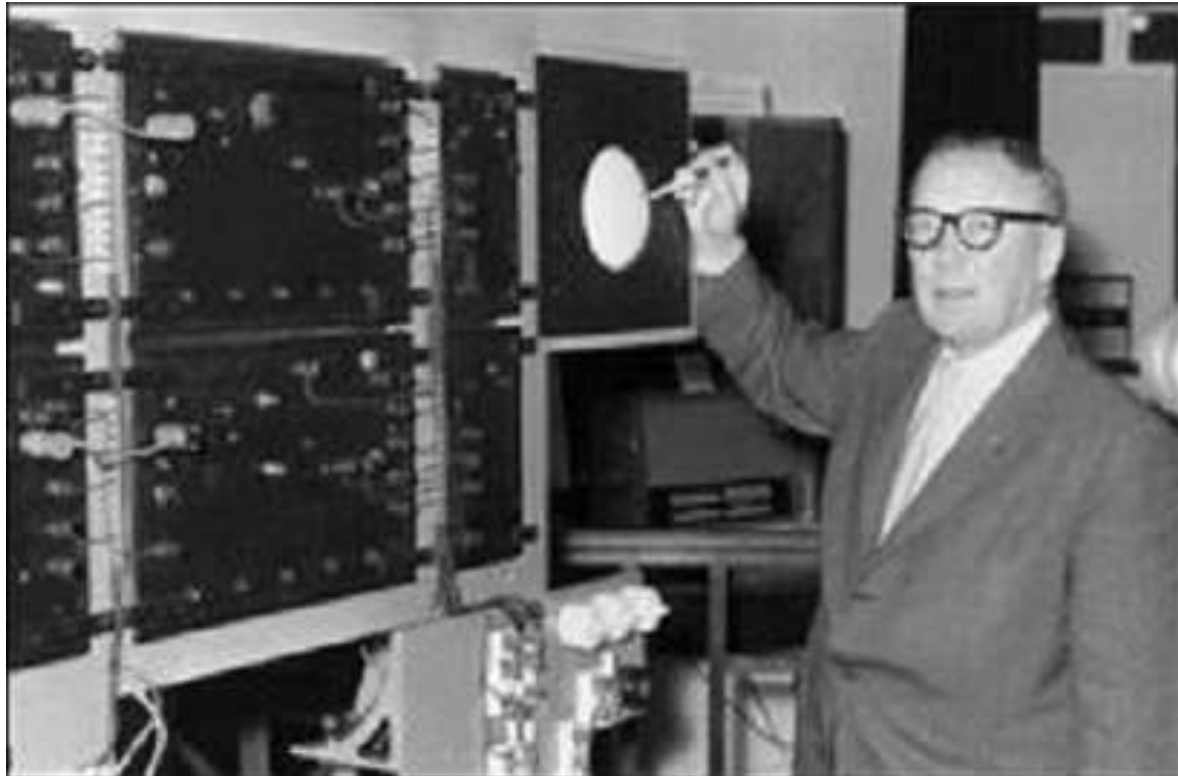
Čitač konvertuje radio talas reflektovan od RFID tag-a u digitalnu informaciju.

JE LI RFID NOVA TEHNOLOGIJA?

- U poslednjoj dekadi dostigla svoj puni zamah.
- Ipak nije sasvim nova.
- Prve primjene datiraju još iz vremena drugog svjetskog rata.
- FOE sistemi.



23-eg Januara 1973 registrovan je prvi američki patent za aktivni RF identifikator sa piši-briši memorijom.



Sedamdesetih godina RFID sistemi nalaze primjenu u telemetriji.

1970-ih RF identifikatori se u ograničenoj primjeni javljaju u sistemima za upravljanje inventarom.

Sredinom 80-ih RFID tehnologija se ubrzano komercijalizuje.

Razvijeni su pasivni RFID tagovi za praćenje i identifikaciju stoke.



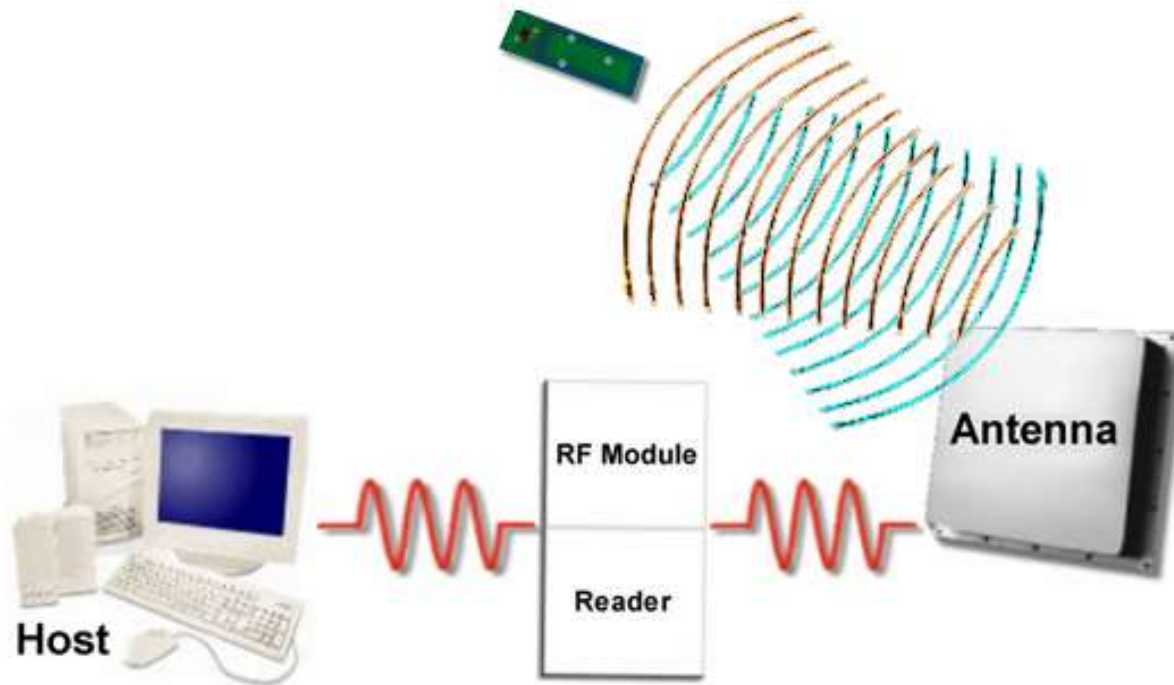
Ranih 1990-ih IBM je razvio i patentirao ultra-high frequency (UHF) RFID sistem.

Od 1999 do 2005 više od 100 velikih end-user U. S. kompanija, U.S Department of Defense i mnogi trgovci prhvataju RFID tehnologiju.

KAKO RFID SISTEM RADI?

Osnovni sastavni dijelovi RFID sistema su:

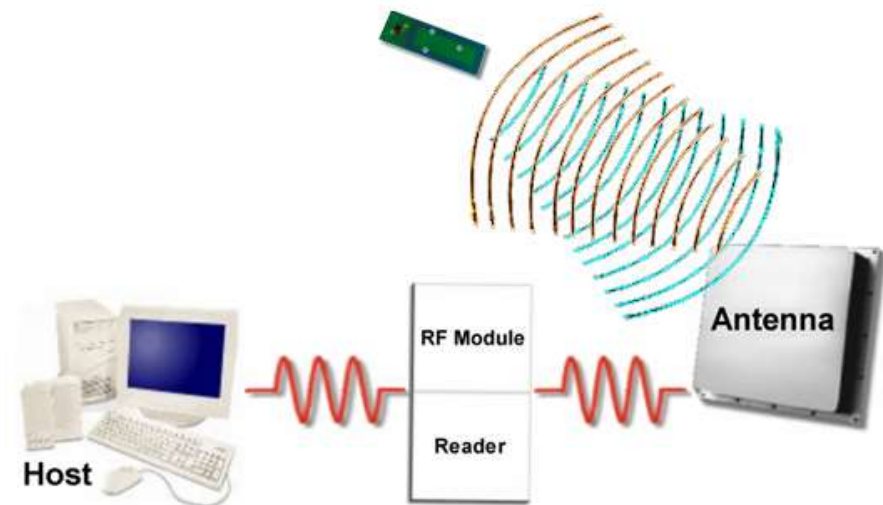
- RFID tag,
- RFID čitač i
- sistem za prikupljanje, distribuciju i upravljanje podacima



KAKO RFID SISTEM RADI?

RFID sistem, u najkraćem, funkcioniše na sljedeći način:

- Čitač generiše elektromagnetni talas.
- Antena RFID taga podešena je da prima ove talase.
- Pasivni RFID tag crpi snagu iz polja čitača i koristi je za napajanje mikročipa.
- Čip moduliše talase, koje se vraćaju nazad ka čitaču.
- Antena čitača prihvata modulisani signal.
- Čitač dekodira podatke.
- Izvještaj se šalje host-u.



RFID TEHNIKA





RFID FREKVENCije, KAKVA JE RAZLIKA?

RFID tagovi i čitači moraju biti podešeni na istu frekvenciju da bi komunicirali.

RFID sistemi koriste puno različitih frekvencija.

Generalno, najčešće se koriste:

- niske frekvencije (oko 125KHz),
- visoke frekvencije (oko 13.56MHz),
- ultra-visoke frekvencije (860-960MHz) i
- mikrotalasi (2.5GHz).

Radio talasi se ponašaju različito na različitim frekvencijama.

Potrebno je izabrati pravu frekvenciju za konkretnu aplikaciju.

KAKO IZABRATI PRAVU FREKVENCIJU?

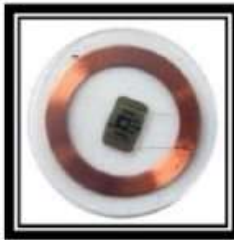
Različite frekvencije – različite karakteristike – različite primjene.



© RFIDTrakker



© Sokymat



LF
(Low Frequency)



© Tagsys



HF
(High Fréquency)



© Alien



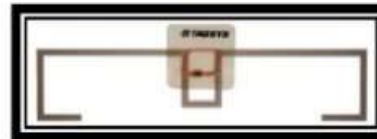
© Intermec



© Rafsec



© Tagsys



© Rafsec

UHF
(ultra High Frequency)

LOW FREQUENCY TAGS

Low-frequency tagovi trebaju manju snagu.

Low-frequency talasi bolje se probijaju kroz nemetalne substance.

Pogodni su za skeniranje objekata sa visokim sadržajem vode (voće, povrće, ...)

Domet čitanja manji od 0.3m.



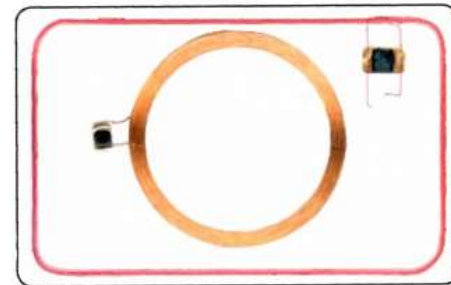
HIGH FREQUENCY TAGS

High-frequency tagovi rade bolje na metalnim objektima a mogu raditi i na objektima sa visokim sadržajem vode.

Maksimalni domet čitanja oko 1m.



LF+HF: 125KHz+13.56MHz



UHF FREQUENCY TAGS

UHF frekvencije obezbjeđuju veći domet čitanja (i do 30m) i brži prenos podataka. Imaju veću potrošnju i slabije prolaze kroz materijale. Zahtijevaju veću usmjerenost, odnosno, čistu putanju između identifikatora i čitača. Pogodni su za identifikaciju paketa proizvoda.



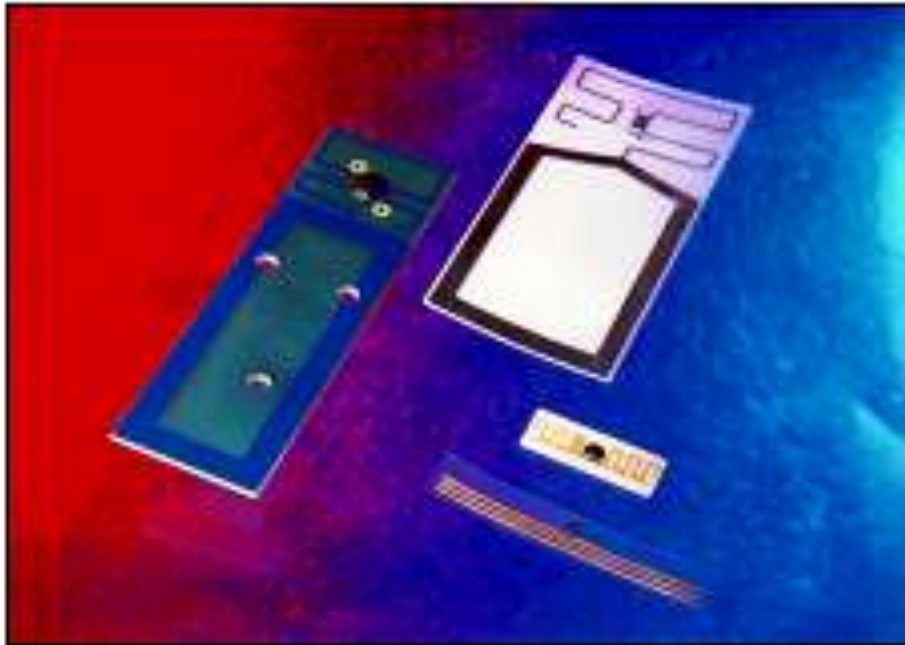
RFID TAGOVI

RF identifikatori mogu biti najraznovrsnijih oblika.



RFID TAGOVI

Osnovni sastavni dijelovi RF identifikatora su mikročip i antena.



Razni oblici antena kod RF identifikatora

Prema tipu memorije koju sadrže, RF identifikatori mogu biti:

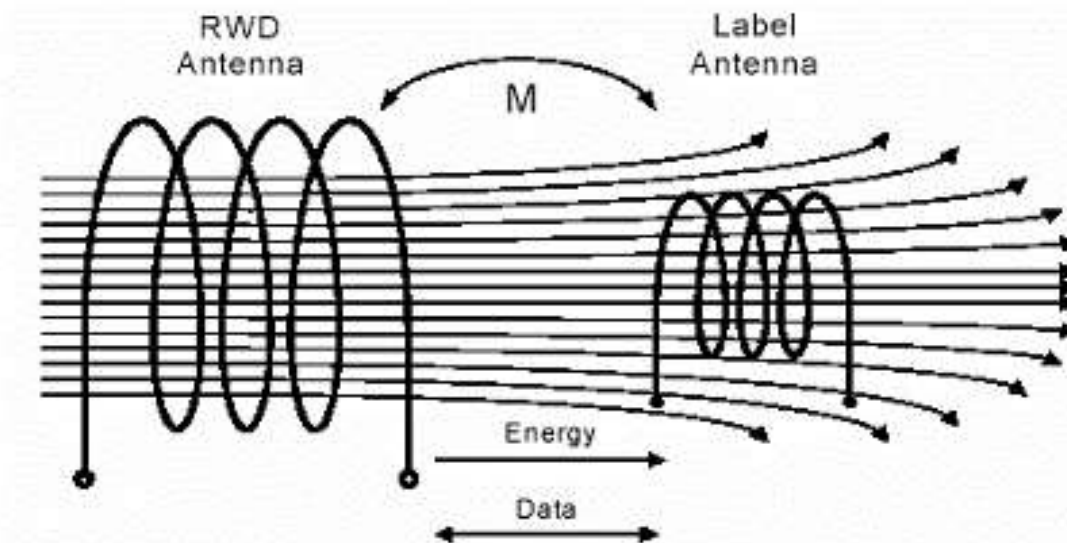
- Read-Only (fabrički programirani),
- WORM (write ones read multiple – jedan upis više čitanja) ili
- Read/Write (mogu se programirati u toku upotrebe)

Prema načinu na koji se napajaju RF identifikatori se dijele na aktivne, polu-pasivne i pasivne.

	Passive	Semi-Passive	Active
Power Source	Passive	Battery	Battery
Transmitter	Passive	Passive	Active
Max Range	10 M	100 M	1000 M

NAPAJANJE PASIVNIH RF TAGOVA

Pasivni RF identifikatori se napajaju koristeći energiju iz elektromagnetskog polja čitača.



Induktivna sprega između RF čitača i RF identifikatora radi kao transformator sa slabo spregnutim namotajima.

Induktivna sprega je efikasna jedino u bliskom polju čitača, t.j. na rastojanjima do $\lambda/10$, gdje je λ - talasna dužina signala.

AKTIVNI I PASIVNI RFID TAGOVI

433MHz
aktivni tag velikog dometa

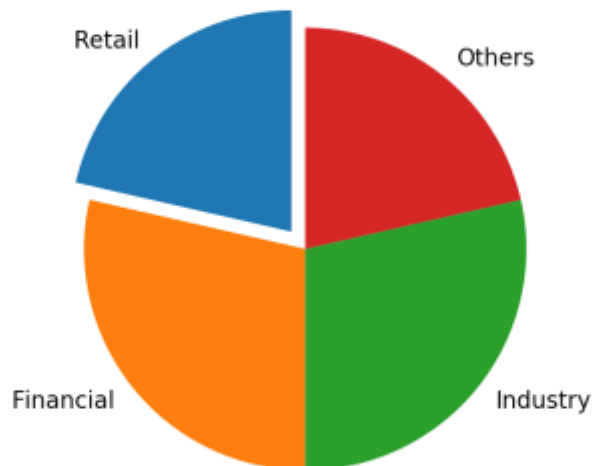


13.56MHz
pasivni tag

Primjeri aktivnih i pasivnih RF identifikatora

RFID TRŽIŠTE

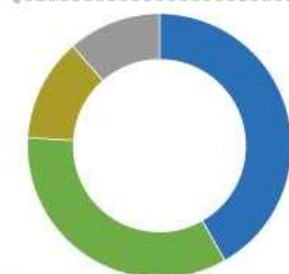
Global UHF RFID Tag Inlays Market Report 2019
market share by application, 2019 (%)
www.marketintellica.com



RFID Tags Market Outlook, 2022-2025



Revenue Split By Frequency Band



High Frequency Ultra High Frequency
Low Frequency Microwave Frequency

Market Value

2022 US\$ 6,099.2 Mn

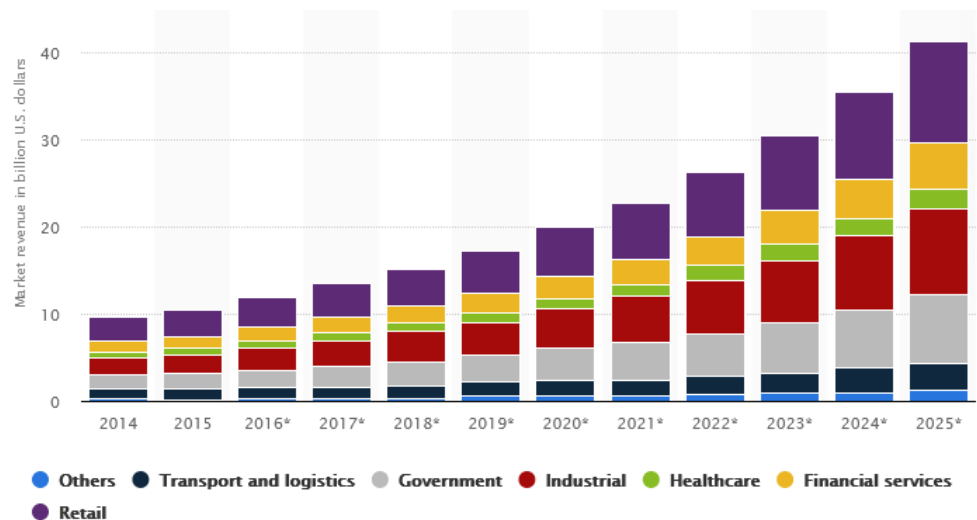
2025 US\$ 8,346.5 Mn

CAGR **11.00%** (2022-2025)

Source: Persistence Market Research

Note: Market shares are not depicted as per the actual scale and are only for illustration purposes.

Source IDTechEx report RFID in Apparel 2008-2018 (www.IDTechEx.com)



KOLIKO PODATAKA NA RFID TAGU?

Količina podataka koja se može smjestiti na jednom RF identifikatoru zavisi od proizvođača i primjene.

Model Number	ISO Standard	Chip	User Memory	Block Size	Memory Type	Data Retention	Blocks
IQC33	ISO15693	MB89R118	2000 byte	8 byte	FRAM	10 years	250
IQC37	ISO15693	MB89R112	8192 byte	32 byte	FRAM	10 years	256
IQC42	ISO14443A	MF1 S50	752 byte	16 byte	EEPROM	10 years	47
IQC43	ISO14443A	MF1 S70	3440 byte	16 byte	EEPROM	10 years	215
Tag type 80	EPC C1G2	MB97R803	3424 byte	2 byte	FRAM	10 years	1712
Tag type 80	EPC C1G2	Qstar-2A	8192 byte	2 byte	EEPROM	30 years	4096
Tag type 80	EPC C1G2	FLYchip ⁶⁴	8192 byte	2 byte	EEPROM	30 years	4096

Dovoljno kapaciteta da se smjeste osnovni podaci o objektu koji se identifikuje.

Kompanije danas traže i identifikatore koji sadrže samo 96-bitni serijski broj (“license plate” tags).

Prosti identifikator je jeftiniji i upotrebljiviji u aplikacijama u kojima će on biti prodat zajedno sa proizvodom.



ŠTO JE RFID TAG BEZ ČIPA?

RF identifikator bez čipa ("Chipless RFID") je opšti naziv za RFID tagove koji koriste RF energiju za komuniciranje ali se serijski broj ne čuva u silikonskom čipu RF identifikatora.

Chipless RF identifikatori koriste materijale koji reflektuju samo dio spektra radio talasa koji ih "pogađaju".

Čitači bilježe koji dio spektra je vraćen i identifikuju objekat sa chipless RF identifikatorom.

Nake kompanije eksperimentišu sa ugrađivanjem RF reflektujućih fibera u papir u cilju zaštite od neovlaštenog fotokopiranja važnih dokumenata.

Samo jedan chipless RF identifikator može biti u polju čitača.

Nedostatak za primjenu u lancima snadbijevanja.

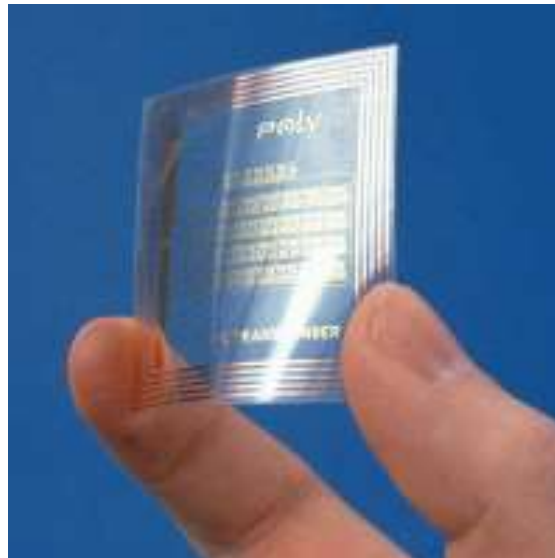
Postoje i LC rezonantni chipless tagovi – često se srijeću na artiklima u trgovinama tekstila.

CHIPLESS RFID

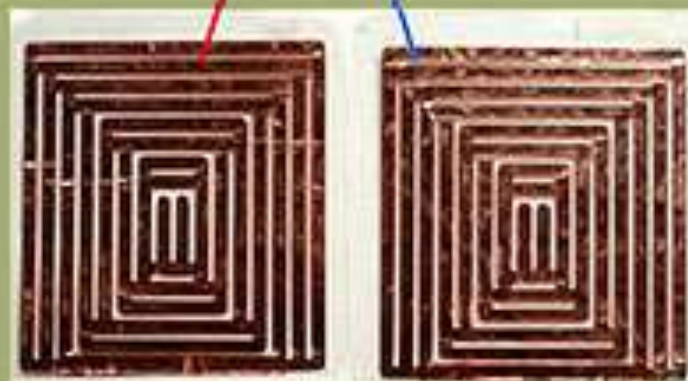
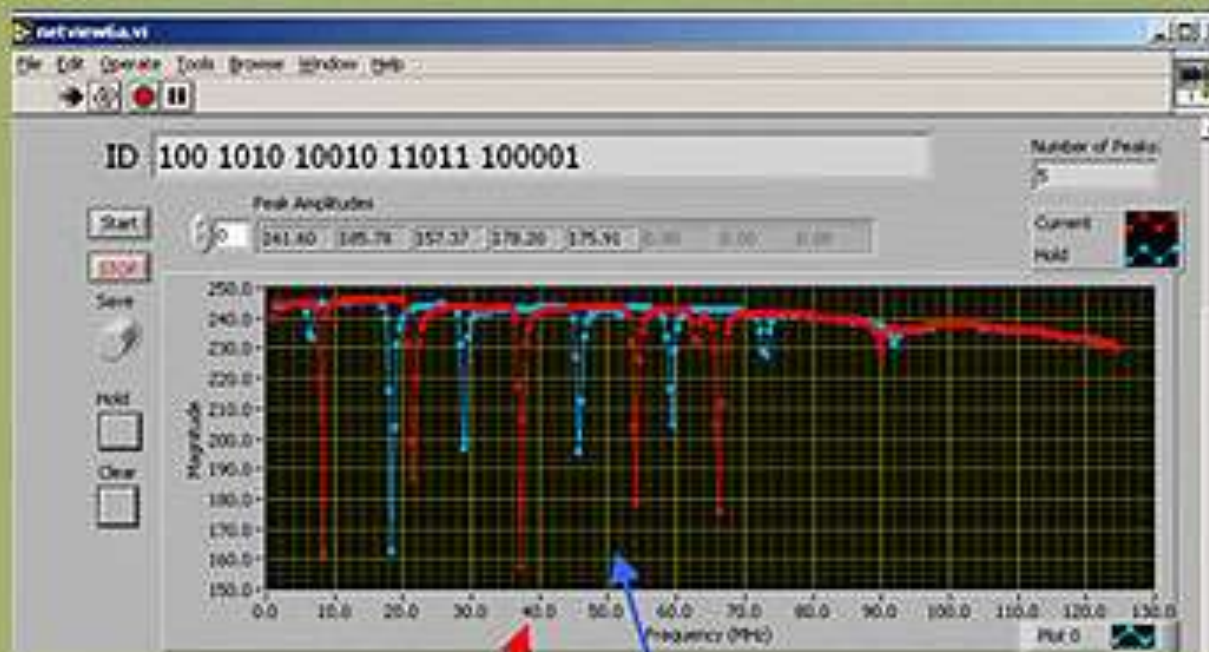
Chipless RFID čuva informaciju unutar elektromagnetskog materijala od kojeg je sačinjen.

Kapacitet podataka obično manji od 32 bita.

Za mnoge primjene, kao što su identifikacija klase objekata, veći ID niz nije ni potreban.



OČITAVANJE CHIPLESS RFID TAGA



ČITAČI RFID TAGOVA SA ČIPOM

Čitači RF identifikatora sa čipom obavljaju sljedeće funkcije:

- slanjem upitnog signala aktiviraju RF identifikatore,
- napajaju pasivne identifikatore,
- kodiraju signale podataka koji idu ka identifikatorima i
- dekodiraju primljene podatke, poslate od strane identifikatora.



Primjeri prenosivih RF čitača

MIFARE MF1ICS50 KARTICA

Bezkontaktna pametna pasivna kartica

Platna kartica u javnom prevozu i sličnim aplikacijama

Multiaplikativna kartica.

Procesorska funkcionalnost realizovana sa hardverskom logikom



Domet čitanja do 100mm slobodnog prostora

Brzina razmjene podataka 106Kbaud –a.

Kriptovanje podataka

Jedinstveni serijski broj

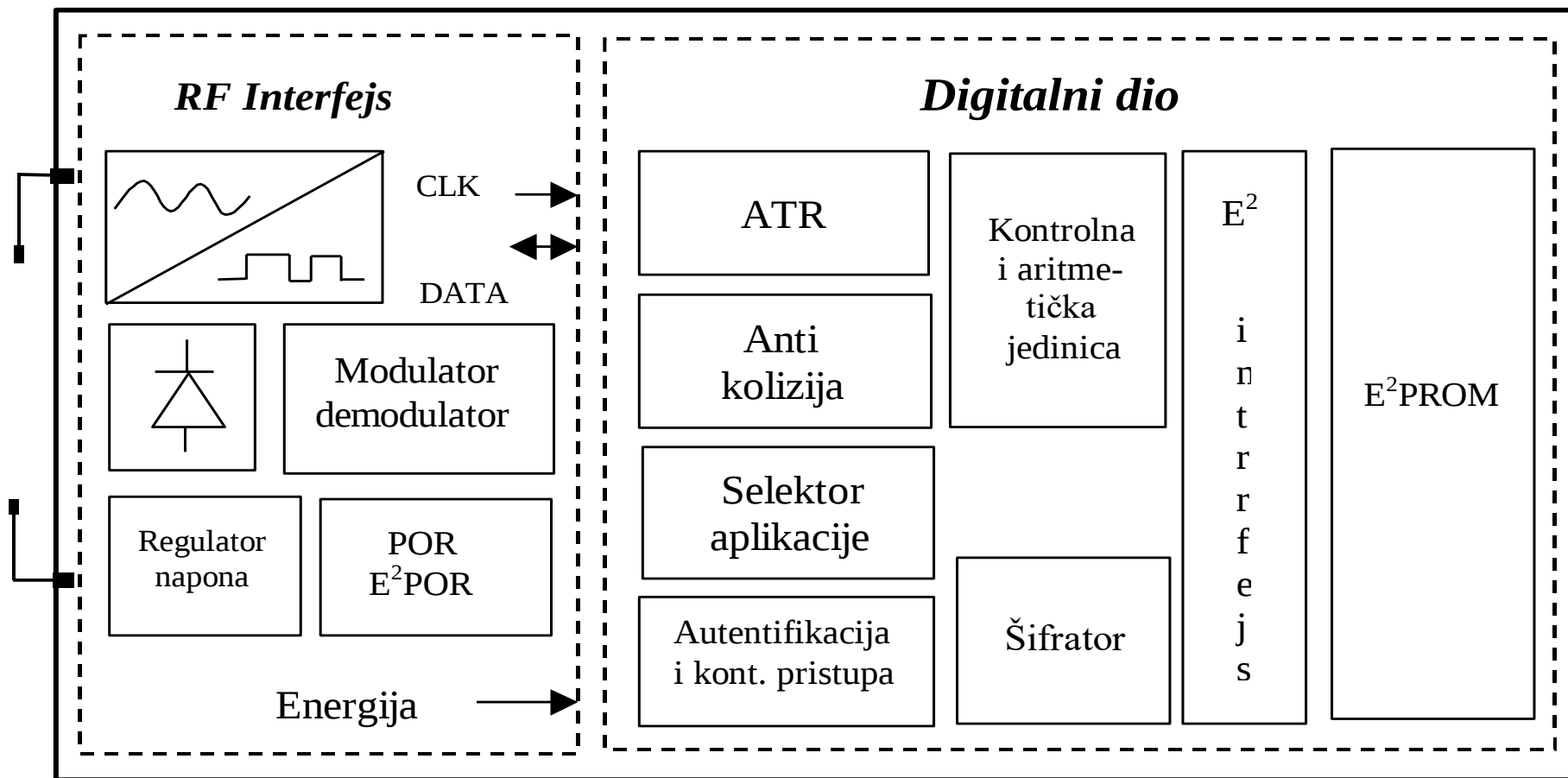
Više nivoa kontrole regularnosti upotrebe.

Jednostavna konstrukcija – nekoliko navoja antene i čip.



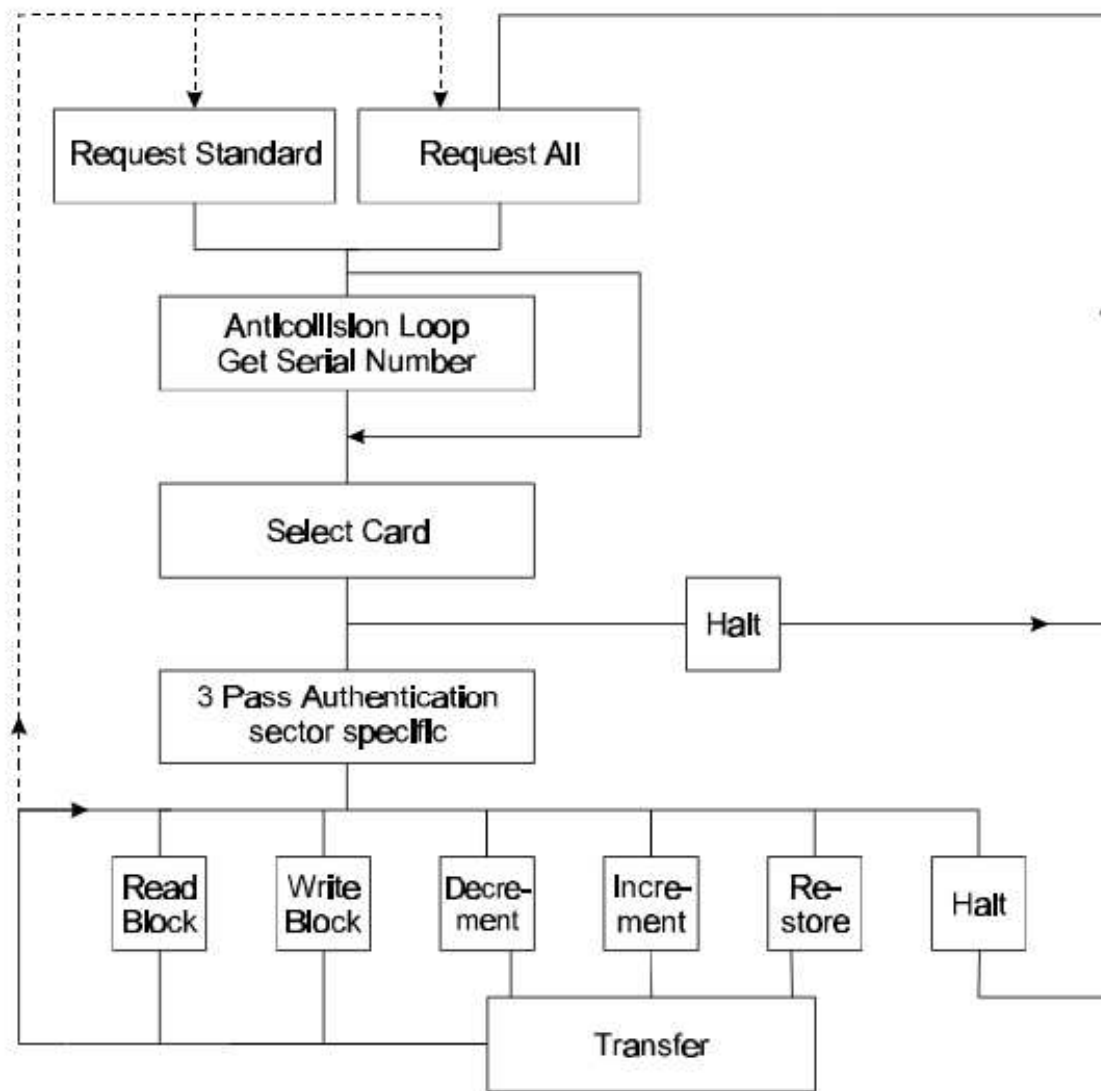
MIFARE MF1ICS50 KARTICA

Blok dijagram elektronske jedinice MF1ICS50 kartice



TRANSAKCIJNA SEKVENCA

Transaction Sequence



Typical Transaction Time

Identification and Selection Procedure

3 ms without collision
+ 1 ms for each collision

Authentication Procedure

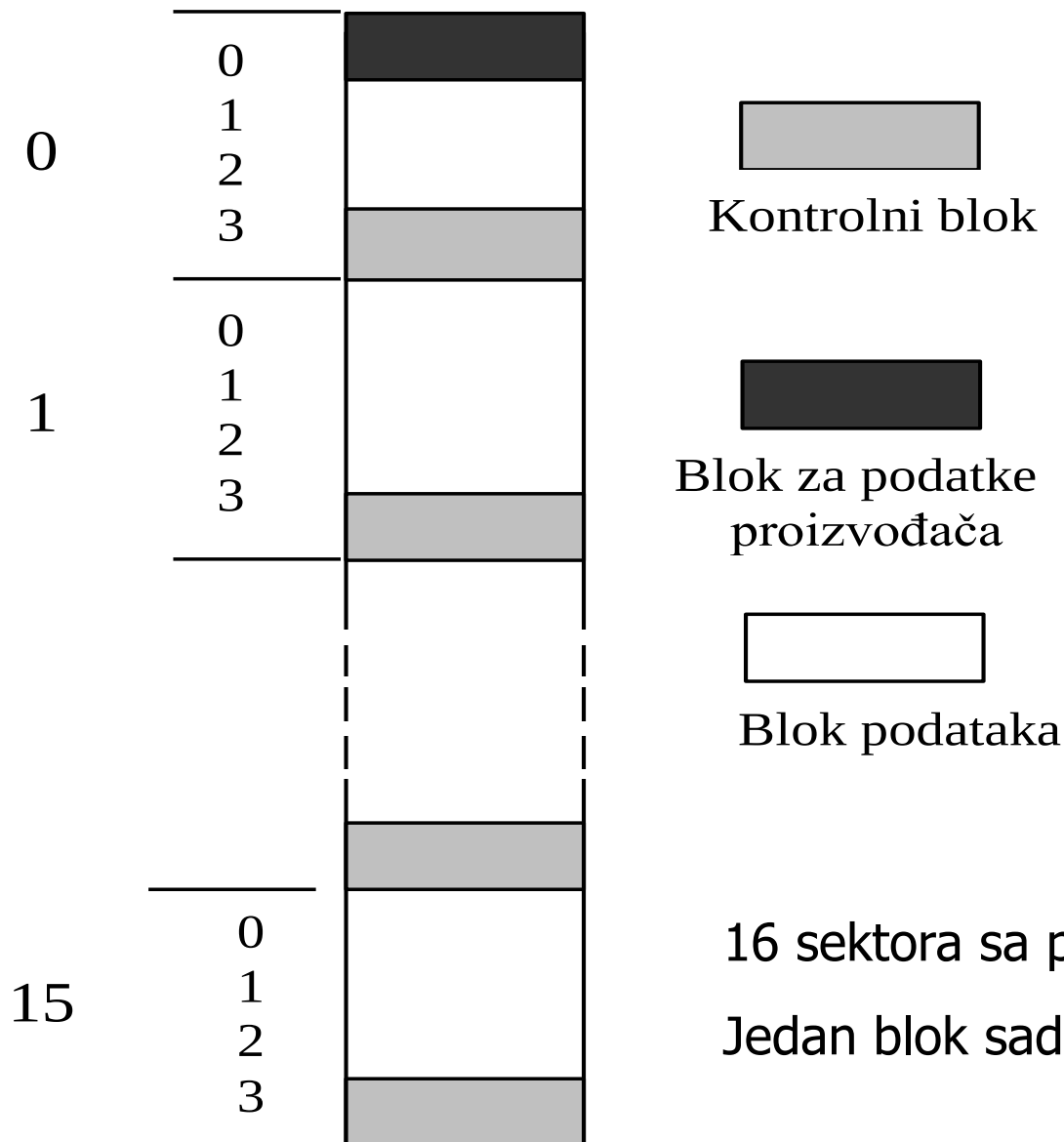
2 ms

Memory Operations

2.5 ms read block
6.0 ms write block
2.5 ms dec/increment
4.5 ms transfer

MIFARE MF1ICS50 KARTICA

Blok dijagram EEPROM-a kartice



16 sektora sa po četiri bloka.

Jedan blok sadrži 16 bajtova.

Kontrolni blok

Bit No. Byte No.	7 6 5 4 3 2 1 0	X ... Sector No. (0 to 15) Y ... Block No. (0 to 3)
0	KEYSECXA	
1		
2		
3		
4		
5		
6	ACCESS CONDITIONS	→
7		
8		
9		→
10	KEYSECXB (optional)	
11		
12		
13		
14		
15		

bit#	7	6	5	4	3	2	1	0
→	C2X3_b	C2X2_b	C2X1_b	C2X0_b	C1X3_b	C1X2_b	C1X1_b	C1X0_b
	C1X3	C1X2	C1X1	C1X0	C3X3_b	C3X2_b	C3X1_b	C3X0_b
	C3X3	C3X2	C3X1	C3X0	C2X3	C2X2	C2X1	C2X0
→	BX7	BX6	BX5	BX4	BX3	BX2	BX1	BX0

_b stands for inversion; e.g. C1X0_b=INV(C1X0)

C1XY do C3XY, $Y \in \{0,1,2,3\}$ – bitovi kojima se određuju ulovi pristupa svakom pojedinom bloku sektora.

Upisani su dva puta radi sigurnosti.

MIFARE MF1ICS50 KARTICA

Uslovi pristupa kontrolnom bloku

C1X3	C2X3	C3X3	KEYSECXA		ACCESS COND.		KEYSECXB	
			read	write	read	write	read	write
0	0	0	never	key A	key A	never	key A	key A
0	1	0	never	never	key A	never	key A	never
1	0	0	never	key B	key A B	never	never	key B
1	1	0	never	never	key A B	never	never	never
0	0	1	never	key A	key A	key A	key A	key A
0	1	1	never	key B	key A B	key B	never	key B
1	0	1	never	never	key A B	key B	never	never
1	1	1	never	never	key A B	never	never	never

key A|B znači ključ A ili ključ B. Kada se **key B** može pročitati **ne** može služiti kao ključ.

Uslovi pristupa blokovima podataka

C1XY	C2XY	C3XY	read	write
0	0	0	keyA B ¹	key A B ¹
0	1	0	keyA B ¹	never
1	0	0	keyA B ¹	key B ¹
1	1	0	keyA B ¹	key B ¹
0	0	1	keyA B ¹	never
0	1	1	key B ¹	key B ¹
1	0	1	key B ¹	never
1	1	1	never	never

Predefinisane vrijednosti

C1X0, C2X0, C3X0 = 0 0 0 block 0 (data block)
 C1X1, C2X1, C3X1 = 0 0 0 block 1 (data block)
 C1X2, C2X2, C3X2 = 0 0 0 block 2 (data block)
 C1X3, C2X3, C3X3 = 0 0 1 block 3 (Sector Trailer)

MIFARE MF1ICS50 KARTICA

Proizvođački blok – BLOK 0

Prvi blok memorije kartice je rezervisan za podatke proizvođača, kao što je 32-bitni serijski broj. Ovaj blok se može samo čitati.

byte																byte
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Serial number				CB	manufacturer data											

CB: “serial number check byte“

$CB = \text{byte } 0 \wedge \text{byte } 1 \wedge \text{byte } 2 \wedge \text{byte } 3 \quad (\wedge \dots \text{ XOR})$

Blokovi podataka

Sadrže promjenjive podatke.

(blocks 1,2 / 4,5,6 / 8,9,10 / 12,13,14 / 16,17,18 / 20,21,22 / 24,25,26 / 28,29,30 / 32,33,34 / 36,37,38 / 40,41,42 / 44,45,46 / 48,49,50 / 52,53,54 / 56,57,58 / 60,61,62)

Kontrolni blokovi

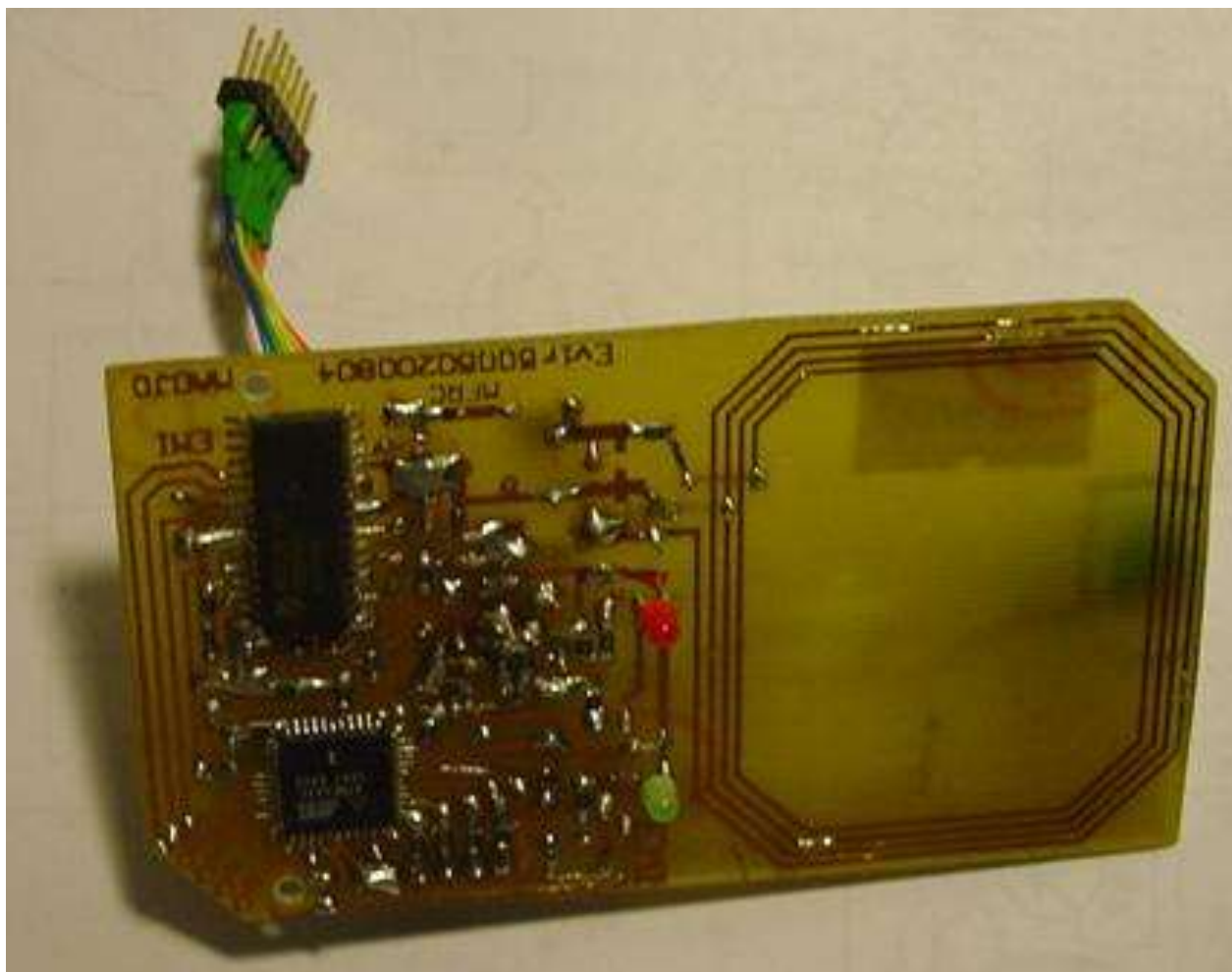
byte																byte
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
transport key A						FF	07	80	xx	transport key B						

(blocks 3 / 7 / 11 / 15 / 19 / 23 / 27 / 31 / 35 / 39 / 43 / 47 / 51 / 55 / 59 / 63)

Vrijednost 9-tog bajta u svakom kontrolnom bloku nije definisana.

ČITAČ MIFARE MF1ICS50 KARTICA

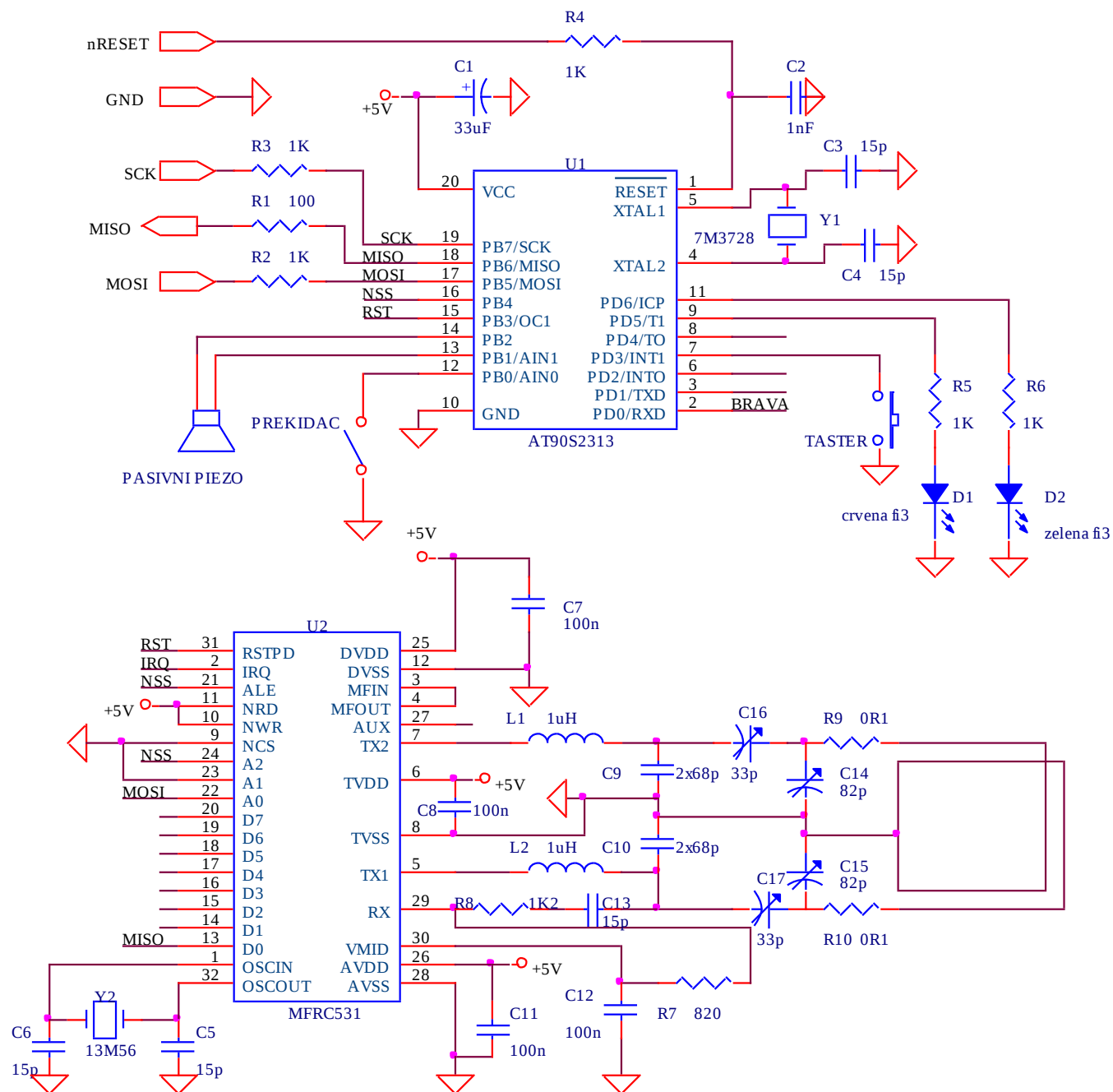
Spoljašnji izgled čitača



Realizovan upotrebom MFRC531 čipa

ČITAČ MIFARE MF1ICS50 KARTICA

Električna šema čitača



RFID nije isključivo “bolja” od tehnologije trakastih kodova.

To su dvije različite tehnologije, imaju različite primjene koje se djelimično preklapaju.

U aplikacijama gdje se mogu koristiti RFID ili trakasti kodovi, prednosti RFID tehnologije su sljedeće:

- RFID ne zahtijeva direktnu vidljivost ili kontakt identifikatora sa čitačem.
- RFID su otporni na ogrebotine, prljavštinu i brisanje.
- Simboli standardnih trakastih kodova identifikuju samo proizvođača i proizvod, ne i svaki artikl ponaosob.
- Više RF identifikatora može biti pročitano odjednom.
- RF identifikatori osim postojećih podataka imaju i raspoloživi memorijski prostor za daljnju nadogradnju.

RFID i TRAKASTI KODOVI

Parametar sistema	Trakasti kod	RFID
Količina podataka	1-100b	do 64kb
Mašinska čitljivost	Dobra	Dobra
Čitljivost od stane ljudi	Ograničeno	Nemoguće
Uticaj prljavštine	Može dovesti do greške	Nema uticaja
Uticaj prekrivanja	Može dovesti do greške	Umjeren
Istovremeno skeniranje	Ne	Da
Višestruka upotreba	Ne	Da



HOĆE LI RFID ZAMIJENITI TRAKASTI KOD?

Nije sasvim izvjesno.

Trakasti kodovi su jeftini i efikasni za određene primjene.

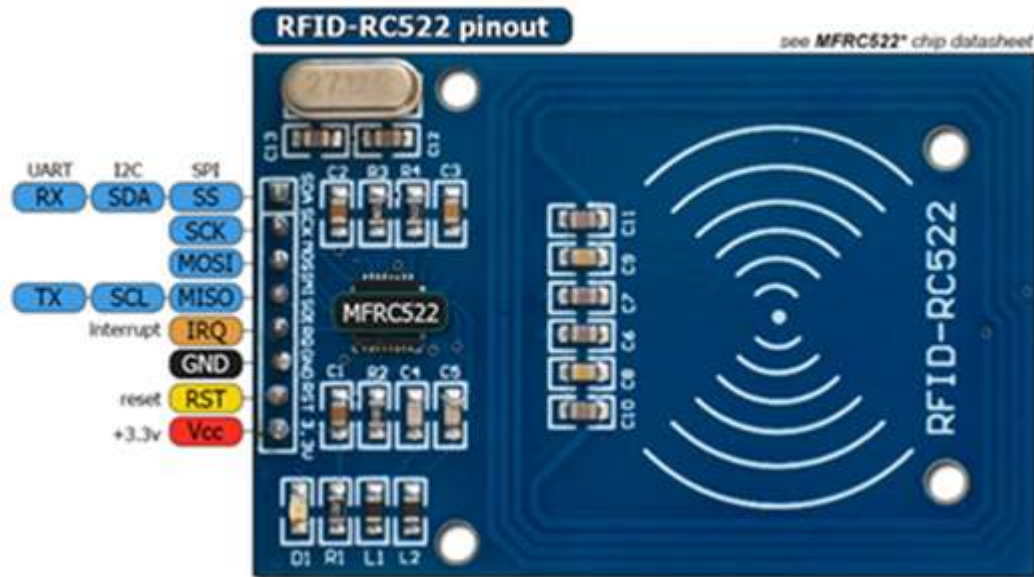
RFID i trakasti kodovi će koegzistirati još više godina.

Primjene:

- Označavanje proizvoda,
- Praćenje ljudi, stvari i životinja,
- Bezgotovinska plaćanja
- Magacinska poslovanja,
- Maloprodajni objekti,
- Bezbjedonosni sistemi,
- Sistemi za potrebe vojske,
- itd.

MFRC522 RFID

MFRC-522 RC522 13.56Mhz SPI RFID Writer Reader Wireless modul



MFRC522 Chip IC radna frekvencija: 13.56MHz, Brzina razmjene podataka: Max. 10Mbit/s

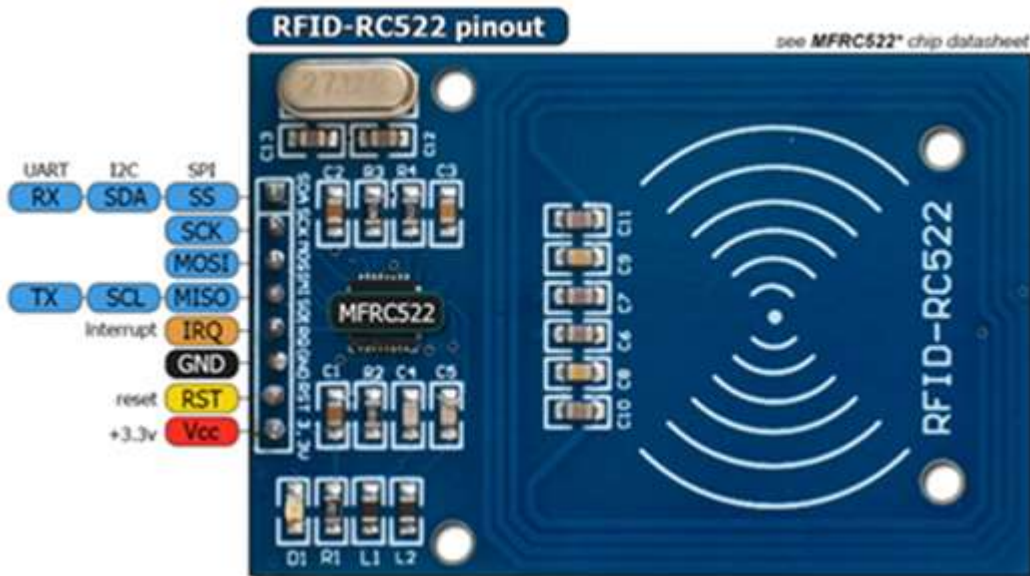
Podrška mifare1 S50 identifikatore

Dimenzije: 40mm × 60mm

RFID IDENTIFIKATORI

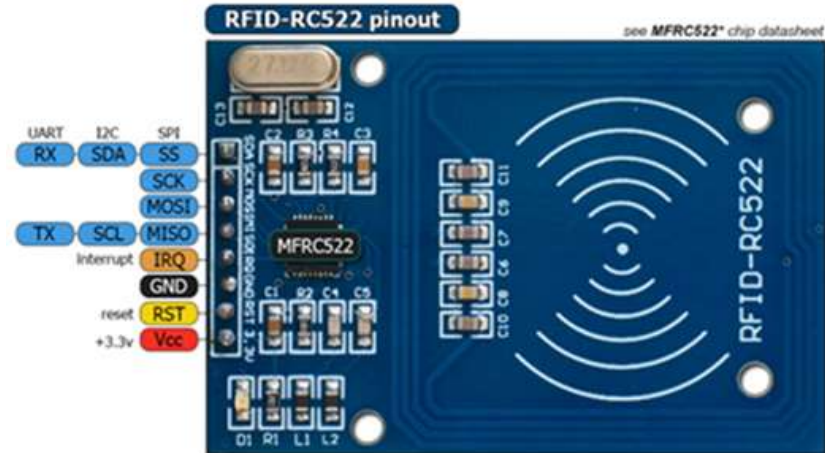
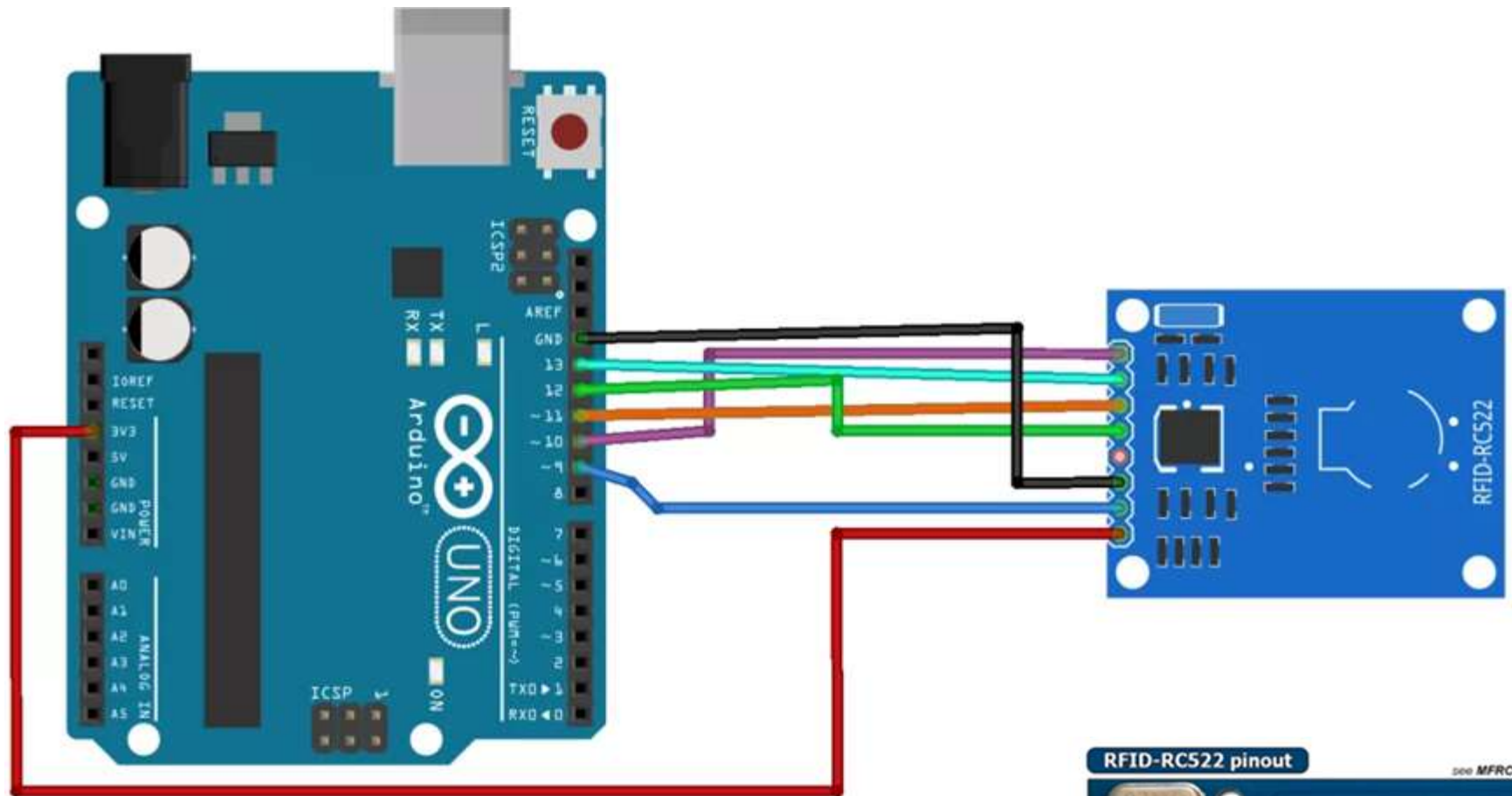


POVEZIVANJE SA ARDUINO UNO



Pin čitača	Pin Arduino Uno
SDA	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
IRQ	nepovezano
GND	GND
RST	9
3.3V	3.3V

POVEZIVANJE SA ARDUINO UNO



INSTALIRANJE BIBLIOTEKE

Za rad sa MFRC522 čitačem iz Arduino razvojnog okruženja potrebno je instalirati biblioteku, koja se može preuzeti sa linka:

<https://github.com/miguelbalboa/rfid>

Za instaliranje biblioteke potrebno je odraditi sljedeća tri koraka:

Dodajte biblioteku selektovanjem Add ZIP u SKETCH meniju, INCLUDE Library opcija.

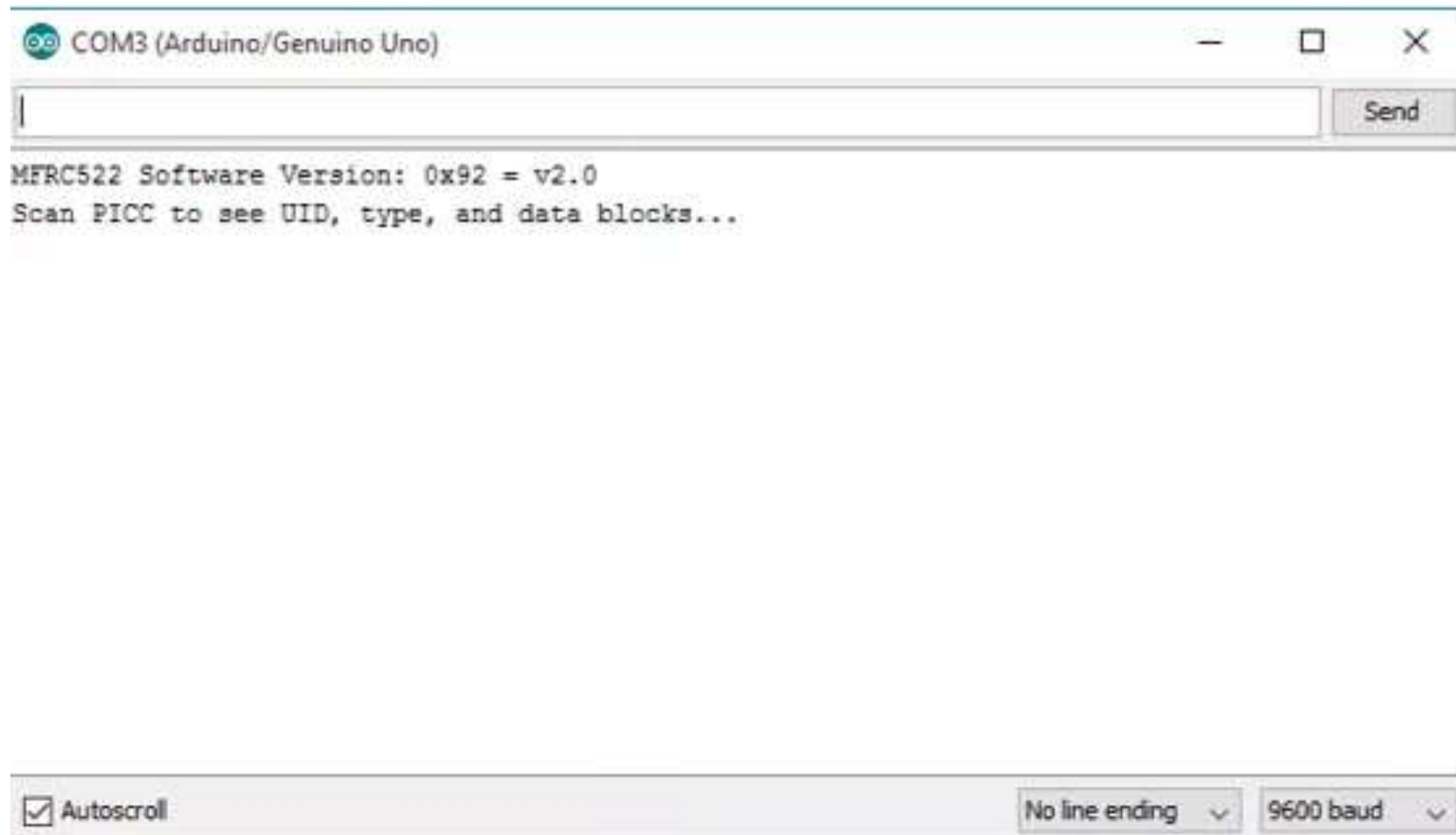
Otvoriti arduino IDE

Zatim, selektovati .zip fajl sa lokacije na kojoj je fajl sačuvan.

Detaljnije informacije o biblioteci mogu se vidijeti na adresi:

http://www.neilkolban.com/esp32/docs/cpp_utils/html/class_m_f_r_c522.html

DUMPINFO



DUMPINFO

COM3 (Arduino/Genuino Uno)

```
MFR522 Software Version: 0x92 = v2.0
Scan PICC to see UID, type, and data blocks...
```

Card UID: BD 31 15 2B

PICC type: MIFARE 1KB

[illegible]

1. Na osnovu priloženog koda, sastaviti Arduino prototipni uređaj i potvrditi njegovu funkcionalnost (2 boda).
2. Obezbijediti da Vaš identifikator ima dozvolu pristupa. (1 bod)
3. Upotrijebiti taster za selekciju načina rada uređaja. Kada je taster pritisnut, uređaj je u programerskom modu. U tom modu očitani nememorisani identifikator se memoriše u RAM memoriji uređaja i dalje će biti prepoznat i imati dozvoljen pristup. Očitani memorisani identifikator se briše iz RAM memorije uređaja i dalje neće biti prepoznat i biće mu nedozvoljen pristup. Ovaj mod se signalizira naizmjeničnim treperenjem crvene i žute LED. Omogućiti memorisanje do 10 identifikatora. Kada taster nije pritisnut uređaj radi u modu prepoznavanja i vrši kontrolu pristupa. Ovaj mod se signalizira treperenjem žute LED. (4-3-2)