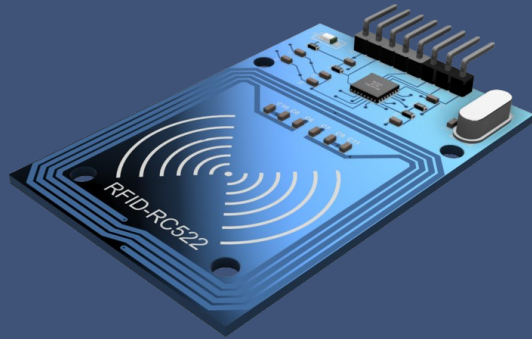


RFID



RFID RC522 READER



RFID TAGS AND CARDS



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?

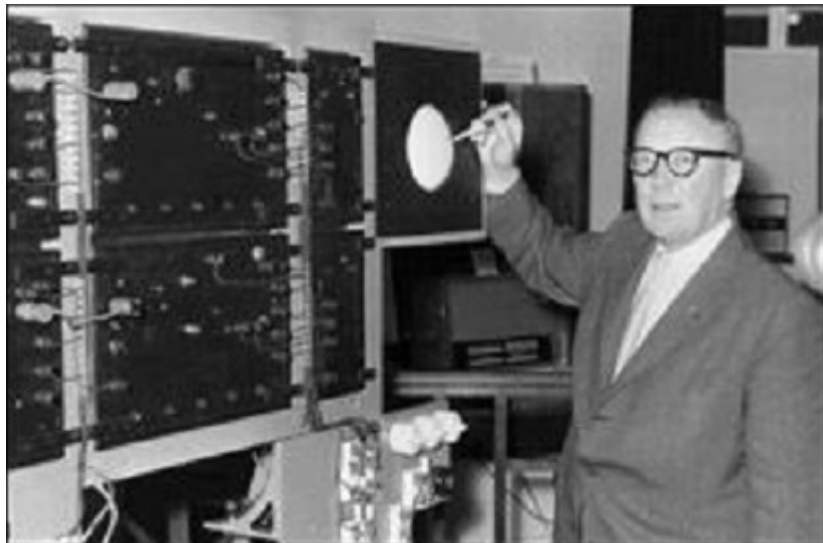
- U poslednjoj dekadi dostigla svoj puni zamah.
- Ipak nije sasvim nova.
- Prve primjene datiraju još iz vremena drugog svjetskog rata.
- FOE sistemi.





ISTORIJA RFID

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



Sedamdesetih godina prošlog vijeka RFID sistemi nalaze primjenu u telemetriji.



ISTORIJA RFID

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

Sredinom 80-ih RFID tehnologija se ubrzano komercijalizuje.

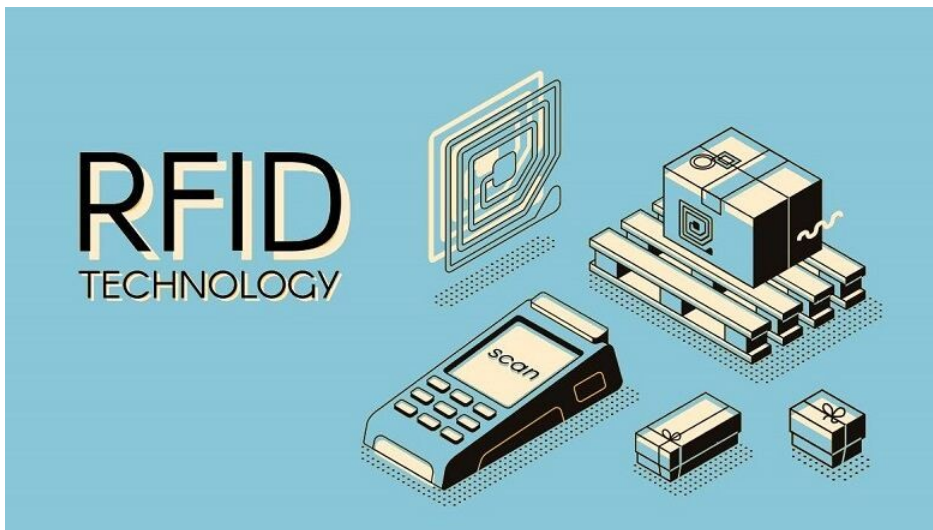
Razvijeni su pasivni RFID tagovi za praćenje i identifikaciju stoke.





ISTORIJA RFID

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



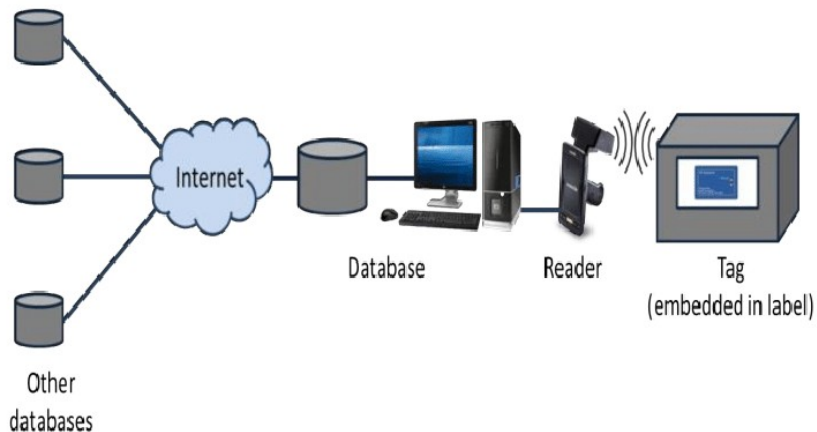
Od 1999 do 2005 više od 100 velikih end-user U. S. kompanija, U.S Department of Defense i mnogi trgovci prhvataju RFID tehnologiju.



KAKO RFID SISTEM RADI?

Osnovni sastavni dijelovi RFID sistema su:

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

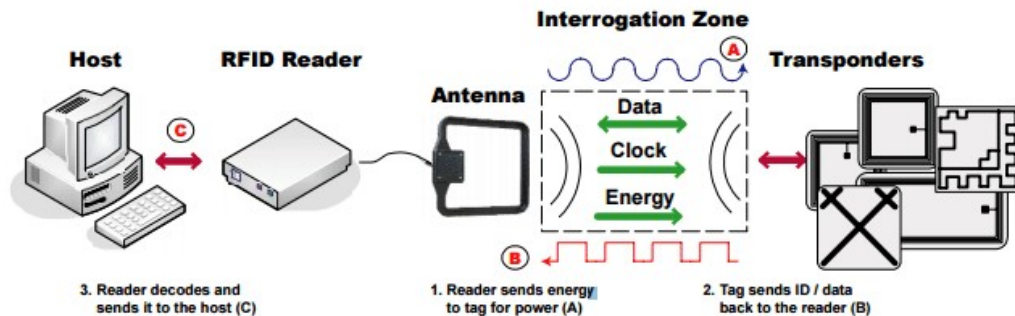




KAKO RFID SISTEM RADI?

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.





KAKO RFID SISTEM RADI?





RFID FREKVENCije, KAKVA JE RAZLIKA?

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

RFID sistemi koriste puno različitih frakvencija.

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?

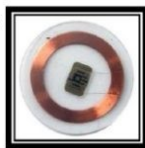
Različite frekvencije – različite karakteristike – različite primjene.



© RFIDTrakker

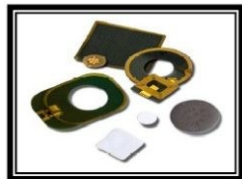


© Sokymat



LF

(Low Frequency)

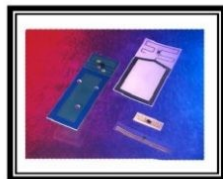


© Tagsys

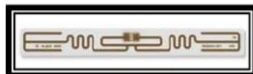


HF

(High Fréquency)



© Allen



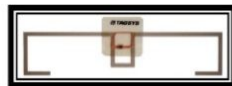
© Rafsec



© Intermec



© Tagsys



© Rafsec

UHF

(ultra High Frequency)

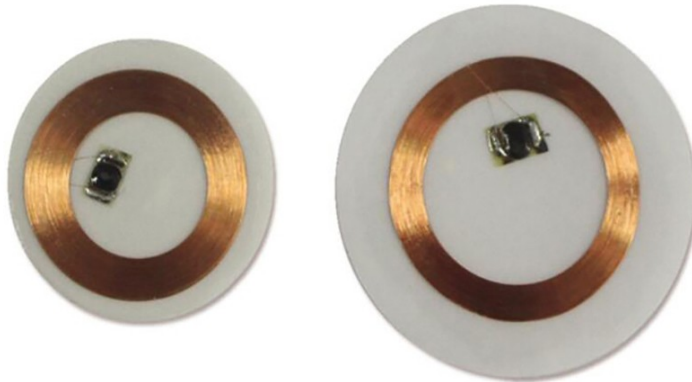
HIGH FREQUENCY TAGS

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.





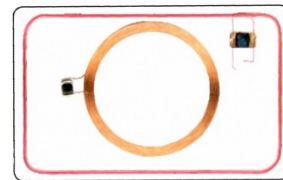
HIGH FREQUENCY TAGS

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.

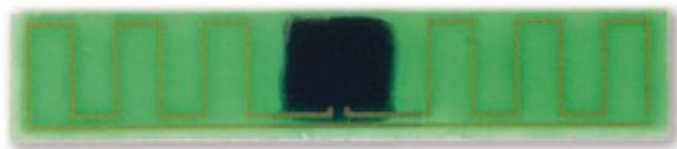
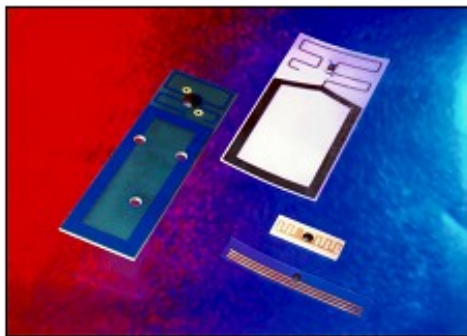
Pogodni su za identifikaciju paketa proizvoda.





RFID TAGOVI

Osnovni sastavni dijelovi RF identifikatora su mikročip i antena.



Razni oblici antena kod RF identifikatora



RFID TAGOVI

Prema tipu memorije koju sadrže, RF identifikatori mogu biti:

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

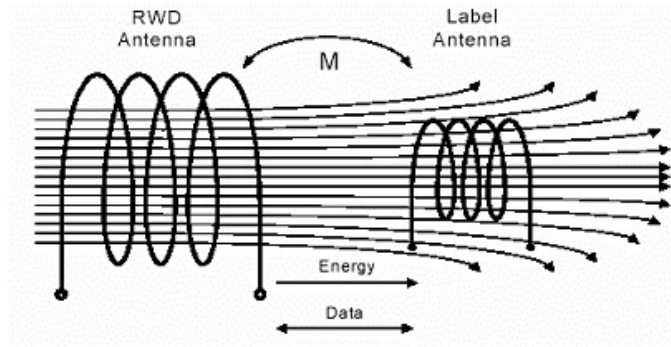
Prema načinu na koji se napajaju RF identifikatori se dijele na aktivne, polu-pasivne i pasivne.

	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.



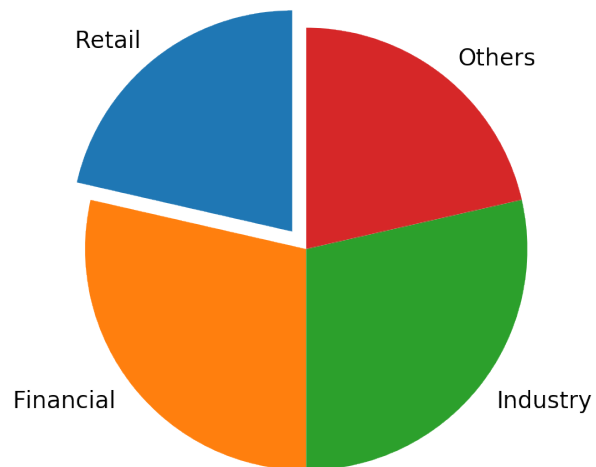
Induktivna sprega između RF čitača i RF identifikatora radi kao transformator sa slabo spregnutim namotajima.

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



RFID TRŽIŠTE

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





KOLIKO PODTAKA NA RFID TAG-U?

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.

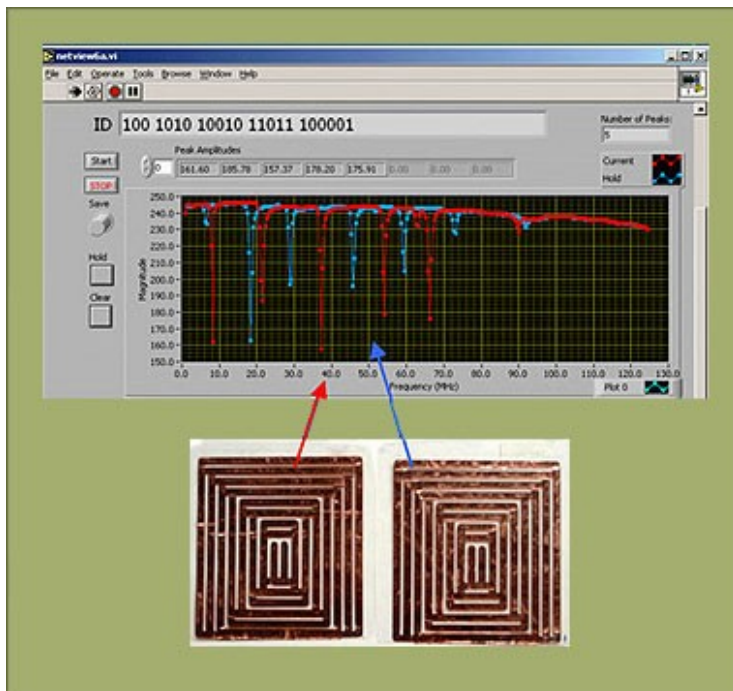
Samo jedan chipless RF identifikator može biti u polju čitača.

Nedostatak za primjenu u lancima snadbijevanja.

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



OČITAVANJE CHIPLESS RFID TAG-A



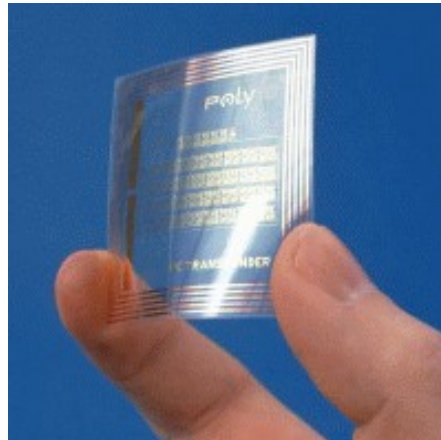
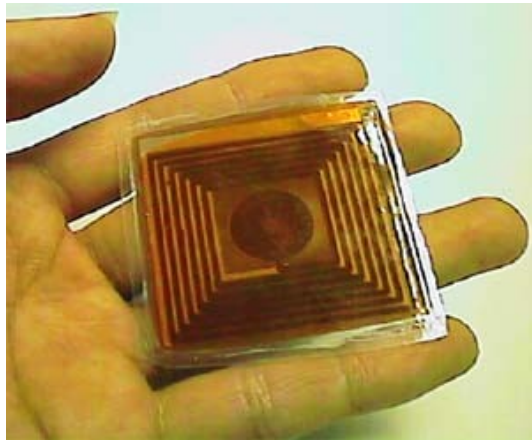


CHIPLESS RFID

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.





ČITAČI RFID TAG-OVA 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

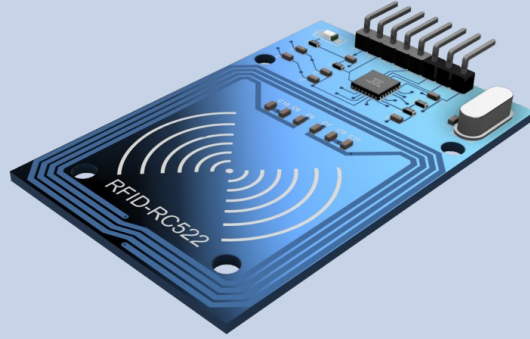


RFID TEHNIKA

Primjene:

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

1

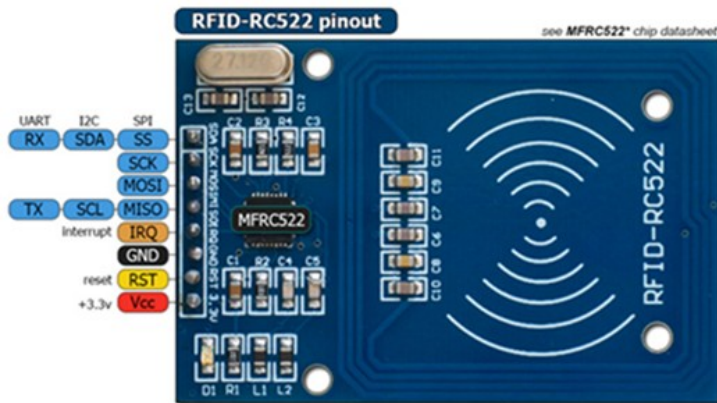


RFID RC522 READER



RFID RC522

RC522 (MFRC522) 13.56Mhz SPI RFID Writer Reader Wireless modul



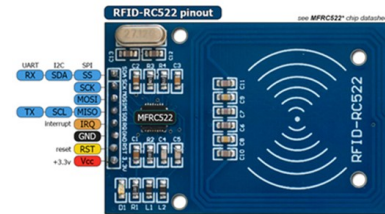
RC522 Chip IC radna frekvencija: 13.56MHz, Brzina razmjene podataka: Max. 10Mbit/s

Podržava Mifare1 S50 identifikatore

Dimenzije: 40mm × 60mm



RFID RC522



RFID RC522 čitač je popularan RFID (Radio-Frequency Identification) modul koji radi na frekvenciji od 13,56 MHz.

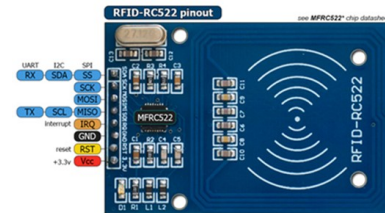
Obično se koristi za čitanje i pisanje RFID oznaka i kartica, posebno onih usklađenih sa standardom ISO/IEC 14443 tipa A, uključujući Mifare kartice.

Evo kratkog opisa čitača RC522:

- **Frekvencija:** radi na frekvenciji od 13,56 MHz, što je često korištena frekvencija za RFID komunikaciju.
- **Kompatibilnost:** Podržava različite RFID oznake i kartice u skladu sa standardom ISO/IEC 14443 tip A, uključujući Mifare kartice kao što je Mifare 1K.
- **Komunikacijski interfejs:** Obično se povezuje s mikrokontrolerima ili razvojnim pločama kao što je Arduino putem **SPI (Serial Peripheral Interface)** protokola, što olakšava integraciju u različite projekte.
- **Domet očitavanja:** Učinkoviti domet očitavanja ovisi o faktorima kao što su dizajn antene i napajanje, ali obično je unutar nekoliko centimetara.
- **Funkcionalnost:** Mogućnost čitanja i pisanja podataka na RFID oznake i kartice. Može čitati jedinstvene identifikacijske brojeve (UID) pohranjene na oznakama/karticama i u nekim



RFID RC522



- **Radni napon:** radi na 3.3 V.
- **Antena:** Obično dolazi s ugrađenom antenom, iako se vanjske antene mogu spojiti za prošireni doomet ili posebne primjene
- **Primjene:** Obično se koriste u raznim projektima i aplikacijama uključujući sisteme kontrole pristupa, upravljanje inventarom, sisteme praćenja prisutnosti i još mnogo toga.

Modul RC522 relativno je jednostavan za korištenje i pruža troškovno isplativo rješenje za projekte i aplikacije temeljene na RFID-u. Stekao je popularnost u zajednici proizvođača zbog svoje svestranosti i lakoće integracije s platformama mikrokontrolera, poput Arduina.



RFID RC522

Za rad sa RC522 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



SPI (Serial Peripheral Interface)

SPI je skraćenica od **Serial Peripheral Interface**. To je sinhroni serijski komunikacioni interfejs koji se obično nalazi u mikrokontrolerima i drugim digitalnim integrisanim kolima.

SPI interfejs omogućava razmjenu podataka između mikrokontrolera (ili glavnog uređaja) i perifernih uređaja (ili slave uređaja) na serijski način.

Ključne karakteristike SPI interfejsa u mikrokontrolerima uključuju:

- **Sinhrona komunikacija:** SPI komunikacija je sinhrona, što znači da se podaci prenose između uređaja na osnovu zajedničkog signala sata. Ovo omogućava velike brzine prenosa podataka u poređenju sa asinhronim komunikacionim protokolima.
- **Master-Slave arhitektura:** U SPI komunikaciji, jedan uređaj obično deluje kao master, kontroliše komunikacionu magistralu i pokreće prenos podataka, dok jedan ili više uređaja deluje kao slave, reagujući na komande i razmenjujući podatke sa masterom.
- **Full-Duplex komunikacija:** SPI podržava full-duplex komunikaciju, što znači da se podaci mogu prenositi i primati istovremeno. Ovo omogućava efikasnu dvosmernu komunikaciju između master i slave uređaja.



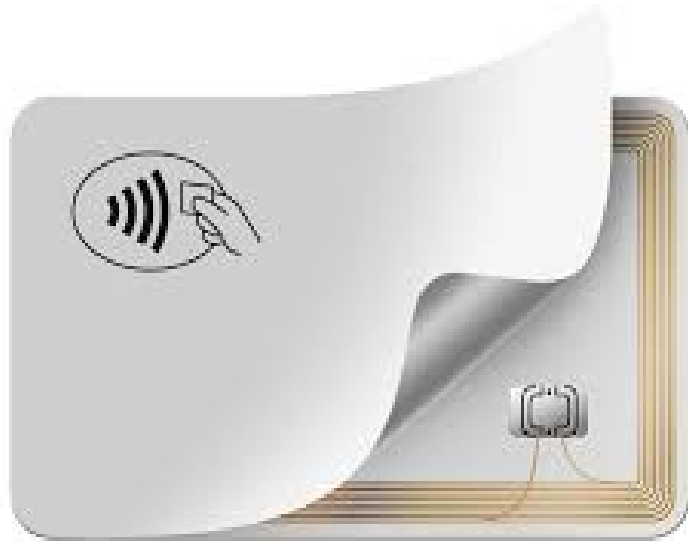
SPI (Serial Peripheral Interface)

- **Više slave uređaja:** SPI magistrale mogu podržati više slave uređaja povezanih na isti glavni uređaj. Svakom slave uređaju je dodeljen jedinstveni signal za odabir čipa (CS), da bi se omogućila komunikacija sa glavnim uređajem.
- **Linije serijskih podataka:** SPI komunikacija obično uključuje četiri linije:
 - ▷ **SCLK** (Serial Clock): Signal takta koji generiše glavni uređaj za sinhronizaciju prenosa podataka.
 - ▷ **MOSI** (Master Out, Slave In): Linija koju koristi glavni uređaj za prenos podataka ka slave uređaju(ima).
 - ▷ **MISO** (Master In, Slave Out): Linija koju koriste slave uređaj(i) za prenos podataka na glavni uređaj.
 - ▷ **CS** (Chip Select): Linija koju koristi glavni uređaj za odabir specifičnog slave uređaja za komunikaciju.
- **Full-Duplex komunikacija:** SPI podržava full-duplex komunikaciju, što znači da se podaci mogu prenositi i primati istovremeno.
- **Konfigurabilni parametri prenosa podataka:** SPI interfejsi u mikrokontrolerima često podržavaju konfigurabilne parametre kao što su frekvencija takta, faza takta i polaritet takta, omogućavajući fleksibilnost podešavanja prenosa podataka za prilagođavanje različitih perifernih uređaja.

2

MIFARE

TAGS AND CARDS





MIFARE RFID IDENTIFIKATORI



Mifare oznake i kartice su vrste beskontaktnih pametnih identifikatora koji rade na frekvenciji od 13,56 MHz i temelje se na Mifare tehnologiji koju je razvio NXP Semiconductors.

Svaki Mifare identifikator obično ima ugrađen čip koji sadrži jedinstveni identifikacioni niz znakova (UID).

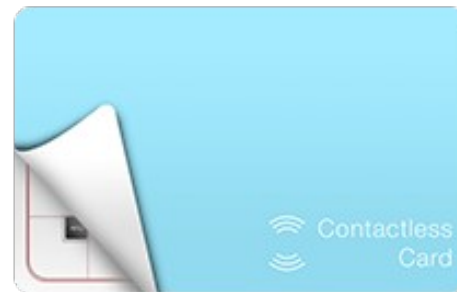
UID se obično predstavlja kao niz heksadecimalnih cifara koje jedinstveno identifikuju svaku Mifare karticu ili oznaku.

Služi kao sredstvo za razlikovanje jedne kartice/oznake od druge unutar sistema.

RFID identifikatore obično čitaju RFID čitači, kada kartica ili oznaka dođu u blizinu čitača.

Mifare identifikatori koriste se u raznim aplikacijama kao što su sistemi kontrole pristupa, naplata karata u javnom prevozu i praćenju prtljaga.

Oni pružaju prikladan i siguran način za provjeru autentičnosti i praćenje pojedinaca, objekata ili imovine unutar sistema.





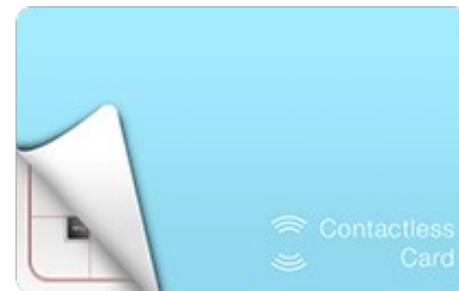
MIFARE CLASSIC OZNAKE I KARTICE



Mifare Classic oznake i kartice sinonimi su pojmova koji se odnose na istu vrstu beskontaktnu pametnu karticu temeljenu na Mifare tehnologiji, koju je razvila kompanija NXP Semiconductors.

Evo kratkog pregleda karakteristika Mifare Classic oznaka i kartice:

- **Tehnologija:** Mifare Classic oznake i kartice koriste RFID (Radio Frequency Identification) tehnologiju za komunikaciju. U skladu su sa standardom ISO/IEC 14443 tipa A i koriste elektromagnetsko polje za beskontaktnu razmjenu podataka.
- **Kapacitet memorije:** Mifare Classic kartice dolaze u različitim konfiguracijama memorije, uključujući 1 kilobajt (1K), 4 kilobajta (4K) i Mini verzije s manjim veličinama memorije. Memorija je organizirana u sektore i blokove, koji mogu pohraniti različite vrste podataka, kao što su autentifikacioni ključevi, korisnički podaci i uslovi pristupa sektoru.





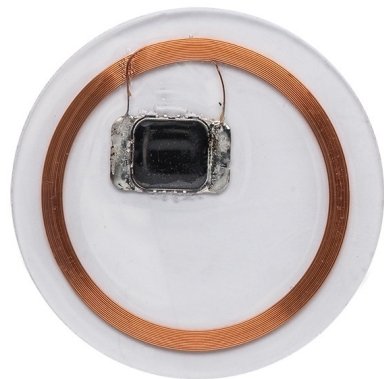
MIFARE CLASSIC OZNAKE I KARTICE

- **Sigurnosne karakteristike:** Mifare Classic kartice nude osnovne sigurnosne funkcije kao što su enkripcija podataka i autentifikacija.
- **Operacije čitanja/pisanja:** Mifare Classic oznake i kartice podržavaju operacije čitanja i pisanja, omogućujući ovlaštenim korisnicima ažuriranje podataka pohranjenih na kartici. Ova je mogućnost korisna za aplikacije u kojima je potrebno izmijeniti podatke kao što su dozvola pristupa ili sačuvane vrijednosti.
- **Primjene:** Mifare Classic oznake i kartice koriste se u širokom rasponu aplikacija, uključujući sisteme kontrole pristupa za zgrade, kampuse i kontrolisana područja.





MIFARE MF1ICS50 - MIFARE Classic 1K



MIFARE MF1ICS50, poznat i kao MIFARE Classic 1K, je vrsta beskontaktnog pametnog identifikatora zasnovanog na MIFARE tehnologiji koju je razvio NXP Semiconductors.

Radi na frekvenciji od 13,56 MHz i na široko se koristi u raznim aplikacijama kao što su kontrola pristupa, naplata karata za javni prijevoz, itd.

MIFARE Classic 1K kartica ima memorijski kapacitet od 1 kilobajta (1024 bajta).

MIFARE Classic 1K kartica nudi osnovne sigurnosne funkcije kao što su enkripcija podataka i autentifikacija.

MIFARE Classic 1K kartica kompatibilna je sa širokim rasponom RFID



MIFARE MF1ICS50 - MIFARE Classic 1K

Multiaplikativna kartica.

Procesorska funkcionalnost realizovana sa hardverskom logikom.

Domet čitanja do 100mm slobodnog prostora.

Brzina razmjene podataka 106Kbaud -a..

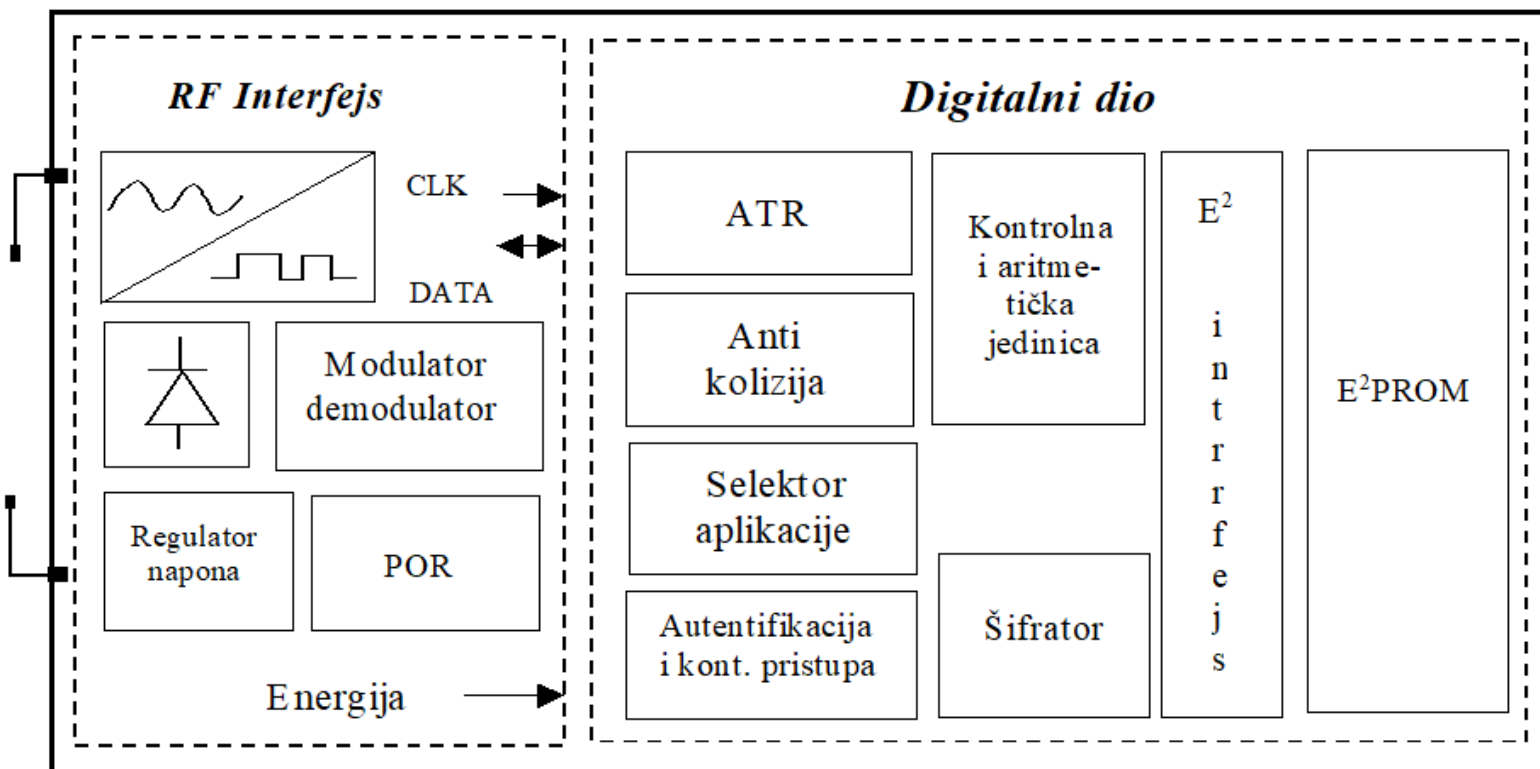
Kriptovanje podataka.

Jedinstveni serijski broj

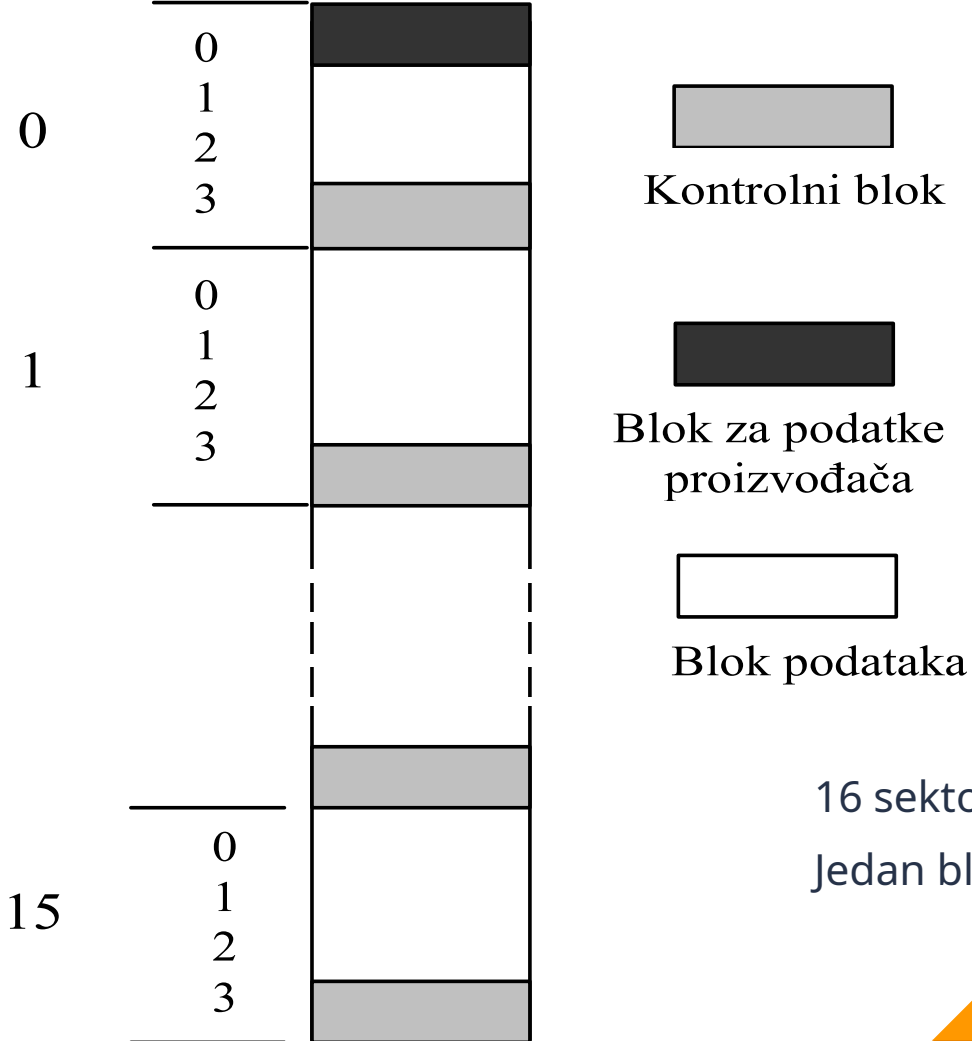
Jednostavna konstrukcija – nekoliko navoja antene i čip



BLOK DIJAGRAM ELEKTRONSKE JEDINICE MF1ICS50 KARTICE



BLOK DIJAGRAM EEPROM-A MF1ICS50 KARTICE



KONTROLNI BLOK

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

X ... Sector No. (0 to 15)

Y ... Block No. (0 to 3)

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.

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 BLOKU 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)

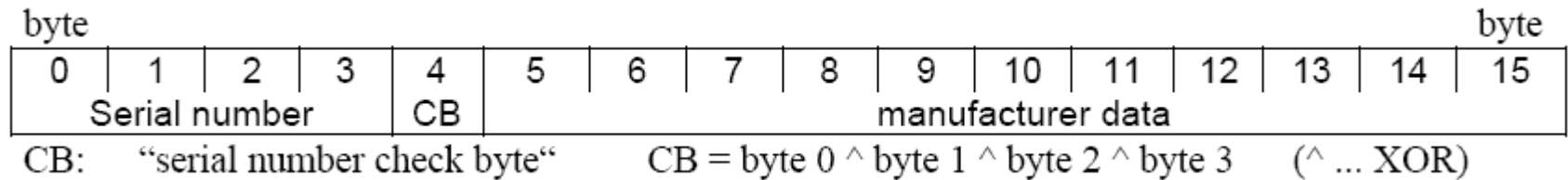
C1X1, C2X1, C3X1 = 0 0 0 block 1 (data block)

C1X2, C2X2, C3X2 = 0 0 0 block 2 (data block)

C1X3, C2X3, C3X3 = 0 0 1 block 3 (Sector Trailer)

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.



Blokovi podataka

Sadrže promjenjive podatke, zavisne od konkretne primjene

(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)

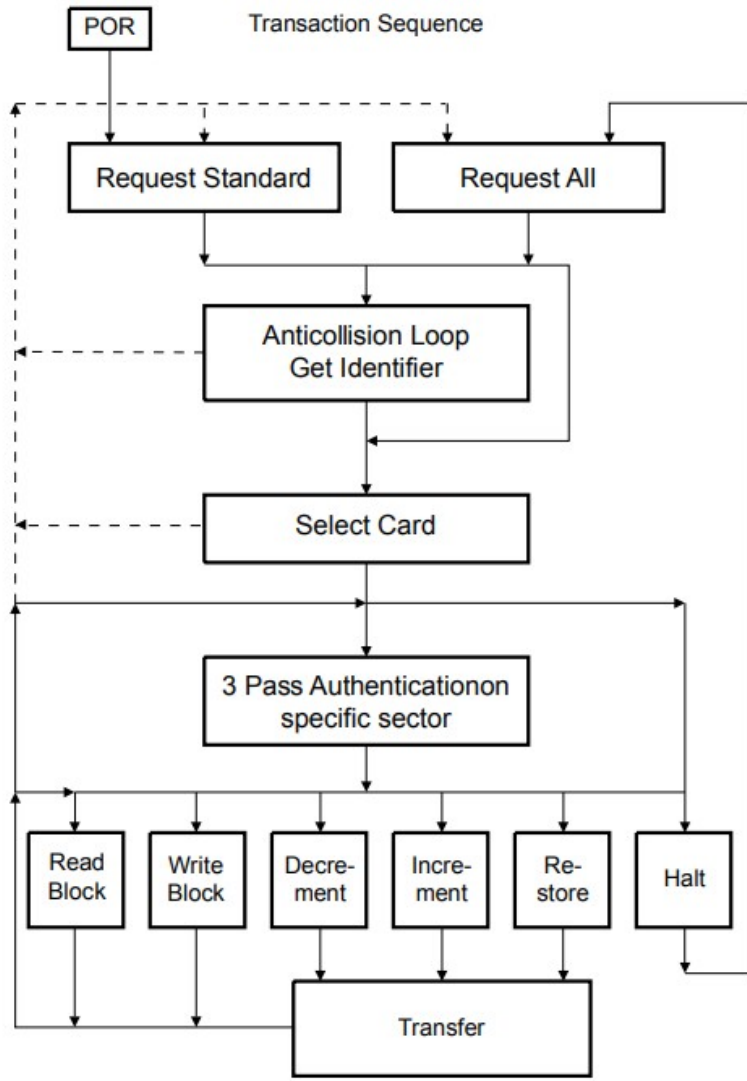
Kontrolni blokovi

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.

TRANSAKCIONA SEKVENCA



Typical Transaction Time

Identification and Selection Procedure

~2.5 ms without collision
 + ~1 ms for 7-byte UID
 + ~1 ms for each collision

Authentication Procedure

~2 ms

Memory Operations

~2.5 ms read block
 ~5.5 ms write block
 ~2.5 ms de-/increment
 ~4.5 ms transfer



POR – Power On Reset

Kada se Mifare Classic kartica uključi, bilo dovođenjem u elektromagnetsko polje RFID čitača ili drugim načinom napajanja, ona prolazi proces resetovanja.

Tokom ovog procesa kartica inicijalizuje svoja unutrašnja kola, vraća svoje stanje na poznatu početnu tačku i priprema se za komunikaciju s čitačem.

Proces resetovanja pri uključivanju ključan je za obezbjeđivanje da je kartica u konzistentnom stanju prije nego što započne komunikaciju s čitačem.

Power





ATR – Answer to Reset

Nakon resetovaja pri uključivanju, Mifare Classic kartica obično šalje ATR (Answer to Reset) odgovor.

ATR pruža informacije o karakteristikama identifikatora, mogućnostima i parametrima protokola.

ATR je prva komunikacija između kartice i čitača.

ATR odgovor pomaže čitaču uspostaviti komunikacione parametre i protokole potrebne za daljnju interakciju s karticom.





Anticoliziona petlja

Antikoliziona petlja je proces koji koriste RFID čitači za identifikaciju i komunikaciju s pojedinačnim karticama, kada je više kartica prisutno unutar elektromagnetskog polja čitača.

Antikoliziona petlja funkcioniše na sledeći način:

- **Inicijalizacija:** Kada se aktivira elektromagnetno polje čitača, više Mifare Classic kartica u dometu reaguje istovremeno. Čitač započinje antikolizionu petlju slanjem komande za pokretanje komunikacije.
- **Slanje UID-a:** Svaka Mifare Classic kartica u polju čitača odgovara svojim jedinstvenim identifikatorom, poznatim kao UID (Jedinstveni identifikator). Međutim, zbog istovremenih odgovora sa više kartica, dolazi do sudara.
- **Rješavanje sudara:** Za rješavanje sudara i identifikaciju pojedinačnih kartica, čitač koristi proces koji se naziva petlja protiv sudara. Dijeli komunikaciju na slotove i iterativno sužava raspon mogućih UID-ova. Karticama se dodjeljuje slot i od njih se traži da odgovore u sljedećim rundama





Anticoliziona petlja

Antikoliziona petlja funkcioniše na sledeći način -nastavak:

- **Identifikacija:** Kako petlja protiv sudara napreduje kroz više krugova, čitač postupno identifikuje pojedinačne kartice na temelju njihovih odgovora. Na kraju samo jedna kartica ostaje u komunikaciji i njen UID se utvrđuje.
- **Selekcija:** Nakon što čitač identificira određenu karticu, odabira je za daljnju komunikaciju i razmjenu podataka.

Korištenjem petlje protiv sudara, RFID čitači mogu pouzdano komunicirati s Mifare Classic 1K karticama, čak i u scenarijima gdje je više kartica prisutno istovremeno.

Ovaj proces osigurava tačnu identifikaciju i sprječava oštećenje podataka ili pogrešnu komunikaciju uzrokovanu kolizijama između kartica.





3 pass Authentication on Specific Sector

U Mifare Classic karticama, postupak provjere autentičnosti uključuje provjeru autentičnosti kartice prije omogućenja pristupa njezinim memorijskim blokovima.

Tipični postupak provjere autentičnosti poznat je kao "provjera autentičnosti u 3 faze" ili se ponekad naziva i "međusobna autentifikacija".

Autentifikacija čitača na karticu:

- Čitač šalje naredbu kartici, zahtijevajući autentifikaciju za pristup određenom sektoru ili bloku.
- Kartica odgovara svojim nasumičnim izazovom (Nonce A) i jedinstvenim identifikatorom (UID).
- Čitač izračunava autentifikacioni ključ (ključ A) pomoću vlastitog tajnog ključa i primljenog Nonce A.
- Čitač šalje izračunati autentifikacioni ključ (Ključ A) kartici na provjeru.



3 pass Authentication on Specific Sector

Autentifikacija kartice na čitač:

- Kartica prima autentifikacijski ključ (Key A) od čitača i izračunava vlastiti autentifikacijski ključ (Key B) koristeći svoj tajni ključ i Nonce A.
- Kartica šalje svoj slučajni izazov (Nonce B) čitaču zajedno s izračunatim autentifikacijskim ključem (Key B).
- Čitač izračunava autentifikacioni ključ (Ključ B) koristeći svoj tajni ključ i primljeni Nonce B.
- Čitač provjerava podudara li se izračunati autentifikacijski ključ (ključ B) s onim primljenim s kartice.

Potvrda:

Ako je autentifikacija uspješna, i kartica i čitač potvrđuju uspješnu autentifikaciju.

Nakon potvrde, čitač može nastaviti s operacijama čitanja ili pisanja na autentifikovanom sektoru kartice.



Memorijske operacije

Nakon uspješne autentifikacije može se izvršiti bilo koja od sledećih operacija:

- Čitanje bloka podataka
- Upisivanje bloka podataka
- Dekrement: Umanjuje sadržaj bloka i čuva rezultat u internom Transfer Buffer-u
- Inkrement: Povećava sadržaj bloka i čuva rezultat u internom Transfer Buffer-u
- Vrati: Premešta sadržaj bloka u interni Transfer Buffer
- Transfer: Zapisuje sadržaj internog Transfer Buffer-a u blok podataka

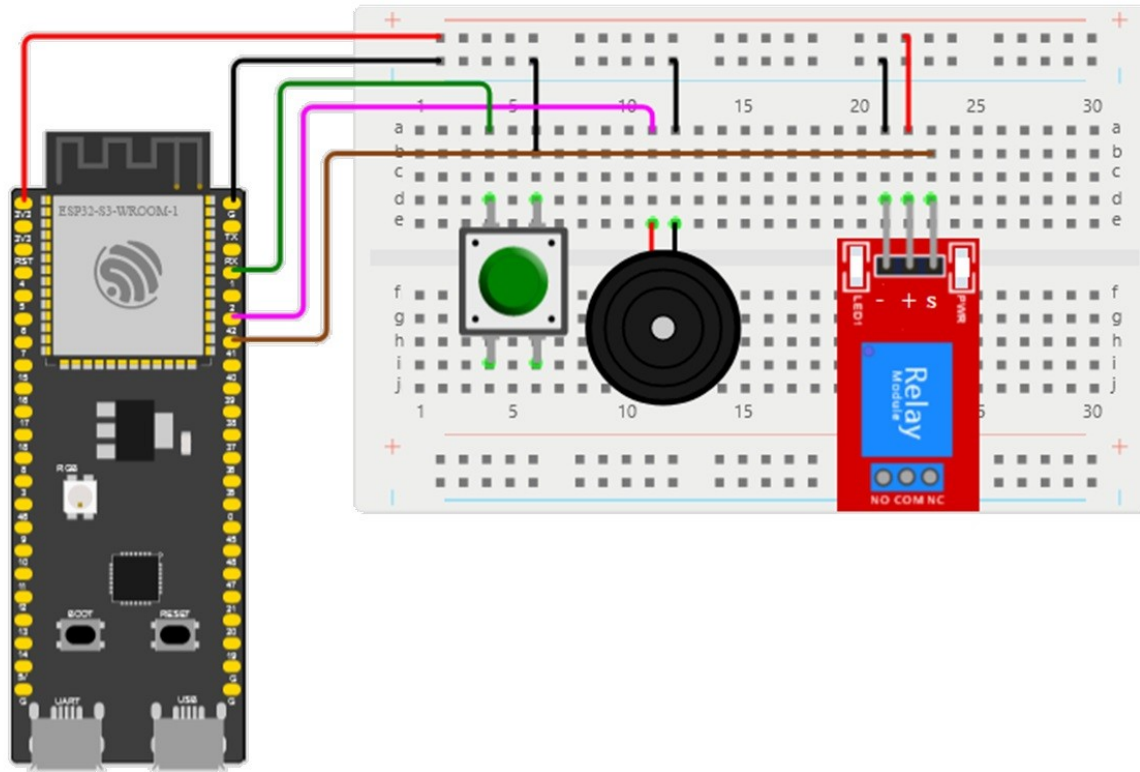
3

POVEZIVANJE

RFID RC 522 i ESP32S3



KAKO POVEZATI TASTER, BUZER I RELE



Uspješnost povezivanja RFID-RC522 sa ESP32S3, kao i tastera, bazera, relea provjeriti pomoću skeča:

[IDCardBasic.ino](#)

1. Na osnovu priloženog koda, sastaviti Arduino prototipni uređaj i potvrditi njegovu funkcionalnost (2 boda).
2. Obezbijediti da i Vaš identifikator ima dozvolu pristupa. (1 bod)