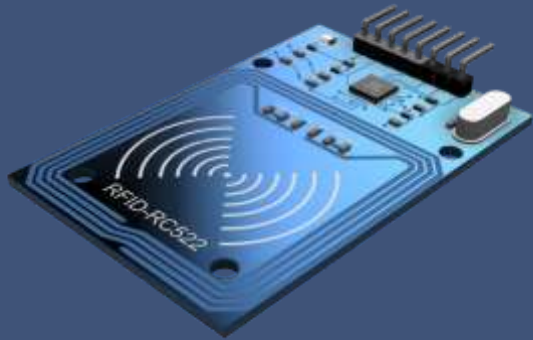


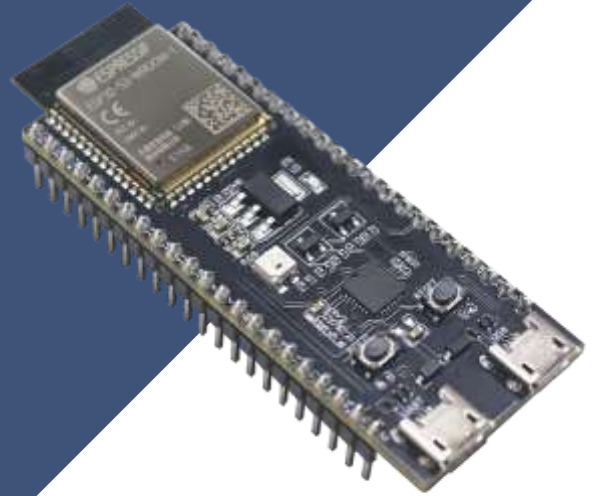
# RFID



**RFID RC522 READER**

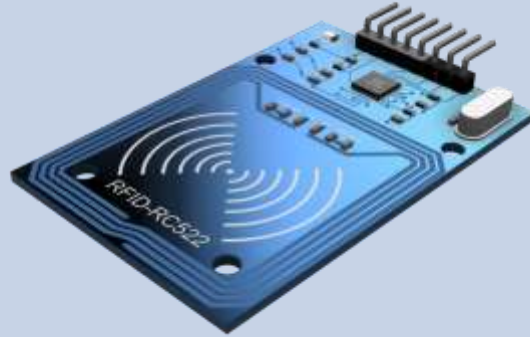


**RFID TAGS AND CARDS**



**ESP32 S3 DEVELOPMENT BOARD**

1

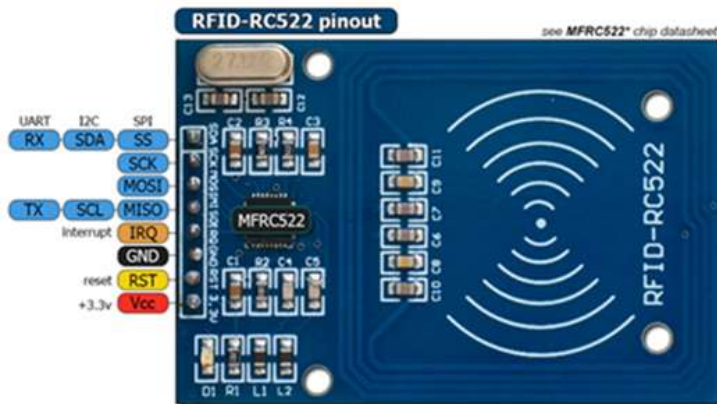


# RFID RC522 READER



## RFID RC522

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



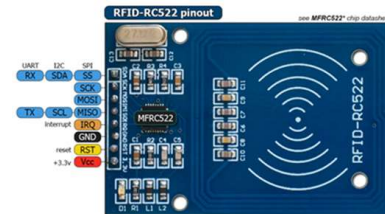
RC522 Chip IC radna frekvencija: 13.56MHz, Brzina razmjene podataka: Max. 10Mbit/s

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.

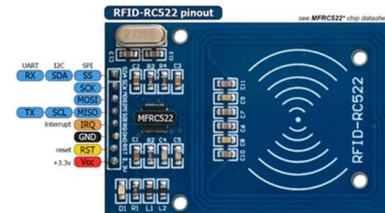
Obično se koristi za čitanje i pisanje RFID oznaka i kartica, posebno onih usklađenih sa standardom ISO/IEC 14443 tipa A, uključujući Mifare kartice.

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 tipa 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 zavisi 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 slučajevima dodatne podatke pohranjene u memorijskim sektorima.



## RFID RC522



- **Radni napon:** radi na 3.3 V.
- **Antena:** Obično dolazi s ugrađenom antenom, iako se vanjske antene mogu spojiti za prošireni dohet 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](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 na slave uređaj(e).
  - ▷ **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 primiti 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 RFID 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.





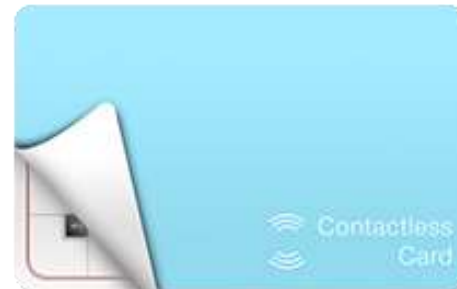
## MIFARE CLASSIC OZNAKE I KARTICE



Mifare Classic oznake i kartice sinonimi su pojmova koji se odnose na istu vrstu beskontaktnu pametne kartice temeljene 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

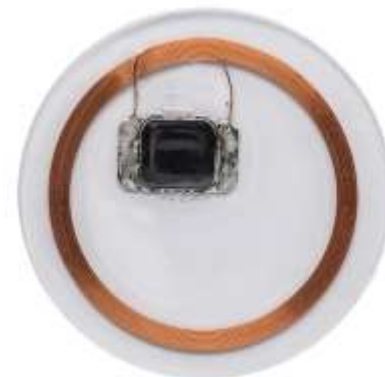
MIFARE MF1ICS50, poznat i kao MIFARE Classic 1K, je vrsta beskontaktnog pametnog identifikatora zasnovanog na MIFARE tehnologiji koju je razvio NXP Semiconductors.

Radi na frekvenciji od 13,56 MHz i naširoko 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 čitača i sistema koji podržavaju komunikacioni protokol ISO/IEC 14443 tipa A.





## MIFARE MF1ICS50 - MIFARE Classic 1K

Multiaplikativna kartica.

Procesorska funkcionalnost realizovana sa hardverskom logikom.

Domet čitanja do 100mm slobodnog prostora.

Brzina razmjene podataka 106Kbaud -a..

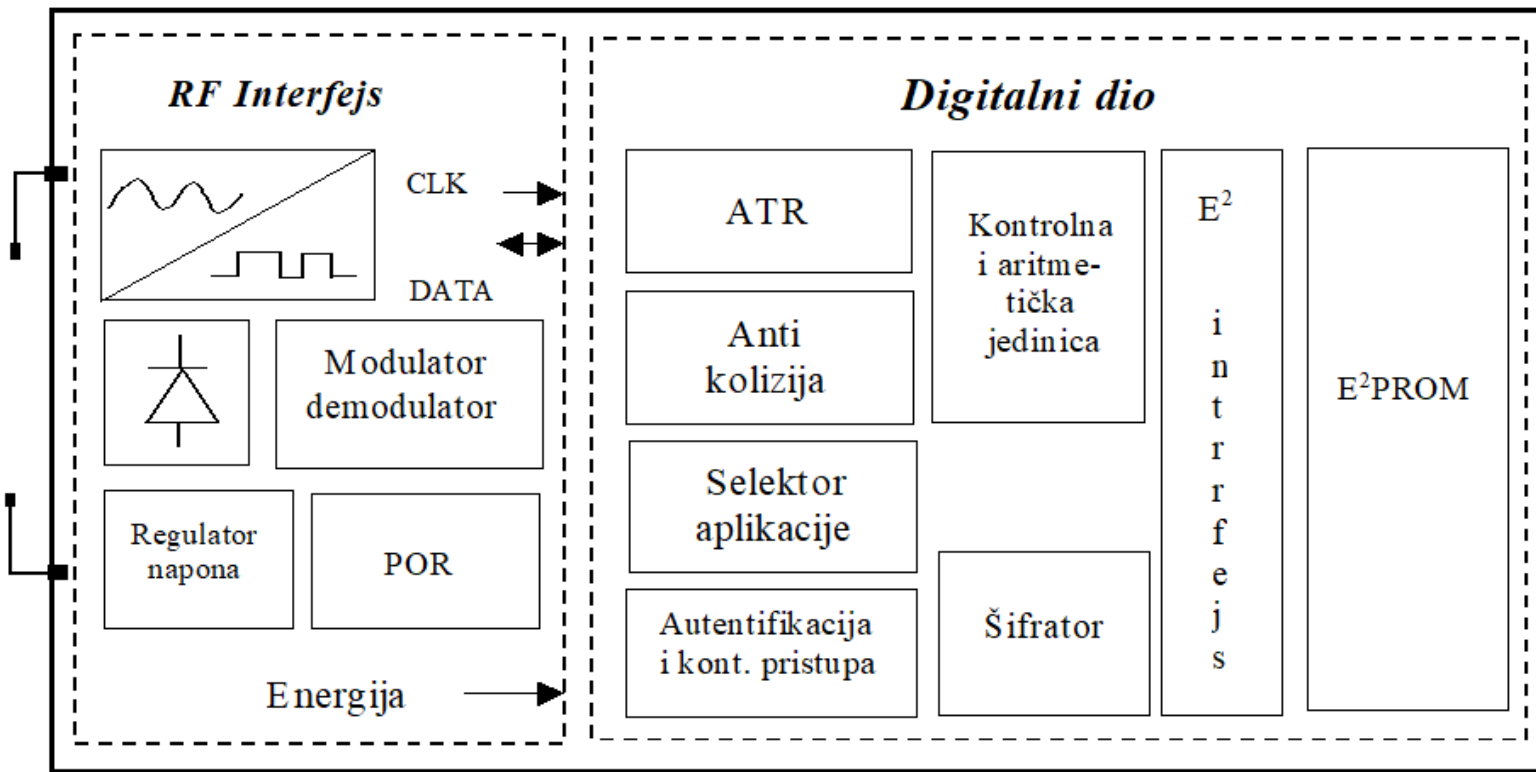
Kriptovanje podataka.

Jedinstveni serijski broj

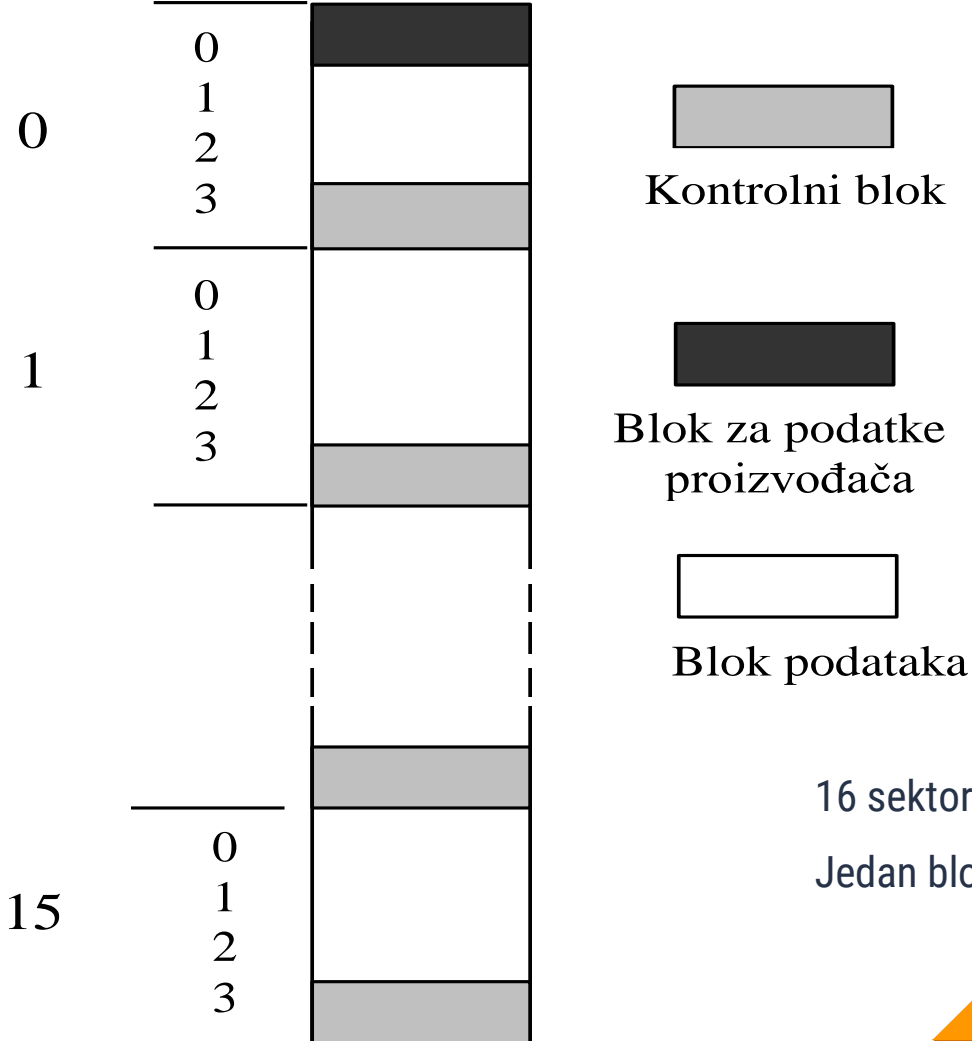
Jednostavna konstrukcija – nekoliko navoja antene i čip.



# BLOK DIJAGRAM ELEKTRONSKE JEDINICE MF1ICS50 KARTICE



# BLOK DIJAGRAM EEPROM-A MF1ICS50 KARTICE



16 sektora sa po četiri bloka.  
Jedan blok sadrži 16 bajtova.



# KONTROLNI BLOK

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

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

Bit No. Byte No.	7 6 5 4 3 2 1 0
0	KEYSECSA
1	
2	
3	
4	
5	ACCESS CONDITIONS
6	
7	
8	
9	KEYSECSB (optional)
10	
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.

## 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

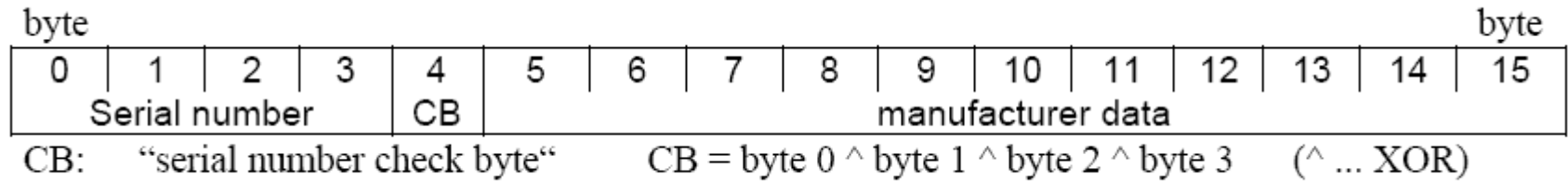
C1XY	C2XY	C3XY	read	write
0	0	0	keyA B <sup>1</sup>	key A B <sup>1</sup>
0	1	0	keyA B <sup>1</sup>	never
1	0	0	keyA B <sup>1</sup>	key B <sup>1</sup>
1	1	0	keyA B <sup>1</sup>	key B <sup>1</sup>
0	0	1	keyA B <sup>1</sup>	never
0	1	1	key B <sup>1</sup>	key B <sup>1</sup>
1	0	1	key B <sup>1</sup>	never
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)

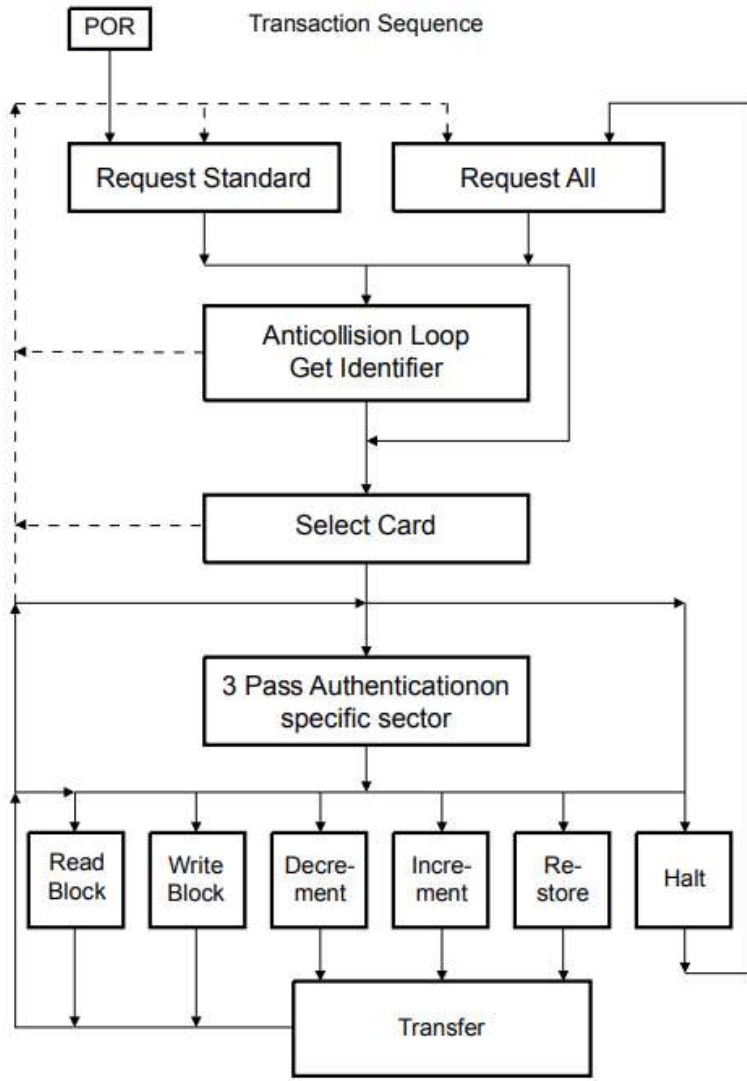
## Kontrolni blokovi

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 resetovanja 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 razmijenjena 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, može doći 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



## ESP32S3 razvojna ploča



## ESP32S3

### Sadrži 32-bitni mikrokontroler (MCU) i ESP32-S3-WROOM-1

Posjeduje Wi-Fi® + Bluetooth® Low Energy modul koji integriše kompletne Wi-Fi i Bluetooth Low Energy funkcije.



### Ulazno/izlazni (I/O) pinovi su podijeljeni u dva zaglavlja na obje strane razvojne ploče

Ovime je obezbijeđeno jednostavno povezivanje perifernih elemenata.

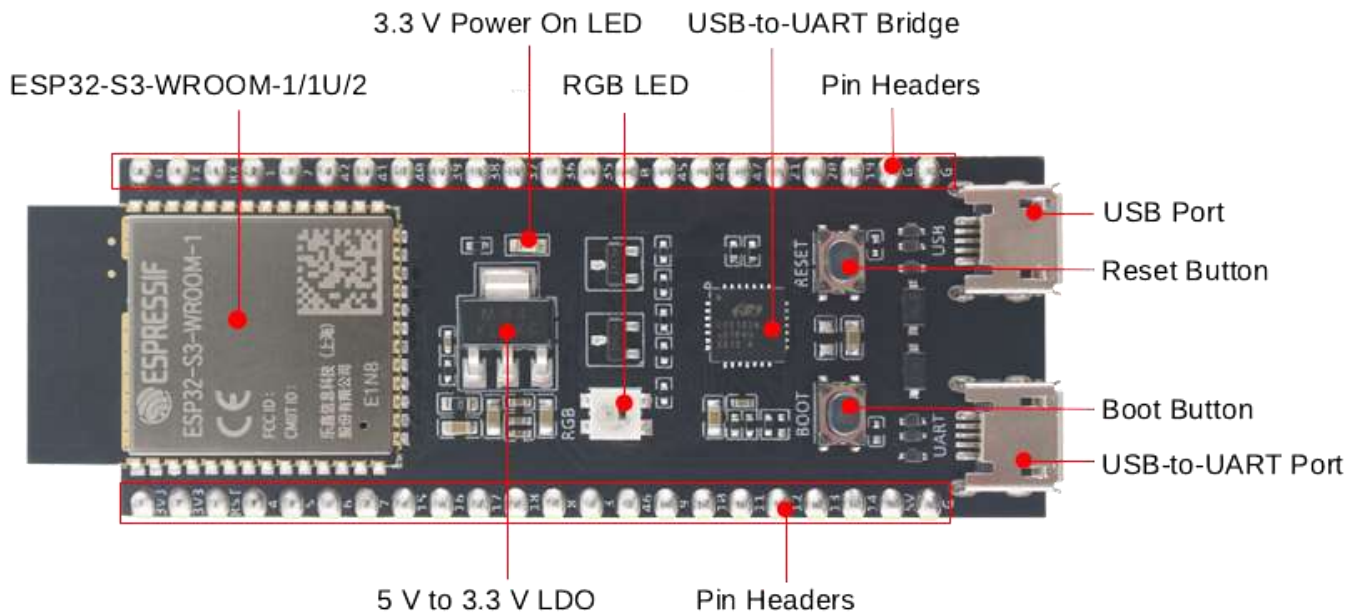
Korisnici mogu da povežu periferne uređaje pomoću kratkospojnih žica.

Mogu i da montiraju ESP32-S3 razvojnu ploču na ekperimentalnu ploču (breadboard)





# KOMPONENTE





## OPIS KOMPONENTI

### ESP32-S3-WROOM-1

- Wi-Fi + Bluetooth Low Energy modul
- Bogat skup perifernih uređaja
- PCB antena

### 5 V to 3.3 V LDO

- Regulator napajanja koji konvertuje ulaznih 5V u 3.3V na izlazu

### Pin Headers

- Svi raspoloživi GPIO pinovi (osim SPI bus za flešovanje) su izvedeni na pinove zaglavlja na obje strane ploče.

### USB-to-UART Port

- Micro-USB port
- Za napajanje ploče.
- Za flešovanje aplikacije u čip
- Za komunikaciju sa čipom putem USB-to-UART mosta

### Boot Button

- Dugme za preuzimanje.
- Ako se drži pritisnutim, a zatim se pritisne RESET dugme, pokreće se režim preuzimanja firmware-a, za njegovo preuzimanje putem serijskog porta

### Reset Button

- Dugme za resetovanje.

### USB Port

- USB OTG pune brzine.
- Usaglašen sa USB 1.1 specifikacijom
- Koristi se za napajanje ploče, flešovanje aplikacije u čip, za komunikaciju sa čipom pomoću USB 1.1 protokola, kao i za JTAG debugiranje.

### USB-to-UART Bridge

- Jedan USB-to-UART čip koji obezbeđuje brzine prenosa do 3Mbps.

### RGB LED

- Adresabilna RGB LED, upravljana pinom GPIO38

### 3.3 V Power On LED

- Uključuje se kada je USB napajanje priključeno na ploču



# ESP32-S3-WROOM-1 – OSNOVNE KARAKTERISTIKE

## CPU i memorija

- ESP32-S3 series, Xtensa®
- Dual-core 32-bit LX7 mikreprocessor (with single precision FPU), up to 240 MHz.
- 384 KB ROM
- 512 KB SRAM
- 16 KB SRAM in RTC
- Up to 16 MB PSRAM

## Wi-Fi

- 802.11 b/g/n
- Bit rate: 802.11n up to 150 Mbps

## Bluetooth

- Bluetooth LE: Bluetooth 5, Bluetooth mesh
- speed: 125 Kbps, 500 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps

## Integrisane komponente u modulu

- 40 MHz crystal oscillator
- Up to 16 MB Quad SPI flash

## Periferije

- GPIO, SPI, LCD interface,
- Camera interface,
- UART, I2C, I2S, remote control,
- pulse counter, LED PWM, full-speed USB 2.0 OTG,
- USB Serial/JTAG controller,
- MCPWM (Motor Control PWM),
- SDIO (Secure Digital Input/Output) host,
- GDMA (General Direct Memory Access),
- TWAI® (compatible with ISO 11898-1),
- RMT (Remote Control Transmitter and Receiver Module),
- ADC,
- touch sensor, temperature sensor, timers and watchdogs

## Antena

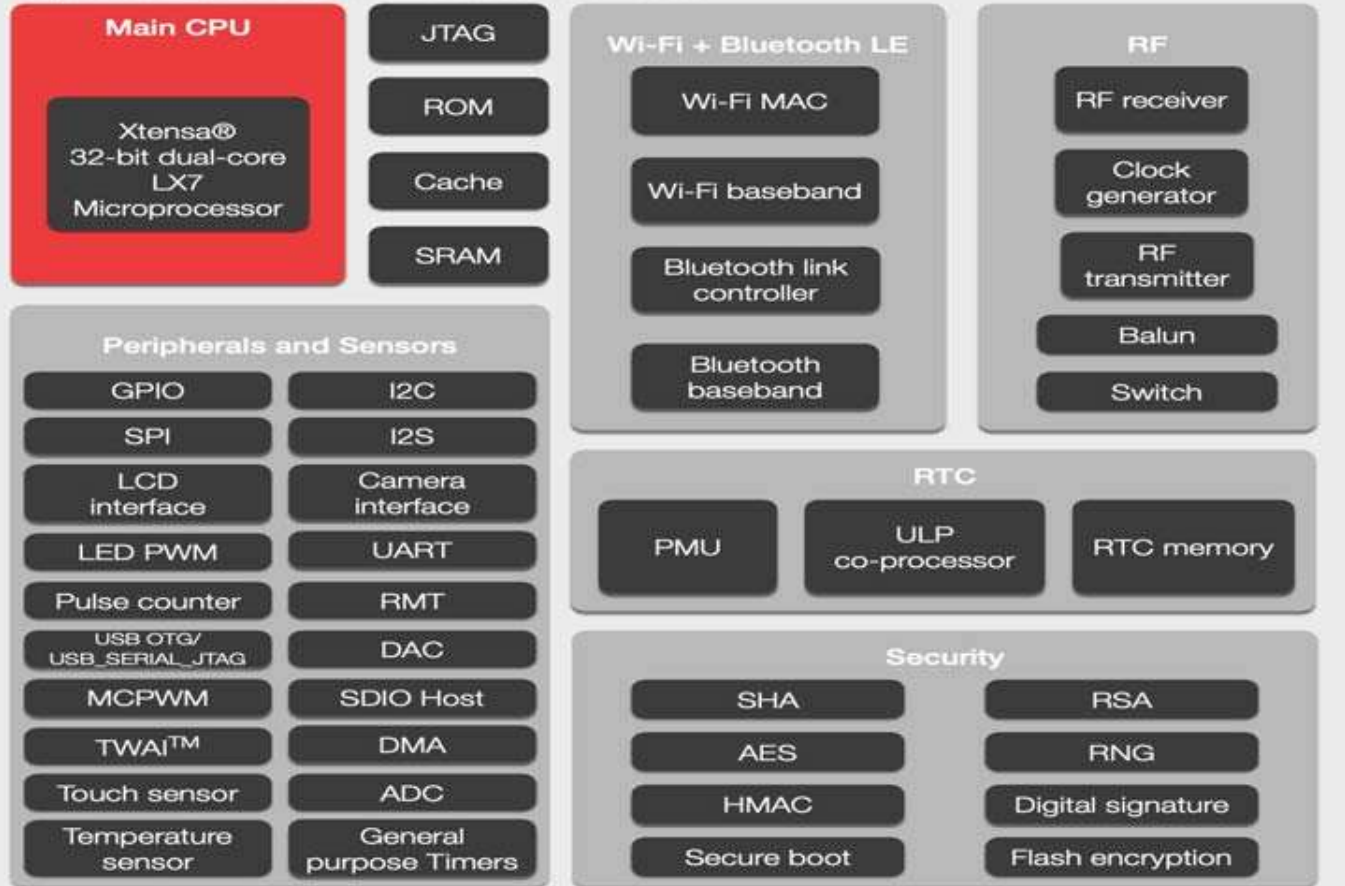
- On-board PCB antenna.

## Uslovi rada

- radni napon/napajanje: 3.0 ~ 3.6 V

# ESP32-S3-WROOM-1 - BLOK DIJAGRAM

## Espressif's ESP32-S3 Wi-Fi + Bluetooth LE SoC





## Single precision FPU (Floating point unit)

- FPU (Jedinica s pomičnim zarezom) jednostruke preciznosti u mikrokontrolerima se odnosi na sposobnost mikrokontrolera da izvodi aritmetičke operacije s pomičnim zarezom. Jednostruki precizni brojevi sa pokretnim zarezom obično zauzimaju 32 bita u memoriji i usklađeni su sa IEEE 754 standardom za aritmetiku sa pomičnim zarezom.
- Posjedovanje jednog preciznog FPU-a u mikrokontroleru omogućava mu da izvodi proračune koji uključuju realne brojeve sa većim opsegom i preciznošću, u poređenju sa aritmetikom fiksne tačke (koja je ograničena na cele brojeve ili fiksne decimalne tačke). Ovo je posebno korisno u aplikacijama koje zahtevaju matematičke proračune, kao što su obrada signala, naučno računanje, grafičko prikazivanje i još mnogo toga.
- Sa jednim preciznim FPU-om, mikrokontroleri mogu efikasno da rukovode operacijama kao što su sabiranje, oduzimanje, množenje i dijeljenje koje uključuju brojeve sa pokretnim zarezom, omogućavajući im da izvršavaju složenije algoritme i zadatke koji zahtijevaju veću preciznost numeričkih izračunavanja.



## RTC (Real Time Clock)

U mikrokontrolerima, RTC je skraćenica za sat realnog vremena. RTC je periferna jedinica koja pruža precizne funkcije mjerenja vremena, čak i kada je mikrokontroler u low-power stanju ili je potpuno izgubio napajanje.

Ključne karakteristike i funkcije RTC-a u ESP32 mikrokontrolerima uključuju:

- **Mjerenje vremena:** RTC obezbeđuje sat u realnom vremenu koji prati trenutno vreme i datum. Može se konfigurisati da održava vrijeme u različitim formatima, kao što su sekunde, minute, sati, dan u nedelji, dan u mjesecu, mjesec i godina.
- **Mala potrošnja:** RTC je dizajniran da radi sa minimalnom potrošnjom energije, omogućavajući mu da nastavi sa mjerenjem vremena čak i kada je ostatak mikrokontrolera u režimu mirovanja. Ovo je neophodno za aplikacije koje zahtevaju tačno mjerenje vremena uz uštedu energije.
- **Rezervna baterija:** Da bi se obezbedio neprekidan rad čak i tokom gubitka struje, RTC obično uključuje rezervnu bateriju ili superkondenzator. Ovaj rezervni izvor napajanja održava funkciju merenja vremena RTC-a kada glavni izvor napajanja nije dostupan.



## RTC (Real Time Clock)

Ključne karakteristike i funkcije RTC-a u ESP32 mikrokontrolerima uključuju - nastavak:

- **Funkcionalnost alarma:** RTC često uključuje funkciju alarma, omogućavajući programerima da konfiguriraju određena vremena da se mikrokontroler probudi iz režima spavanja ili da obavlja druge zadatke.
- **Kalibracija:** Neki RTC moduli obezbeđuju funkcije kalibracije za kompenzaciju odstupanja u tačnosti sata tokom vremena. Kalibracija omogućava preciznije merenje vremena, posebno u aplikacijama koje zahtevaju visoku preciznost.
- **Integracija sa režimima spavanja:** RTC je čvrsto integrisan sa režimima spavanja, omogućavajući mikrokontroleru da uđe u stanja niske potrošnje, istovremeno osiguravajući da RTC nastavi da funkcioniše.

Sve u svemu, RTC u ESP32 mikrokontrolerima pruža esencijalnu funkcionalnost merenja vremena za širok spektar aplikacija, uključujući IoT uređaje, prenosive uređaje, registratore podataka i još mnogo toga.



# PSRAM (Pseudo Static Random Access Memory)



PSRAM je skraćenica za „Pseudo statička memorija sa slučajnim pristupom“. To je vrsta memorije sa slučajnim pristupom (RAM) koja se obično koristi u mikrokontrolerima i drugim ugrađenim sistemima.

PSRAM kombinuje karakteristike SRAM (statička memorija sa slučajnim pristupom) i DRAM (dinamička memorija sa slučajnim pristupom).

PSRAM nudi brzo vrijeme pristupa slično SRAM-u, što ga čini pogodnim za brzu obradu podataka u mikrokontrolerima.

Za razliku od SRAM-a, PPSRAM koristi DRAM jezgro sa ugrađenim kolom za osvježavanje koje automatski osvježava memorijske ćelije, eliminišući potrebu za eksternim operacijama osvježavanja. Ova karakteristika daje PPSRAM-u njegovu „pseudostatičku“ karakteristiku, jer se ponaša više kao statički RAM u smislu brzine pristupa i jednostavnosti korišćenja.

PSRAM se često koristi u mikrokontrolerima i ugrađenim sistemima gde su i brzina i gustina važni faktori. Obezbeđuje veću gustinu memorije u poređenju sa tradicionalnim SRAM-om, što ga čini pogodnim za aplikacije koje zahtijevaju veće količine memorije, kao što su baferovanje podataka za komunikacione interfejse, skladištenje grafičkih podataka, keširanje koda ili podataka i još mnogo toga

Ukratko, PPSRAM u mikrokontrolerima nudi ravnotežu između brzine SRAM-a i gustine DRAM-a, omogućavajući raznovrsan izbor za aplikacije koje intenzivno koriste memoriju.





## Quad SPI flash



Quad SPI flash se odnosi na tip interfejsa fleš memorije koji omogućava brzi prenos podataka između mikrokontrolera, kao što je ESP32, i eksterne fleš memorije.

U kontekstu ESP32 mikrokontrolera, Quad SPI flash obično se odnosi na SPI (Serial Peripheral Interface) fleš memoriju koja podržava četverostruki SPI režim, omogućavajući brzine prenosa podataka znatno brže od tradicionalne SPI fleš memorije.

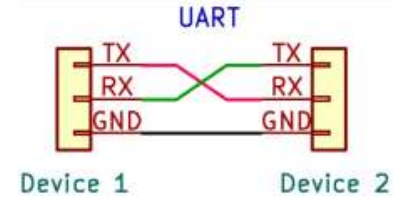
Mikrokontroler ESP32, koji je razvio Espressif Systems, obično integriše Quad SPI flash memoriju za skladištenje firmvera, konfiguracionih podataka i drugih resursa.

Quad SPI flash memorija ima nekoliko prednosti, uključujući veće brzine čitanja i pisanja u poređenju sa standardnim SPI fleš memorijom, što je čini pogodnom za aplikacije koje zahtevaju brzi pristup podacima, kao što su obrada podataka u realnom vremenu, multimedijalne aplikacije i skladištenje firmvera.

Korišćenjem Quad SPI interfejsa, ESP32 mikrokontroleri mogu postići brže izvršavanje programa i poboljšane performanse, što ih čini pogodnim za širok spektar aplikacija za IoT (Internet stvari), industrijske i potrošačke elektronike.



## UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)



UART je skraćenica za univerzalni asinhroni prijemnik/predajnik. To je uobičajeni komunikacioni interfejs koji se nalazi u mikrokontrolerima i drugim digitalnim integrisanim kolima, koji se koristi za serijsku komunikaciju između uređaja.

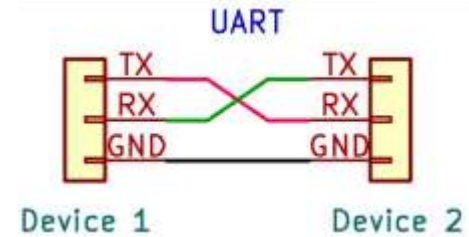
UART omogućava prenos i prijem podataka između mikrokontrolera (ili host uređaja) i perifernih uređaja (ili drugih mikrokontrolera) na serijski način. .

Ključne osobine UART-a u mikrokontrolerima uključuju:

- **Asinhrona komunikacija:** UART komunikacija je asinhrona, što znači da se podaci prenose bez zajedničkog signala takta. Umjesto toga, i uređaji za prenos i prijem moraju da se dogovore o zajedničkoj brzini prenosa podataka kako bi sinhronizovali vreme prenosa i prijema podataka.
- **Simpleksna, poludupleksna i full duplex komunikacija :** UART podržava simpleks komunikaciju (jednosmernu) ili poludupleks komunikaciju (dvosmernu, ali ne istovremeno), kao i full-duplex komunikaciju, kada je riječ o hardverski realizovanom UART-u. U poludupleksnom režimu, uređaji mogu da prenose i primaju podatke preko iste komunikacione linije, ali ne u isto vreme.



# UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter)



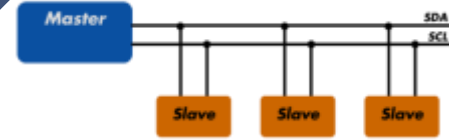
Ključne osobine UART-a u mikrokontrolerima uključuju - nastavak:

- **Linije serijskih podataka:** UART komunikacija obično uključuje dvije linije:
  - ▷ TX (Transmit): Linija koju koristi uređaj za slanje podataka.
  - ▷ RX (Receive): Linija koju koristi prijemni uređaj za prijem podataka.
- **Komunikacija zasnovana na znakovima:** UART komunikacija funkcioniše na bazi karaktera po karakter, pri čemu se svaki karakter obično sastoji od početnog bita, bitova podataka (obično 8 bitova), opcionog bita parnosti za otkrivanje greške i jednog ili više stop bitova za označavanje kraja znaka.
- **Konfigurabilni parametri:** UART interfejsi u mikrokontrolerima često podržavaju konfigurabilne parametre kao što su brzina prenosa, format podataka (broj bitova podataka, paritet i stop bitovi) i kontrola toka (hardver ili softver).
- **Široko korišćen:** UART se široko koristi u mikrokontrolerima i drugim ugrađenim sistemima za različite aplikacije, uključujući serijsku komunikaciju sa perifernim uređajima kao što su senzori, displeji, GPS moduli, bežični moduli i drugi mikrokontroleri.

Sve u svemu, UART u mikrokontrolerima pruža jednostavno i pouzdano sredstvo za serijsku komunikaciju, što ga čini osnovnom komponentom u mnogim ugrađenim sistemima i IoT aplikacijama



## I2C (Inter-Integrated Circuit)



I2C je skraćenica za Inter-Integrated Circuit. To je popularan serijski komunikacioni protokol koji se koristi za komunikaciju između integriranih kola, uključujući mikrokontrolere, senzore, memorijske čipove i druge periferne uređaje.

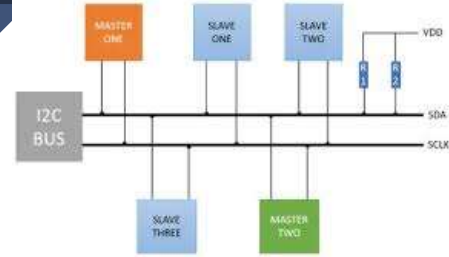
I2C se široko koristi u ugrađenim sistemima i IoT uređajima zbog svoje jednostavnosti, svestranosti i efikasnosti.

Ključne osobine I2C-a u mikrokontrolerima uključuju:

- **Dvožična komunikacija:** I2C komunikacija koristi samo dvije žice za prenos podataka: liniju serijskih podataka (SDA) i liniju serijskog takta (SCL). Ovo ga čini jednostavnim i efikasnim interfejsom za povezivanje više uređaja na istoj magistrali.
- **Master-Slave arhitektura:** U I2C komunikaciji, jedan uređaj djeluje kao master i inicira prenos podataka, dok jedan ili više uređaja djeluju kao slave i odgovaraju na komande od mastera. Master kontroliše komunikacionu magistralu i diktira vrijeme prenosa podataka.
- **Sinhrona komunikacija:** I2C komunikacija je sinhrona, što znači da se podaci prenose na osnovu zajedničkog takt signala koji generiše glavni uređaj. Ovo obezbeđuje tačno vrijeme prenosa i prijema podataka.
- **Adresiranje:** Svaki slave uređaj, povezan na I2C magistralu, ima jedinstvenu 7-bitnu ili 10-bitnu adresu koja mu je dodijeljena. Glavni uređaj koristi ove adrese za odabir specifičnih slave uređaja za komunikaciju.



## I2C (Inter-Integrated Circuit)



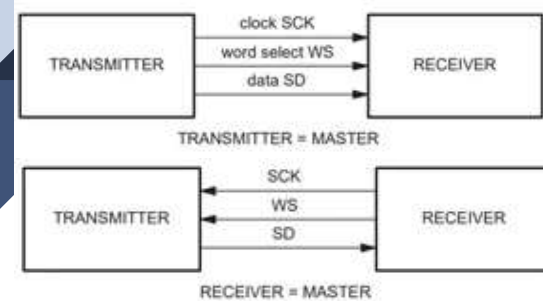
Ključne osobine I2C-a u mikrokontrolerima uključuju - nastavak:

- **Podrška za više mastera:** I2C podržava rad sa više mastera, omogućavajući višestrukim glavnim uređajima da dele istu magistralu. Mehanizmi za detekciju kolizije i arbitražu obezbeđuju da samo jedan glavni uređaj može istovremeno da kontroliše magistralu, kako bi se spriječilo oštećenje podataka.
- **Fleksibilne brzine prenosa podataka:** I2C podržava promenljive brzine prenosa podataka, sa standardnim režimom (do 100 kbps), brzim režimom (do 400 kbps), brzim režimom plus (do 1 Mbps) i režimom velike brzine (do 3,4 Mbps), definisano u I2C specifikaciji.
- **Mehanizam potvrde:** Nakon prijema svakog bajta podataka, prijemni uređaj (bilo glavni ili podređeni) šalje signal potvrde (ACK) da naznači uspešan prijem. Ako dođe do greške ili uređaj ne može da primi podatke, on šalje signal nepotvrde (NACK).

Sve u svemu, I2C je široko korišćen serijski komunikacioni protokol u mikrokontrolerima koji nudi jednostavnost, fleksibilnost i svestranost za povezivanje različitih uređaja na istoj magistrali.



## I2S (Inter-IC Sound)



I2S je skraćenica za Inter-IC Sound. To je serijski komunikacioni protokol koji se koristi za prenos digitalnih audio podataka između integrisanih kola, kao što su mikrokontroleri, procesori digitalnih signala (DSP), audio kodeci i druge periferije povezane sa zvukom.

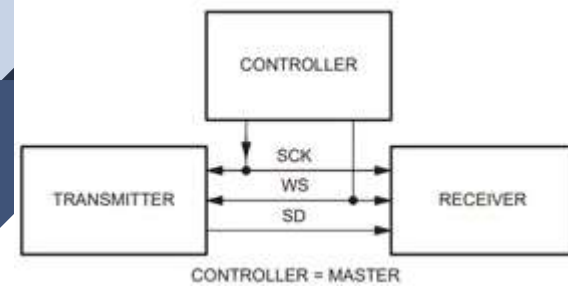
I2S se obično koristi u mikrokontrolerima i ugrađenim sistemima za audio reprodukciju, snimanje i obradu.

Ključne osobine I2S-a u mikrokontrolerima uključuju:

- **Serijska komunikacija:** I2S komunikacija je sinhroni serijski protokol dizajniran posebno za prenos digitalnih audio podataka između uređaja. Koristi odvojene linije podataka za audio podatke (SD), liniju za odabir riječi (WS) za označavanje početka novog audio uzorka i takt liniju (SCK) za sinhronizaciju prenosa podataka.
- **Master-Slave arhitektura:** U I2S komunikaciji, jedan uređaj deluje kao master i generiše signal takta, dok jedan ili više uređaja deluju kao slave i sinhronizuju svoj prenos i prijem podataka sa signalom takta mastera.
- **Format podataka:** I2S podržava različite formate podataka za audio prenos, uključujući standardni format (I2S), format poravnat lijevo (poravnano lijevo) i format poravnato desno (desno poravnato). Ovi formati određuju raspored bitova audio uzorka unutar toka podataka.



## I2S (Inter-IC Sound)



Ključne osobine I2C-a u mikrokontrolerima uključuju -nastavak:

- **Brzi prenos podataka:** I2S podržava velike brzine prenosa podataka pogodne za prenos digitalnih audio podataka sa velikom pouzdanošću. Maksimalna brzina prenosa podataka zavisi od frekvencije takta i broja kanala podataka (npr. mono, stereo ili višekanalni audio)..
- **Niska latencija:** Latencija u mikrokontrolerima se odnosi na kašnjenje ili količinu vremena potrebnog mikrokontroleru da odgovori na pobudu ili da završi zadatak. I2S komunikacija obično ima malu latenciju, što je čini pogodnom za audio aplikacije u realnom vremenu kao što su audio reprodukcija, snimanje i digitalna obrada signala.
- **Integracija sa audio periferijama:** I2S interfejsi u mikrokontrolerima se mogu povezati sa eksternim audio kodecima, digitalno-analognim pretvaračima (DAC), analogno-digitalnim pretvaračima (ADC) i drugim uređajima povezanim sa zvukom.
- **Fleksibilnost:** I2S je fleksibilan protokol koji može da podrži različite audio formate, brzine uzorkovanja i dubine bita (broj bitova koji se koriste za predstavljanje amplitude audio odbirka).

Sve u svemu, I2S je široko korišćen serijski komunikacioni protokol u mikrokontrolerima i ugrađenim sistemima za digitalne audio aplikacije, pružajući velike brzine, niske latencije i fleksibilne mogućnosti prenosa audio podataka.



## USB OTG (On-The-Go)

USB OTG (On-The-Go) u ESP32 mikrokontrolerima se odnosi na sposobnost ESP32 da deluje i kao USB host i kao USB uređaj. Ova funkcija omogućava ESP32 da dinamički mijenja svoju USB ulogu u zavisnosti od povezanog uređaja.

Kada djeluje kao USB host, ESP32 može da komunicira sa USB uređajima kao što su tastature, miševi, USB fleš diskovi ili čak drugi mikrokontroleri. Može da pokrene prenos podataka, da kontroliše povezane uređaje i da im obezbijedi napajanje ako je potrebno.

S druge strane, kada se ponaša kao USB uređaj, ESP32 može biti prepoznat od strane glavnog uređaja kao što je računar ili pametni telefon. Ovo omogućava da se ESP32 pojavi kao USB periferna jedinica, omogućavajući funkcionalnosti kao što su USB serijska komunikacija, USB masovno skladištenje (ponaša se kao USB fleš disk) ili čak druge prilagođene implementacije USB uređaja.

USB OTG funkcionalnost u ESP32 mikrokontrolerima uveliko proširuje njihovu svestranost i omogućava širok spektar aplikacija gde je potrebna USB konekcija. Pruža fleksibilnost i za interakciju sa USB perifernim uređajima i za predstavljanje sebe kao USB uređaj drugim domaćinima.





## USB Serial/JTAG controller

USB serijski/JTAG kontroler u mikrokontrolerima je periferni ili integrisani modul koji obezbeđuje USB povezivanje i olakšava serijsku komunikaciju i JTAG (Joint Test Action Group) mogućnosti otklanjanja grešaka..

Evo pregleda njegovih funkcionalnosti:

- **USB povezivanje:** USB (univerzalna serijska magistrala) interfejs omogućava mikrokontroleru da se poveže sa glavnim računarom ili drugim uređajima koji posjeduju USB priključak. Ovo omogućava različite funkcije kao što su prenos podataka, ažuriranja firmware-a i podešavanja konfiguracije.
- **Serijska komunikacija:** USB serijska komponenta kontrolera omogućava mikrokontroleru da komunicira sa glavnim računarom ili drugim uređajima koristeći serijski protokol, obično UART (Univerzalni asinhroni prijemnik/predajnik) protokol. Ovo omogućava razmenu podataka, komandi i informacija o statusu između mikrokontrolera i spoljnih uređaja.
- **JTAG otklanjanje grešaka:** JTAG je standardni interfejs za otklanjanje grešaka koji se obično koristi u mikrokontrolerima i drugim digitalnim uređajima za otklanjanje grešaka hardvera i testiranje granica. USB kontroler pruža JTAG funkcionalnost, omogućavajući programerima da obavljaju zadatke kao što su otklanjanje grešaka koda i flešovanje programa.



## USB Serial/JTAG controller

Evo pregleda njegovih funkcionalnosti - nastavak:

- **Programiranje i flešovanje:** USB serijski/JTAG kontroler takođe može da podržava programiranje i flešovanje firmvera ili konfiguracionih podataka mikrokontrolera. Omogućava ažuriranje firmvera i promjene konfiguracije direktno sa glavnog računara pomoću USB veze.
- **Konfiguracija i kontrola:** USB kontroler može da obezbijedi opcije konfiguracije i kontrolne funkcije za upravljanje USB interfejsom, parametrima serijske komunikacije, JTAG podešavanjima za otklanjanje grešaka i drugim srodnim funkcionalnostima.

Sve u svemu, USB serijski/JTAG kontroler u mikrokontrolerima poboljšava svestranost i upotrebljivost mikrokontrolera obezbeđujući USB povezivanje, mogućnosti serijske komunikacije i podršku za otklanjanje grešaka u JTAG-u.



## MCPWM (Motor Control PWM)

MCPVM je skraćenica za „Motor Control PVM“. Odnosi se na specijalizovani PWM (Pulse Width Modulation) modul koji je posebno dizajniran da olakša aplikacije za upravljanje radom motora.

Evo pregleda nekih njegovih ključnih karakteristika:

- **Kontrola motora:** MCPVM modul je skrojen da podržava različite tehnike upravljanja motorima, uključujući kontrolu DC motora, koračnih motora i DC motora bez četkica (BLDC). Obezbeđuje neophodne PWM signale i karakteristike potrebne za preciznu kontrolu brzine motora i obrtnog momenta.
- **Više PWM kanala:** MCPVM obično nudi više PWM kanala, omogućavajući istovremenu kontrolu više motora ili faza motora u aplikacijama za upravljanje višefaznim motorom. Ovi kanali mogu da rade nezavisno ili sinhrono, u zavisnosti od zahteva upravljanja motorom.
- **Generisanje mrtvog vremena:** MCPVM modul uključuje karakteristike za generisanje mrtvog vremena između komplementarnih PWM signala. Mrtvo vrijeme je od suštinskog značaja za preveniranje shoot-through struja u strujnim krugovima motora, obezbeđujući siguran i efikasan rad motora..



## MCPWM (Motor Control PWM)

Evo pregleda njegovih ključnih karakteristika - nastavak:

- **Kontrola faze:** Neke implementacije MCPVM-a u mikrokontrolerima podržavaju napredne tehnike kontrole motora kao što je kontrola orijentisana na polje (FOC) ili kontrola bez senzora.
- **Zaštita od greške:** MCPVM moduli često uključuju ugrađene mehanizme zaštite od kvarova. Za otkrivanje i rukovanje kvarovima motora kao što su prekomerna struja, prenapon ili uslovi previsoke temperature. Ove zaštitne karakteristike pomažu u sprečavanju oštećenja motora i drugih komponenti sistema u slučaju kvarova.
- **Integracija sa algoritmima za kontrolu motora:** MCPVM moduli su dizajnirani da rade besprekorno sa algoritmima kontrole motora implementiranim u firmware-u ili software-u. Oni pružaju neophodnu hardversku podršku za efikasno i tačno izvršavanje algoritama upravljanja motorom.

Sve u svemu, MCPVM u mikrokontrolerima je namenski hardverski modul optimizovan za aplikacije kontrole motora. Obezbeđuje osnovne PWM signale, karakteristike i zaštitne mehanizme potrebne za preciznu i pouzdanu kontrolu različitih tipova motora u ugrađenim sistemima, robotici, industrijskoj automatizaciji i drugim aplikacijama.



## SDIO (Secure Digital Input/Output) host

SDIO (Secure Digital Input/Output) host se odnosi na hardverski interfejs koji omogućava mikrokontroleru da komunicira sa SD (Secure Digital) i SDIO uređajima kao što su SD memorijske kartice, SDIO WiFi moduli i druge periferne uređaje koji podržavaju SDIO standard.

Evo koje funkcionalnosti omogućava SDIO host:

- **Brzi prenos podataka:** SDIO host interfejs podržava brzi prenos podataka između mikrokontrolera i SD/SDIO uređaja, omogućavajući efikasne operacije čitanja i pisanja.
- **Interfejs SD kartice:** Pomoću SDIO host-a, mikrokontroleri mogu da komuniciraju sa SD memorijskim karticama, koje se obično koriste za skladištenje podataka u različitim sistemima i IoT aplikacijama. Ovo omogućava mikrokontroleru da čita i upisuje na SD kartice, omogućavajući funkcije kao što su evidentiranje podataka, ažuriranja firmvera i skladištenje datoteka.
- **Komunikacija sa periferijama:** Neki periferni uređaji, kao što su WiFi moduli, mogu koristiti SDIO interfejs za komunikaciju sa mikrokontrolerom. Podržavajući SDIO host, mikrokontroleri mogu da komuniciraju sa ovim perifernim uređajima, olakšavajući bežično povezivanje i druge funkcionalnosti.



## SDIO (Secure Digital Input/Output) host

Evo koje funkcionalnosti omogućava SDIO host - nastavak:

- **Raznovrsnost:** SDIO host interfejs je svestran i može se koristiti za povezivanje različitih tipova SD i SDIO uređaja, pružajući fleksibilnost u dizajnu sistema i proširujući mogućnosti projekata zasnovanih na mikrokontroleru.

Sve u svemu, funkcionalnost SDIO hosta u mikrokontrolerima poboljšava njihovu povezanost i mogućnosti skladištenja podataka omogućavajući komunikaciju sa SD i SDIO uređajima, što ih čini pogodnim za širok spektar aplikacija.



## GDMA (General Direct Memory Access)

GDMA je skraćenica za „General DMA“ ili „General Direct Memory Acces“. GDMA je funkcija koja omogućava efikasan prenos podataka između različitih memorijskih regiona i perifernih uređaja bez uključivanja CPU-a. Umesto toga, namenski DMA kontroler, poznat kao GDMA kontroler, upravlja prenosom podataka autonomno, oslobađajući CPU za druge zadatke.

Evo što GDMA omogućuje:

- **Efikasan prenos podataka:** GDMA omogućava efikasan prenos podataka između različitih perifernih uređaja i memorijskih regiona, uključujući RAM, fleš memoriju i periferije poput SPI, I2S, UART i drugih.
- **Rasterećivanje CPU-a:** Prebacivanjem zadataka prenosa podataka na GDMA kontroler, CPU se može fokusirati na druge zadatke, poboljšavajući odzivnost, kao i ukupne performanse sistema.
- **Prenos velikim brzinama:** GDMA podržava prenos podataka velikim brzinama, omogućavajući brzo i efikasno kretanje podataka unutar sistema.
- **Smanjena potrošnja energije:** Kako CPU nije uključen u upravljanje prenosom podataka, GDMA može pomoći u smanjenju ukupne potrošnje energije u sistemu, posebno u scenarijima gde je potreban česti prenos podataka.



## GDMA (General Direct Memory Access)

Evo što GDMA omogućuje - nastavak:

- **Podrška za periferne uređaje:** GDMA se može koristiti za olakšavanje prenosa podataka na i sa različitim perifernih uređaja, omogućavajući funkcije kao što su audio reprodukcija, evidentiranje podataka, bežična komunikacija i još mnogo toga.

Sve u svemu, GDMA u mikrokontrolerima pruža fleksibilan i efikasan mehanizam za prenos podataka unutar sistema, poboljšavajući performanse, smanjujući opterećenje CPU-a i omogućavajući širok spektar aplikacija.





## TWAI (Two-Wire Automotive Interface)

TWAI je skraćena za „dvožični automobilski interfejs“. TWAI je komunikacioni interfejs posebno dizajniran za automobilske aplikacije, omogućavajući mikrokontroleru da komunicira sa drugim uređajima na CAN (Controller Area Network) magistrali.

Evo nekih ključnih karakteristika i funkcija TWAI u mikorkontrolerima:

- **Komunikacija u kontrolnoj mreži (CAN):** TWAI omogućava komunikaciju preko CAN magistrale, koja se obično koristi u automobilskim sistemima za povezivanje različitih elektronskih kontrolnih jedinica (ECU), senzora, aktuatora i drugih uređaja u vozilu.
- **Podrška za standardne i proširene CAN okvire:** TWAI podržava i standardne i proširene CAN okvire, omogućavajući fleksibilnost u komunikaciji sa različitim tipovima CAN uređaja.
- **Prenos i prijem poruka:** TWAI modul omogućava mikrokontroleru da prenosi poruke na CAN magistralu i prima poruke od drugih čvorova na magistrali..
- **Konfiguracija brzine prenosa:** TWAI podržava konfigurabilne brzine prenosa, omogućavajući komunikaciju različitim brzinama u zavisnosti od zahtjeva aplikacije i CAN mreže.



## TWAI (Two-Wire Automotive Interface)

Evo nekih ključnih karakteristika i funkcija TWAI u mikorkontrolerima - nastavak:

- **Rukovanje greškama i izveštavanje:** TWAI uključuje funkcije za otkrivanje grešaka, rukovanje greškama i izveštavanje o greškama, obezbeđujući pouzdanu komunikaciju preko CAN magistrale.
- **Integracija sa automobilskim aplikacijama:** TWAI je dizajniran da ispuni zahtjeve automobilskih aplikacija, uključujući kompatibilnost sa automobilskim standardima i specifikacijama, robusnost i pouzdanost.

Sve u svemu, TWAI u mikorkontrolerima obezbeđuje namenski interfejs za komunikaciju preko CAN mreže kontrolera, što ga čini pogodnim za upotrebu u širokom spektru automobilskih aplikacija, kao što su dijagnostika vozila, kontrola motora, kontrola menjača, kontrola karoserije i još mnogo toga.



## RMT (Remote Control Transmitter and Receiver Module)

RMT periferija je specijalizirani hardverski blok dizajniran za obradu preciznih vremenskih zahtjeva za različite komunikacione protokole, posebno one koji se koriste u aplikacijama infracrvenog daljinskog upravljanja.

Evo nekih ključnih karakteristika i funkcija RMT-a u mikorkontrolerima:

- **Precizno mjerenje vremena:** RMT periferni uređaj pruža tačnu kontrolu vremena s rezolucijom ispod mikrosekunde. Ova mogućnost preciznog mjerenja vremena ključna je za generiranje i dekodiranje signala u komunikacijskim protokolima poput infracrvenog daljinskog upravljača.
- **Namjenski hardver:** RMT periferija opremljena je namjenskim hardverom za generiranje i dekodiranje signala, smanjujući opterećenje CPU-a i poboljšavajući učinkovitost sistema. To omogućuje mikrokontroleru da se nosi s vremenski kritičnim zadacima bez opsežnog softverskog opterećenja.
- **Podrška za infracrvene protokole:** RMT periferni uređaj podržava razne infracrvene protokole koji se obično koriste u aplikacijama daljinskog upravljanja, uključujući protokole NEC, Sony SIRC, RC5 i RC6. Može generirati i dekodirati signale u skladu s tim protokolima, što ga čini prikladnim za implementaciju funkcije daljinskog upravljanja.



## RMT (Remote Control Transmitter and Receiver Module)

- **Više kanala:** RMT periferija obično pruža više kanala, od kojih se svaki može nezavisno konfigurirati za odašiljanje ili primanje signala. To omogućuje istovremeni rad više komunikacionih kanala ili protokola, povećavajući fleksibilnost u dizajnu aplikacija.
- **DMA podrška:** RMT periferija podržava direktan pristup memoriji (DMA), omogućujući učinkovit prenos podataka između memorije i perifernih uređaja bez CPU intervencije. Ova funkcija poboljšava ukupne performanse i efikasnost slanja i prijema podataka.

Sve u svemu, RMT periferija u mikrokontrolerima je moćan alat za implementaciju preciznog tajmiranja i rukovanje različitim komunikacionim protokolima, posebno u aplikacijama kao što su sistemi za daljinsko upravljanje, infracrvena komunikacija i LED kontrola. Njegov namjenski hardver i podrška za DMA čine ga pogodnim za zadatke osjetljive na vreme, poboljšavajući ukupne performanse sistema.



## ESP32-S3-WROOM-1 VARIJANTE

Ordering Code <sup>1</sup>	Flash	PSRAM	Ambient Temp. (°C)	Size (mm)
ESP32-S3-WROOM-1-N4	4 MB (Quad SPI)	-	-40 ~ 85	18.0 × 25.5 × 3.1
ESP32-S3-WROOM-1-N8	8 MB (Quad SPI)	-	-40 ~ 85	
ESP32-S3-WROOM-1-N16	16 MB (Quad SPI)	-	-40 ~ 85	
ESP32-S3-WROOM-1-H4	4 MB (Quad SPI)	-	-40 ~ 105	
ESP32-S3-WROOM-1-N4R2	4 MB (Quad SPI)	2 MB (Quad SPI)	-40 ~ 85	
ESP32-S3-WROOM-1-N8R2	8 MB (Quad SPI)	2 MB (Quad SPI)	-40 ~ 85	
ESP32-S3-WROOM-1-N16R2	16 MB (Quad SPI)	2 MB (Quad SPI)	-40 ~ 85	
ESP32-S3-WROOM-1-N4R8	4 MB (Quad SPI)	8 MB (Octal SPI)	-40 ~ 65	
ESP32-S3-WROOM-1-N8R8	8 MB (Quad SPI)	8 MB (Octal SPI)	-40 ~ 65	
ESP32-S3-WROOM-1-N16R8	16 MB (Quad SPI)	8 MB (Octal SPI)	-40 ~ 65	
ESP32-S3-WROOM-1-N16R16V <sup>6</sup>	16 MB (Quad SPI)	16 MB (Octal SPI)	-40 ~ 65	



## POTREBAN HARDVER

- **ESP32-S3 razvojna ploča**
- **USB 2.0 kabl (Standard-A to Type-C)**
- **Windows, Linux, ili macOS**



## PODEŠAVANJE HARVERA

Povežite ploču sa računarom koristeći USB-to-UART port ili ESP32-S3 USB port.

Nadalje će se USB-to-UART port podrazumijevano koristiti.



## SOFTVER

Arduino razvojno okruženje (Arduino IDE)

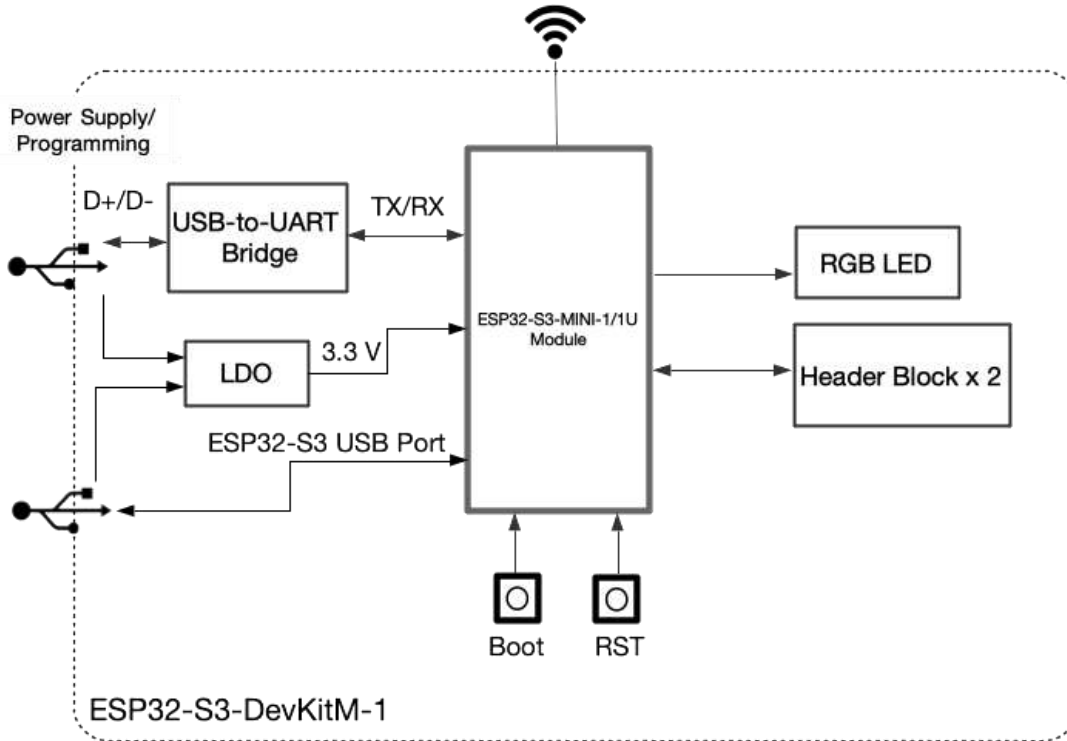
Odabiranje ploče i porta.

Slično kao rad sa Arduino UNO pločom.





# BLOK DIAGRAM POVEZIVANJA KOMPONENTI





## OPCIJE NAPAJANJA

- USB-to-UART Port i ESP32-S3 USB Port (jedan ili oba), predefinisani način napajanja (preporučeno)
- 5V i G (GND) pinovi
- 3V3 i G (GND) pinovi





## VIŠE DETALJA

Više detalja o razvojnoj ploči i njenim komponentama može se pronaći na:

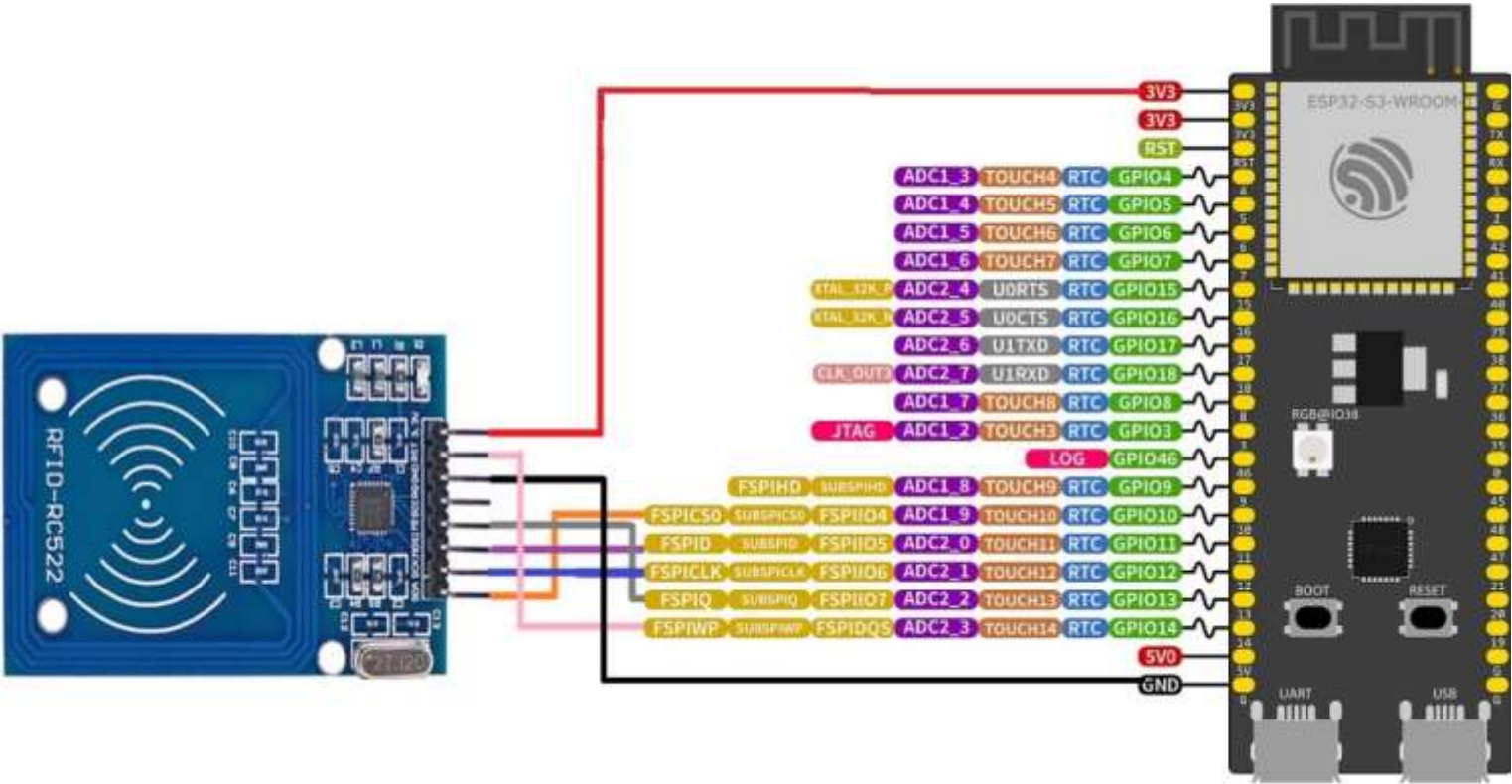
<https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32s3/hw-reference/esp32s3/user-guide-devkitc-1.html#hardware-reference>

# 3

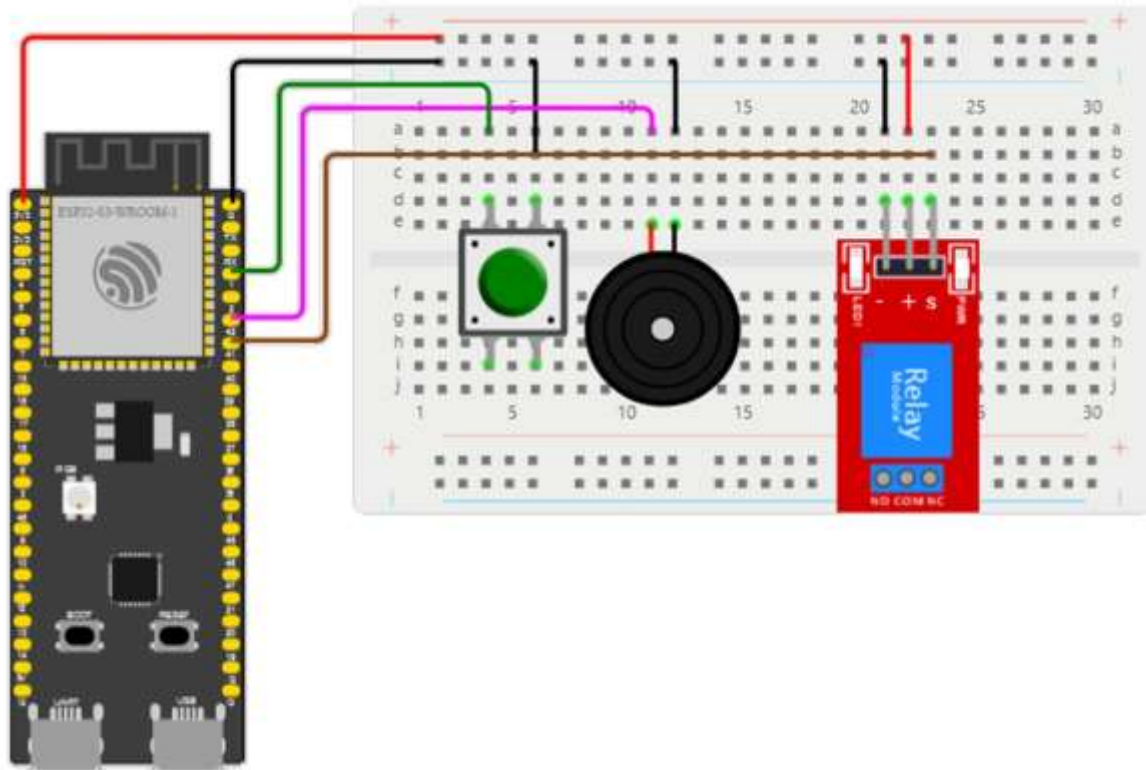
## POVEZIVANJE

RFID RC 522 i ESP32S3

# KAKO POVEZATI RFID-RC522



## KAKO POVEZATI TASTER, BUZER I RELE



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

[IDCardBasic.ino](https://www.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)



