

Primena PLC u elektroenergetici

■ Komunikacioni protokoli

Komunikacioni protokoli

Prvi sloj PLC okruženja:

- 1) Sklopna i zaštitna oprema
- 2) Lokalni senzori

Ovaj sloj se izvodi „analognim“ signalima, odnosno nema konverzije informacije iz digitalnog u analogni svet i obrnuto.

Drugi sloj PLC okruženja:

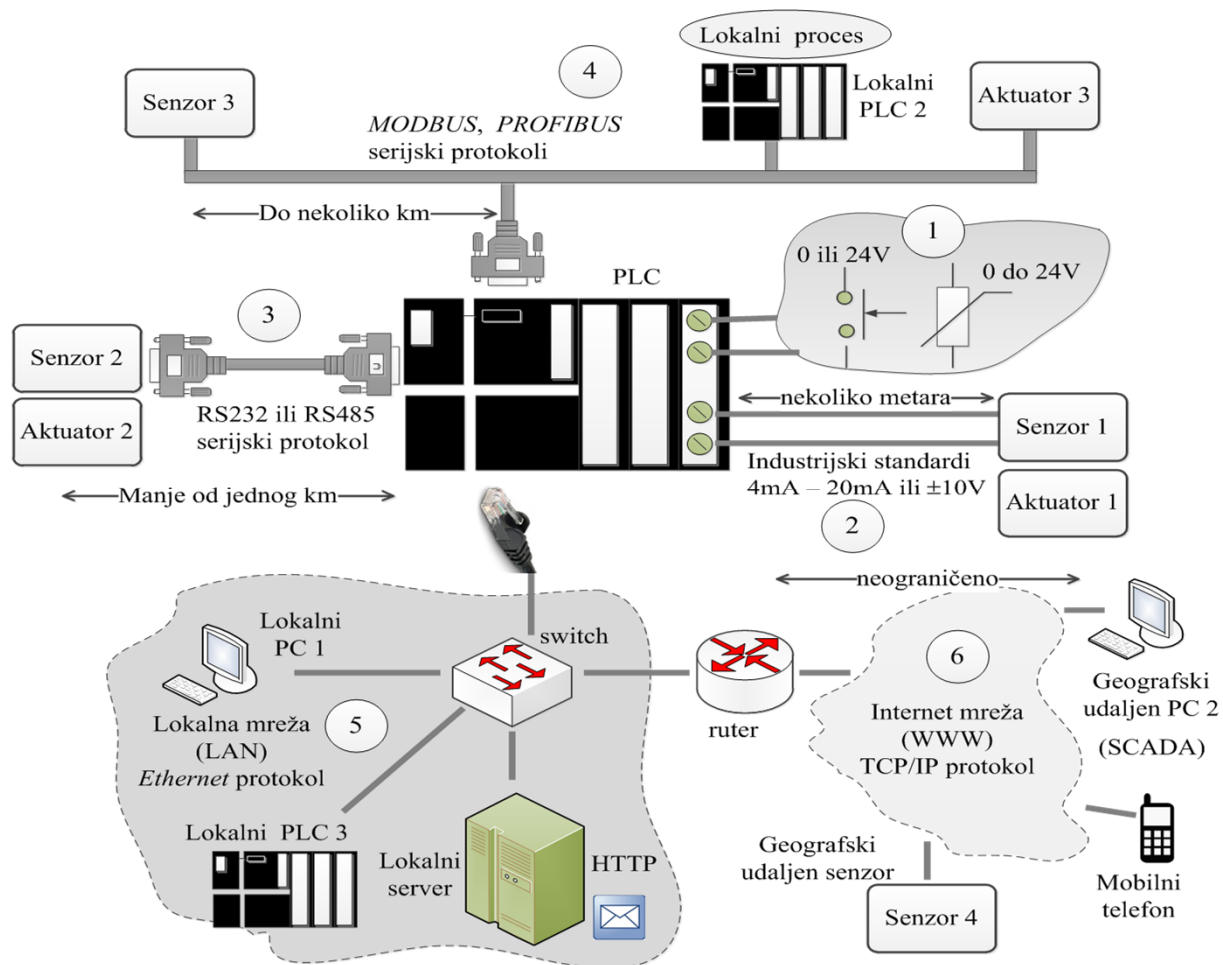
- 3) Jednostavni protokoli, malog dometa i protoka informacija (RS-232, RS-485...).
- 4) Moderni industrijski protokoli, malog dometa i protoka informacija (Modbus, Profibus...)

Ovim slojem se obezbeđuje konverzija informacija u digitalne reči koje se pouzdano mogu slati u velikim količinama ka više jedinica.

Treće sloj PLC okruženja:

- 4) LAN (lokalna) komunikacija
- 5) TCP/IP (globalna) komunikacija

Ovim slojem se obezbeđuje razmena podataka između jedinica koje se nalaze proizvoljno udaljene jedna od druge. Iako ovi protokoli primenu nalaze dominantno u komercijalnim aplikacijama, koriste se i u industriji (sve više).



■ Komunikacioni protokoli

a method for digital data communications between two or more devices in different locations, or on a network.

Some protocols used with controllers are for data communications only, usually by sensors and transmitters. Others are used for both data communications and control applications

Almost all transmitted data is at least one byte long. A byte consists of 8 consecutive bits, or binary digits. A byte can have up to 256 (2⁸) values. In reality, data is frequently communicated in 2, 4 or 8 byte units. A data unit with 2 bytes (16 bits) is often called a Word.

Digital data communications through protocols has the advantages that it is inherently more stable, reliable, and less susceptible to electrical noise than analog signals.

Fieldbus is defined as “a family of industrial computer network protocols used for realtime distributed control, standardized as IEC 61158

The BMBF (Department of Education and Research) agency of the German government recognized this need. It responded by spearheading the development of what became the PROFIBUS (Process Field Bus) group of standards.

A Network is an interconnected group of computers and/or controllers, and devices that interact with computers and controllers. A Node is a computer or other device in a network.

■ Komunikacioni protokoli

Bus Star Ring

A Point-to-Point connection

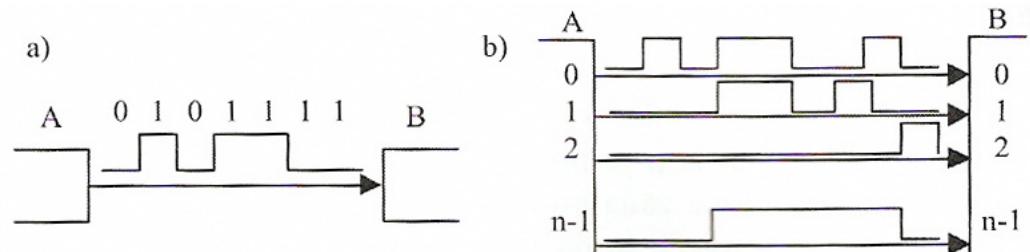
In a Star topology (Figure 1B), individual nodes are connected to a central node. Very often the central node is a Switch. Pouzdaniji od Bus-a, mada ako switch pukne... Ipak switchevi su pouzdani

If a segment fails, data can be sent in the reverse direction.

■ Komunikacioni protokoli

Postoje dva načina da se informacije (bitovi, jedinice i nule) razmenjuju između dve ili više jedinica

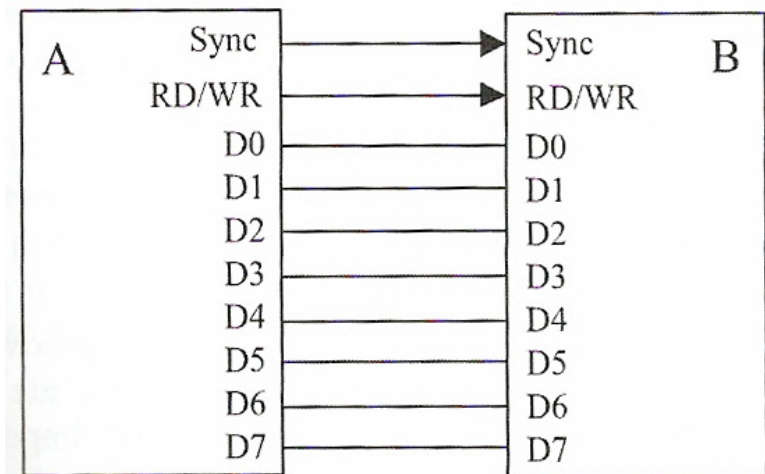
- Serijski (jedan bit u jedinici vremena, odnosno jedan za drugim)
- Paralelno (svi bitovi istovremeno)



Slika 7.2 Vrste digitalnog prenosa podataka, a) serijski, b) paralelni.

Serijska veza je sporija, ali otpornija na šum. Osim toga, zahteva manje provodnika za prenos informacija. Paralelna – obrnuto.

U opštem slučaju, serijski protokoli se koriste za prenos informacija na daljinu, dok se paralelni prenos koristi za prenos informacija unutar elektronskih sklopova (na primer između CPU-a i memorije PLC-a).



Slika 7.3 Paralelni prenos 8-bitnih podataka

Komunikacioni protokoli

Konverzija iz serijskog u paralelni prenos informacija (iz prenosa unutar PLC-a, ili nekog drugog elektronskog sklopa, u prenos u okruženju) se obavezno realizuje i za te potrebe se koriste konvertori Serial-to-parallel i Parallel-to-serial.

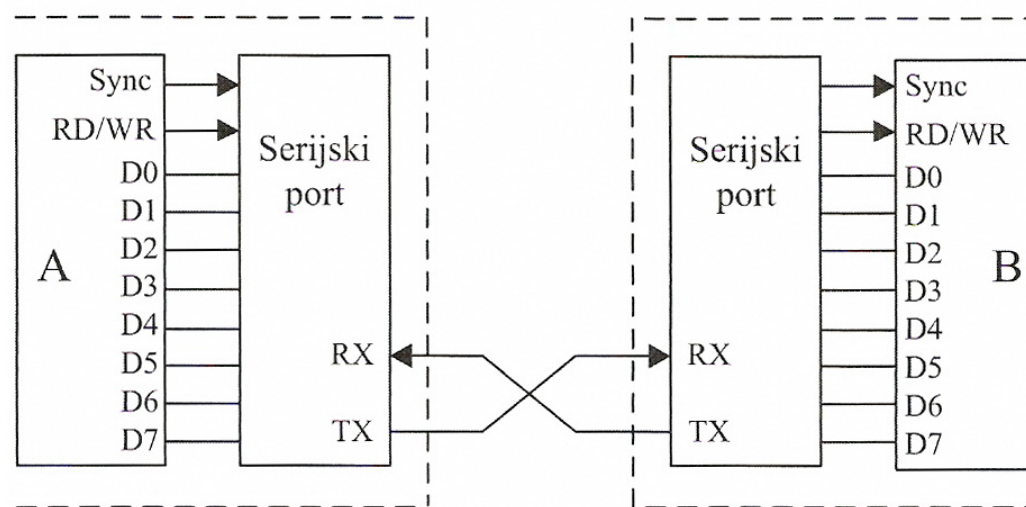
Duplex komunikacija:

Svaka jedinica ima Rx (read) i Tx (transmit) kanal (postoje minimlano dva provodnika za prenos informacija). Odnosno svaka jedinica **istovremeno** može i da šalje i prima informacije (bitove).

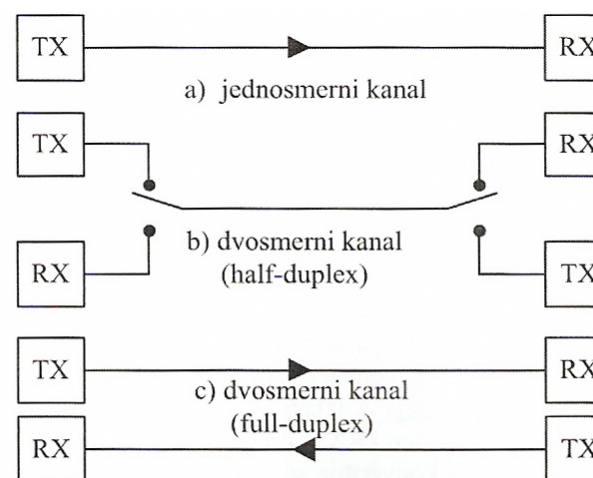
Half-duplex komunikacija:

Slično Duplex-u (protok informacija je dvosmeran), ali protok u jednom trenutku može da ide samo u jednom smeru.

Jednosmerni protok informacija podrazumeva da je jedna jedinica isključivo emiter, a druga jedinica isključivo primalac informacija.



Slika 7.4 Serijski prenos 8-bitnih podataka između udaljenih uređaja



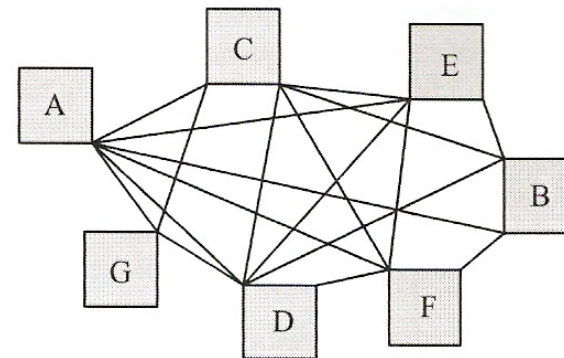
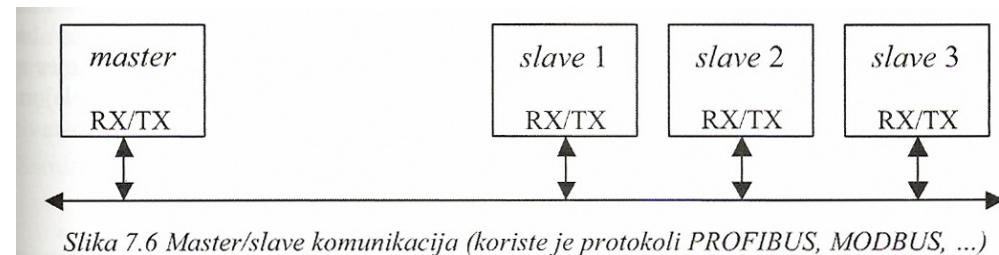
Slika 7.5 Načini prenosa signala: a) simplex, b) half-duplex, c) full-duplex

■ Komunikacioni protokoli

Duplex, half-duplex i jednosmerni protok informacija se koriste kod jednostavnih protokola (RS-232 i RS-485). Kod ovih protokola ni jedna jedinica sama po sebi nije dominantna (Master) niti podređena (Slave).

Kod složenijih industrijskih protokola (Modbus i Profibus) generalno je jedna jedinica Master, a sve ostale su Slave. Master diktira kada koja jedinica ima pravo da postavlja informacije na jedan zajednički kanal za razmenu informacija.

Kod Ethernet i TCP/IP protokola stvar je mnogo složenija - ne postoji tako kruta raspodela funkcija i svakako da jedinica koje učestvuju u komunikaciji ima mnogo (više).



Slika 7.7 Komunikacija više ravnopravnih uređaja, (Ethernet, TCP/IP,...)

■ Komunikacioni protokoli

Ovom tabelom se definišu smernice gde se koji protokol generalno koristi. Nivo 4 je najniži nivo komunikacionog sistema (manje propusne moći, prenos na manje udaljenosti) itd. Novi 1 je najviši nivo (najveće propusne moći, na najveće udaljenosti) itd.

Nivo složenosti	Tip nivoa	koriste se	Kratak opis
Nivo 1	Kancelarijski i internet protokoli (<i>LAN</i> i <i>www</i>) – <i>office network</i> -	<i>TCP/IP</i> i <i>Ethernet</i>	Veza između <i>PC</i> računara i interneta
Nivo 2	Fabrički protokoli - <i>plant protocol</i> -	<i>Ethernet</i> , <i>PROFINET</i>	Veza između <i>PC</i> , industrijskih <i>PC</i> i PLC kontrolera
Nivo 3	Procesni protokoli - <i>field bus</i> -	<i>PROFIBUS</i> , <i>MODBUS</i>	Veza PLC i inteligentnih procesnih uređaja (pogoni, napajanja, konvertori)
Nivo 4	Akvizicioni i kontrolni protokoli - <i>sensor bus</i> -	<i>CAN</i> , <i>RS485</i> , <i>PROFIBUS</i>	Veza ka raznim senzorima(temperatura, protok, snaga) i prostim aktuatorima (ventili, DA konvertori, prekidači..).

Tabela 7-1 Različiti nivoi industrijske automatizacije i korišćeni komunikacioni protokoli

■ Komunikacioni protokoli

Za svaki protokol se definiše 7 aspekata (nivoa) tog protokola. Ova tabela daje standardni način po kojem se ovi aspekti definišu.

Broj	Ime nivoa	Engleski naziv	Koje servise nivo obuhvata
7	Nivo aplikacije	<i>Application</i>	Svi servisi direktno pozivani sa korisnikom
6	Nivo prezentacije	<i>Presentation</i>	Načini za konverziju i kodiranje podataka (<i>data formats</i>).
5	Nivo sesije	<i>Session</i>	Pamti koji proces šalje podatke, definiše sesiju kao skup podataka poslanih od aplikacije.
4	Transportni nivo	<i>Transport</i>	Defragmentacija na pakete za slanje, prilagođenje podataka mrežnom nivou, kontrola prenosa paketa do konačne destinacije i reakcija na eventualne greške.
3	Mrežni nivo	<i>Network</i>	Pronalaženje ciljnog računara, račun optimalne rute za pojedine pakete (<i>routing</i>).
2	Nivo voda podataka	<i>Data link</i>	Kontrola prenosa i reakcija na greške, na nivou jednog paketa i jedne lokalne linije za prenos. Ovaj deo protokola obezbeđuje da jedan paket prođe bez greške kroz lokalnu liniju.
1	Fizički nivo	<i>Physical</i>	Definiše način kodovanja i modulisanja informacije. Definiše električne karakteristike veze, koje medije koristiti, konektore, itd.

Tabela 7-2 Nivoi OSI referentnog modela

Layer 1 (Physical): This layer considers only the physical aspects of a network; the cables, converters, interconnecting devices, etc.

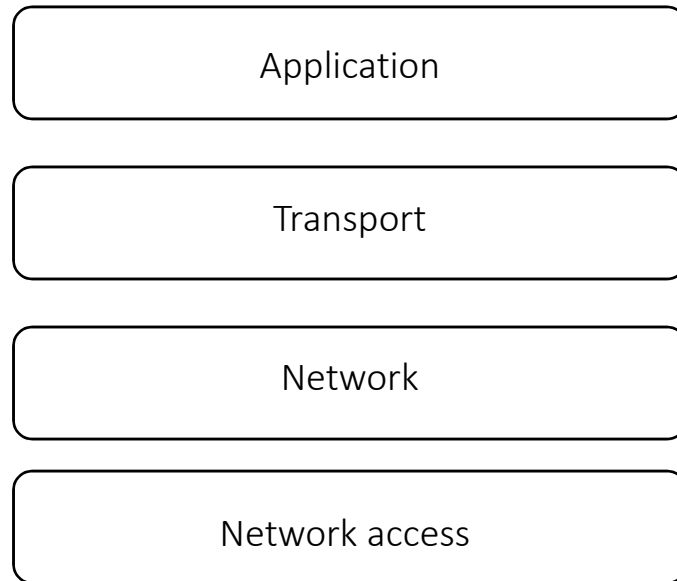
Layer 2 (Data-link): This layer concerns itself with how Layers 1 and 3 work together

The OSI, or Open Systems Interconnect model, is the next topic. The OSI model is a theoretical model of how communications occur on a network

Layer 3 (Network): This layer provides an addressing scheme for routing of data and messages. Layer 4 (Transport): This layer makes sure that messages get to their correct destination. Layer 5 (Session): This layer handles the actual connections between systems. Layer 6 (Presentation): This layer deals with the way different systems represent data. Layer 7 (Application): This layer concerns itself chiefly with the software applications used on a computer screen.

■ Komunikacioni protokoli

Za svaki protokol se definiše 4 aspekata (nivoa) tog protokola. Ova tabela daje standardni način po kojem se ovi aspekti definišu.



Layer 1 (Network Access): Pristupni nivo uređaja ka lokalnoj mreži i prenos podataka. Objedinjuje prva dva nivoa OSI, fizički aspekt komunikacije, kao i pristupi fizičkom uređaju i struktura podataka LAN – lokalna mreža (Ethernet, Token Ring, CSMA/CD)

WAN – protokoli sa komutacijom paketa (X.25, Frame Relay)

Modemske veze – SLIP, PPP

TCP/IP protokol – u praksi je implementiran umesto OSI

Layer 2 (Network): Mrežni nivo IP - segmentiranje/fragmentacija podataka od transportnog sloja, enkapsulacija u pakete za prenos.

Koncepti adresiranja i rutiranja

- Adresiranje – identifikacija učesnika, četvorobajtna IPv4 adresa, šestobajtna IPv6 (u planu da se uvede)
- Rutiranje – kroz posrednike-rutere, optimalnost putanje za prenos

Layer 3 (Transport): Transportni nivo

- Segmentacija zahteva, delegiranje prenosa...
- Identifikacija krajnjih učesnika – višeaplikacijski učesnici i identifikacija
- Kontrola sesije – kontrola toka, detekcija i otklanjanje greške, obaveštenja/acknowledge

Layer 4 (Application): Interakcija/dijalog sa korisnikom, encoding, interface Client/Server

■ Komunikacioni protokoli

Serial ports Data is transmitted one bit at a time through serial ports. RS232 serial ports usually either have 9, 15 or 25 pins. Universal Serial Bus (USB) ports, which allow data at much higher speeds than RS-232 ports, have become the dominant type of serial port.

These are receptacles for cable with RJ-45 connectors. Industry-standard RJ-45 connectors are applied to the ends of standard twisted-pair copper Ethernet cables with 8 conductors (e.g., Cat. 6 cable.)

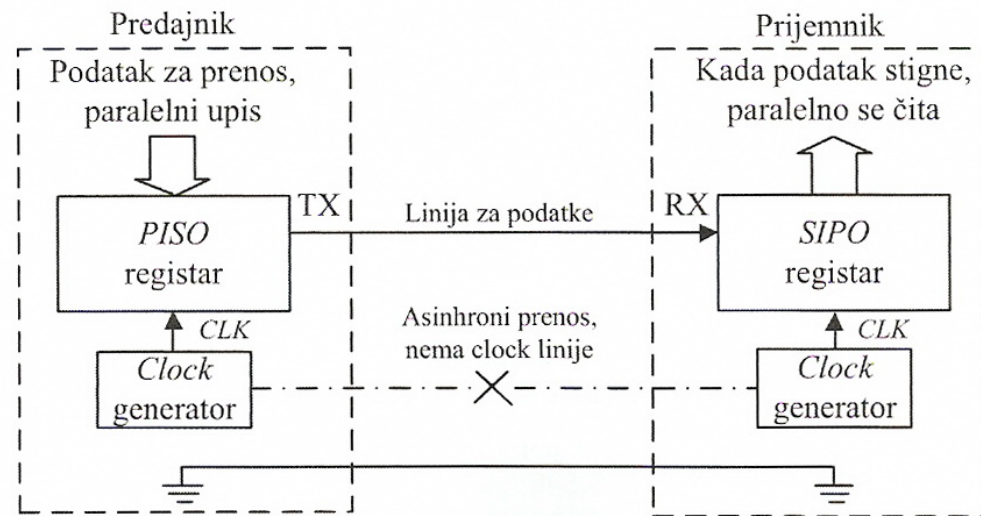
Network Interface Cards NICs allow a computer to be connected to a network. Most NICs have an RJ-45 receptacle. These cards also have a built-in MAC (Media Access Card) card for the computer-to-network interface.

■ Komunikacioni protokoli

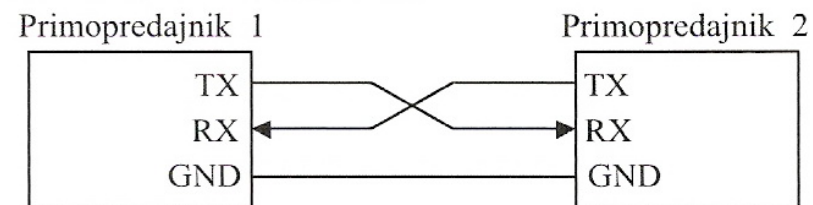
Serijski protokoli nižeg reda (RS-232 i RS-485 su najznačajniji primeri)

Dominantno koriste asinhronu komunikaciju, odnosno takt na kojem rade prijemnik i predajnik nisu isti. Ipak, prenos podataka mora da se odvija na tačno definisanoj i fiksnoj frekvenciji kako bi komunikacija uopšte bila moguća.

Postavka hardvera za RS-232 komunikaciju.
Jedna linija za slanje i jedna linija za primanje poruka.
Masa je zajednička za obe jedinice.



Slika 8.1 Uprošćeni model asinhronne serijske veze



Slika 8.2 Full duplex asinhrona serijska veza

Komunikacioni protokoli

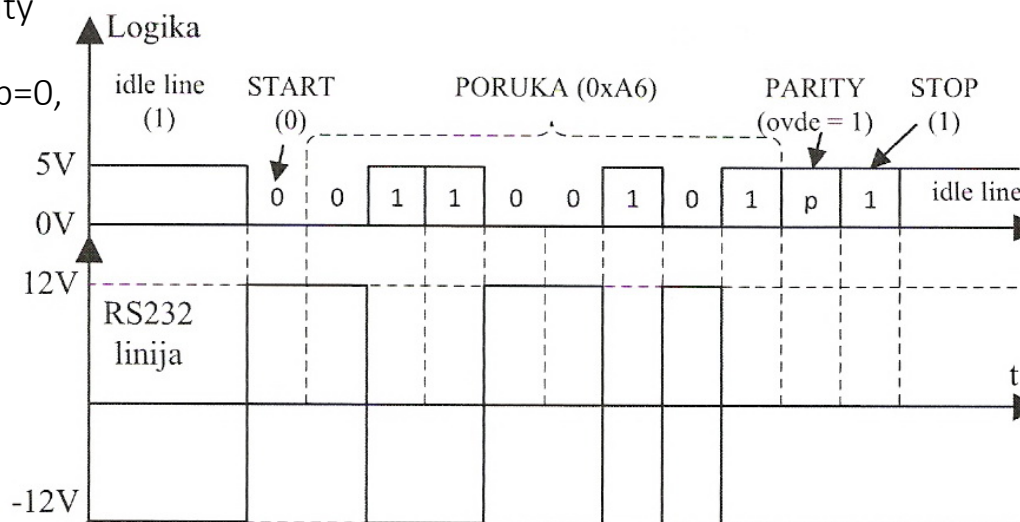
Na slici je dat primer prenosa osmobiitne reči putem RS-232 protokola.

Uočite da je logička jedinica na -12V, a logička nula na 12V.

- Prenos se započinje, odnosno signal za početak prenosa je Start bit (logička nula).
- Zatim ide osam bita poruke.
- Na kraju je pariti bit (primitivan način provere da li je poruka korumpirana).
- Na kraju je Stop bit (logička jedinica).

Očitavanje stanja na prenosnoj liniji se odigrava na polovini tog perioda. Tada je signal najstabilniji. Zbog ovoga je bitno da je frekvencija prenosa fiksna i poznata (da bi se znalo kada da se očitava stanje na ulazu Rx).

- Even (parno) i odd (neparno) Parity
- Even Parity – ako je broj 1 paran $p=0$, ako je broj 1 neparan $p=1$



Slika 8.3 Logički i naponski nivoi RS232 paketa bitova. Prikazani paket prenosi 8 bitova (8-bitni broj 0xA6), u primeru je uzet bit parnosti 1 i jedan STOP bit.

Fizički nivo RS-232 protokola

Logički nivo	RS232 standard	Limiti za predajnik (V)	Prijemnikove mogućnosti (V)
Space state (0)	+12 V	+5 ... +15	+3 ... +25
Mark state (1)	-12 V	-5 ... -15	-3 ... -25
Undefined	-	-	-3 ... +3

Tabela 8-1 Opsezi RS232 primopredajnika

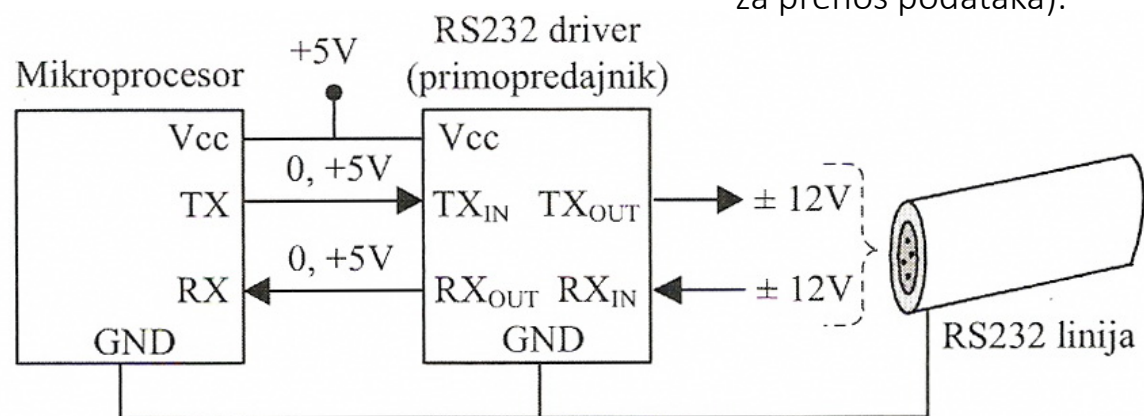
Baud rate [bps]	Max dužina kabla [m]
19200	15
9600	152
4800	304
2400	914

Tabela 8-2 Maksimalna dužina kabla u odnosu na brzinu prenosa

BPS – bits per second

Šema povezivanja RS-232 prijemnika i predajnika

Sa „mikroprocesor“ je označen CPU i Parallel-to-serial konvertor (prenos podataka unutar većine elektronskih sklopova se odvija paralelno). RS-232 drajver (primopredajnik) je zapravo sklop koji prilagođava naponske nivoe unutrašnjosti predajnika i RS-232 protokola (naponskih nivoa koji se koriste za prenos podataka).

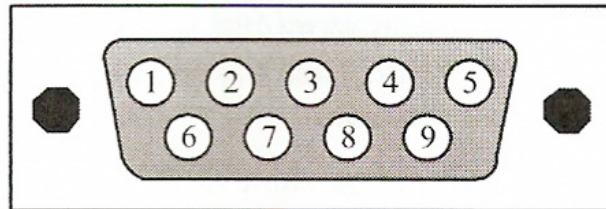


Slika 8.4 Šematski prikaz RS232 primopredajnika bez galvanske izolacije

■ Komunikacioni protokoli

RS-232 konektori

Obratiti pažnju na pinove
2,3 i 5 (oni se obavezno
koriste za ovaj protokol).

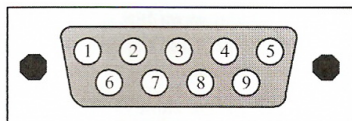


Broj pina	Oznaka	Opis
1	CD	<i>Data carrier detect</i> (Detekcija nosača podataka)
2	RX	<i>Receive data</i> (Prijem podataka)
3	TX	<i>Transmit data</i> (Prenos podataka)
4	DTR	<i>Data terminal ready</i> (Spremnost terminala podataka)
5	-	<i>Signal ground</i> (Signalna masa)
6	DSR	<i>Data set ready</i> (Spremnost podataka)
7	RTS	<i>Request to send</i> (Zahtev za slanje)
8	CTS	<i>Clear to send</i> (Briši za slanje)
9	RI	<i>Ring indicator</i> (Detektor poziva)

Slika 8.5 Izgled DB9 serijskog konektora, nazivi svih pinova

■ Komunikacioni protokoli

Povezivanje dva serijska porta bez dodatnog hardware handshake



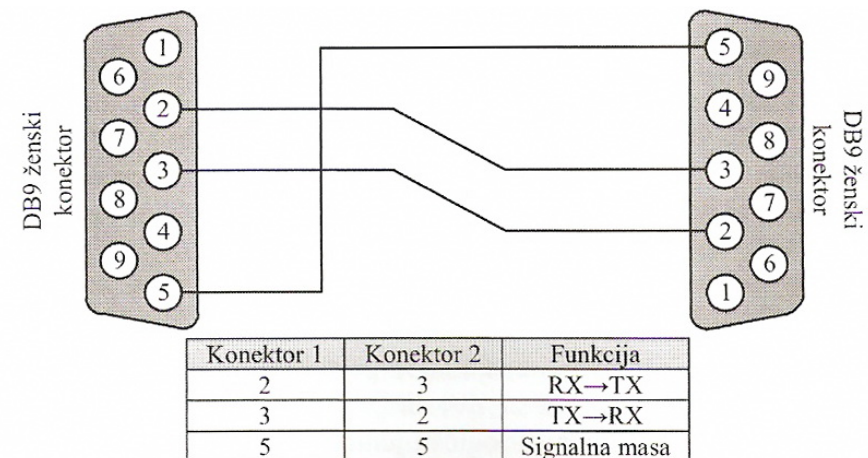
Broj pina	Oznaka	Opis
1	CD	<i>Data carrier detect</i> (Detekcija nosača podataka)
2	RX	<i>Receive data</i> (Prijem pdataka)
3	TX	<i>Transmit data</i> (Prenos podataka)
4	DTR	<i>Data terminal ready</i> (Spremnost terminala podataka)
5	-	<i>Signal ground</i> (Signalna masa)
6	DSR	<i>Data set ready</i> (Spremnost podataka)
7	RTS	<i>Request to send</i> (Zahtev za slanje)
8	CTS	<i>Clear to send</i> (Briši za slanje)
9	RI	<i>Ring indicator</i> (Detektor poziva)

Slika 8.5 Izgled DB9 serijskog konektora, nazivi svih pinova

Loop back HW handshake pristupom se može proveriti samo da li je veza uspostavljena (da se provodnici između prijemnika i predajnika nisu prekinuli).

Loop back HW handshake		
Konektor 1	Konektor 1	Funkcija
4	6	DTR → DSR
7	8	RTS → CT

Računar šalje DSR koji je povezan sa DTR i time samog sebe vara da je terminal spreman



Slika 8.6 Serijska veza dva uređaja bez dodatnog hardware handshake.

Full HW handshake pristupom se proverava da li je veza uspostavljena i da li je prijemnik spreman da primi, a predajnik spreman da pošalje podatak.

Full HW handshake		
Konektor 1	Konektor 2	Funkcija
4	6	DTR → DSR
6	4	DSR → DTR
7	8	RTS → CT
8	7	CT → RTS

Tabela 8-3 Serijska veza dva uređaja sa dodatnim hardware handshake

Prenos podataka primenom RS-485 protokola

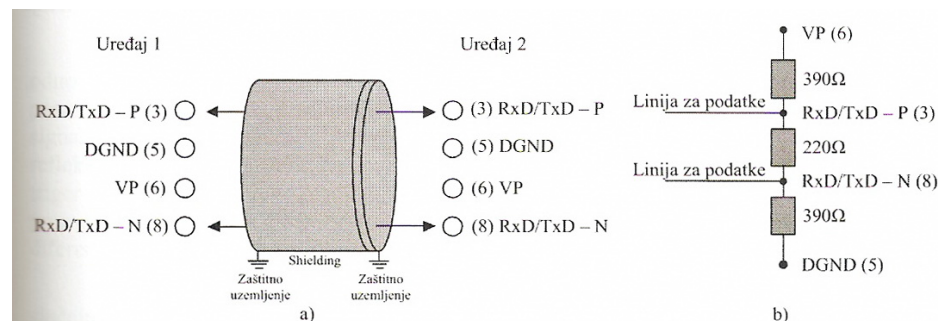
Kodovanje poruka je isto isto kao kod RS-232 protokola.

Informacija se takođe šalje putem dva provodnika.

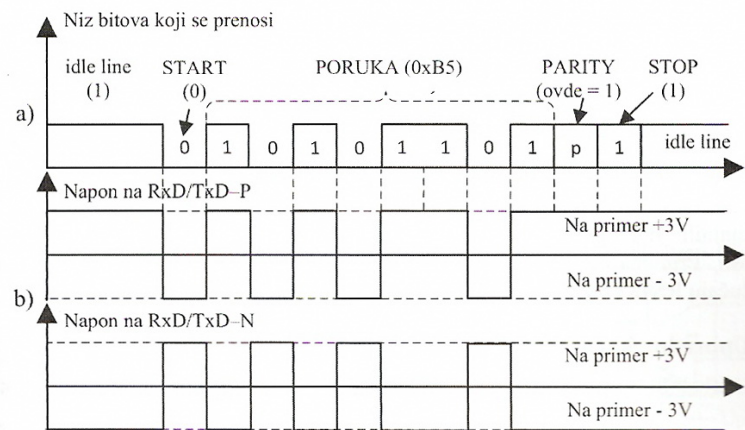
Razlika je u tome što se ovde prenos vrši **diferencijalno**.

Dva provodnika se koriste za prenos informacija. I jedan i drugi provodnik u suštini nose istu informaciju, samo što su im naponski nivoi invertovani. Umesto jednog provodnika sa informacijama (RS-232), ovde imamo taj jedan provodnik i još jedan u kojem su bitovi invertovani.

Dakle, informacija se ne očitava između jednog provodnika i mase, već između dva provodnika od kojih ni jedan nije masa.



Slika 8.7 a) Povezivanje uređaja na RS485 liniju, b) RS485 terminator linije



Slika 8.8 RS485 prenos, a) Primer logičke sekvence (broj 0xB5 - LSB prvi poslat!, p=1, jedan stop bit), b) Odgovarajući naponski nivoi RxD/TxD - P i RxD/TxD - N linije

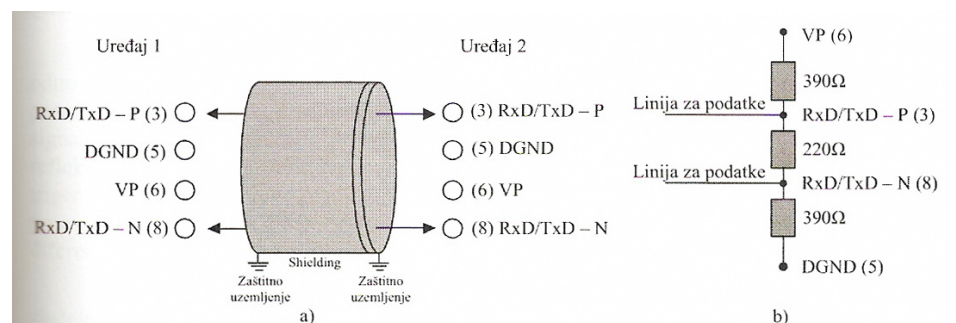
Prenos podataka primenom RS-485 protokola

Usled diferencijalnog prenosa podataka, RS-485 protokol je drastično otporniji na korupciju signala (šum).

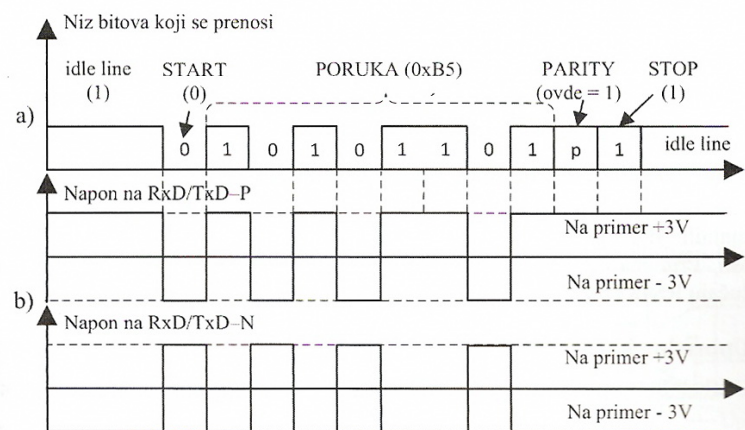
Moguć je i prenos veće količine podataka u jedinici vremena u odnosu na RS-232-
Moguće je da se više jedinica poveže na istu magistralu podataka.

Mana (u odnosu na RS-232) je to što je RS-485 half duplex protokol.

Linije obavezno moraju da se završe derminatorima (na slici otpornik 220 oma) kako bi se umanjila refleksija signala.



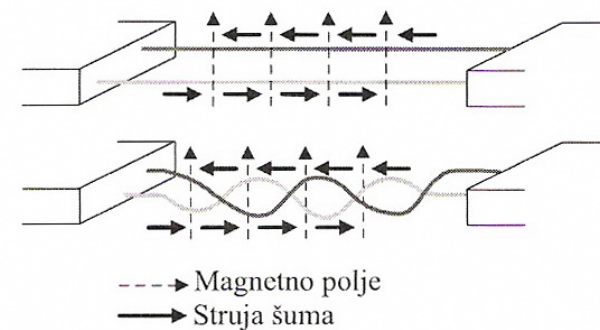
Slika 8.7 a) Povezivanje uređaja na RS485 liniju, b) RS485 terminator linije



Slika 8.8 RS485 prenos, a) Primer logičke sekvence (broj 0xB5 -LSB prvi poslat!, p=1, jedan stop bit), b) Odgovarajući naponski nivoi RxD/TxD -P i RxD/TxD -N linije

Udaljenost i brzina RS-485 prenosa UTP, STP

Provodnici se obavezno uvrću kako bi se dodatno eliminisala opasnost od uticaja šuma na sadržaj poruka koje se šalju (parice su upletene i oklopljene).



Slika 8.9 Ilustracija uvećane otpornosti na šum upletanjem dve signalne linije.

	RS232	RS422	RS485
Diferencijalni prenos	ne	da	da
Maksimalni broj <i>driver</i> predajnika	1	1	32
Maksimalni broj <i>driver</i> prijemnika	1	10	32
Mogući načini rada	<i>half duplex</i> <i>full duplex</i>	<i>half duplex</i>	<i>half duplex</i>
Mrežna topologija	<i>point-to-point</i>	<i>multidrop</i>	<i>multipoint</i>
Maksimalna udaljenost	15 m	1200 m	1200 m
Maksimalna brzina prenosa na 12 m	20 kbs	10 Mbs	35 Mbs
Maksimalna brzina prenosa na 1200 m	(1 kbs)	100 kbs	100 kbs
Ulazna impedanca prijemnika	3..7 k Ω	4 k Ω	12 k Ω
Izlazna opteretivost <i>driver</i> kola	3..7 k Ω	100 Ω	54 Ω
Osetljivost prijemnika	± 3 V	± 200 mV	± 200 mV
Naponski opseg prijemnika	± 15 V	± 10 V	-7..+12 V
Maksimalni dozvoljeni napon predajnika	± 25 V	± 6 V	-7..+12 V
Minimalni dozvoljeni napon predajnika	± 5 V	± 2.0 V	± 1.5 V

Tabela 8-4 Uporedne karakteristike RS232, RS422 i RS485

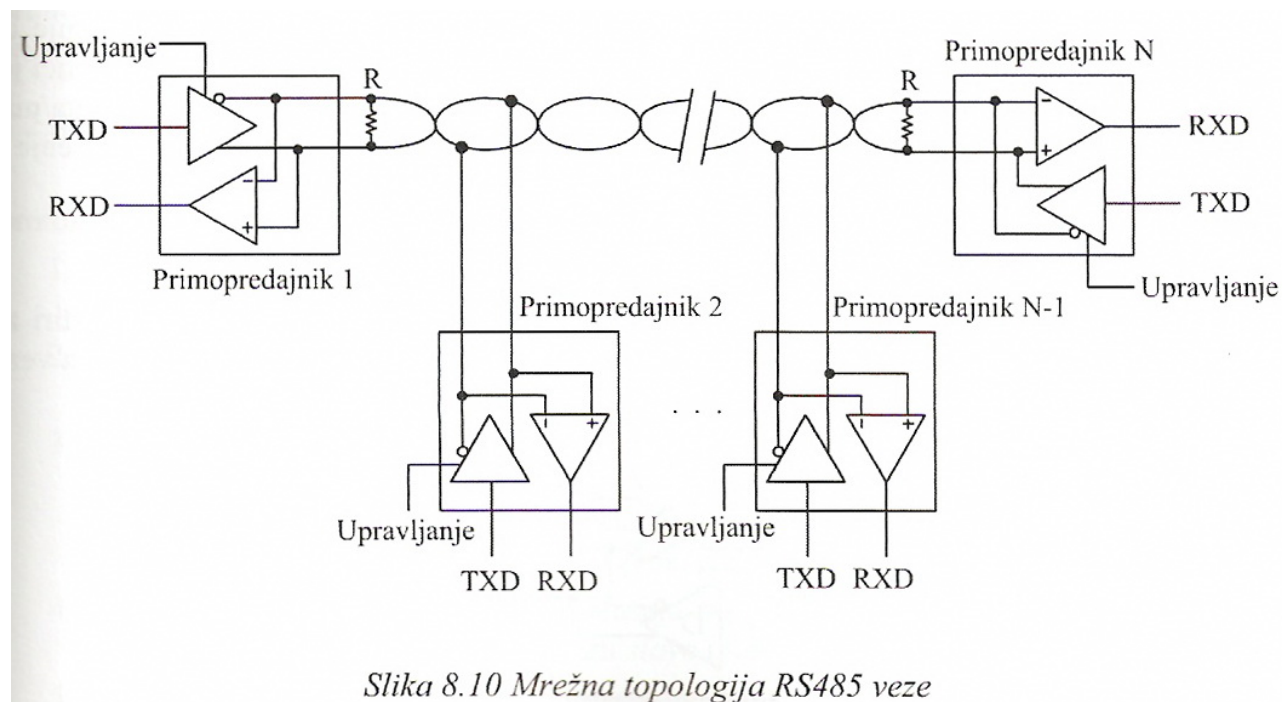
■ Komunikacioni protokoli

Mrežna RS485 topologija i master-slave princip

Multidrop konfiguracija kod RS-485 protokola je izuzetno bitna usled toga što je prvi put bila uvedena ideja komunikacije više jedinica putem jedne magistrale podataka.

RS-485 protokol omogućava multidrop konfiguracije, kod kojih je više primopredajnika povezano na istu magistralu.

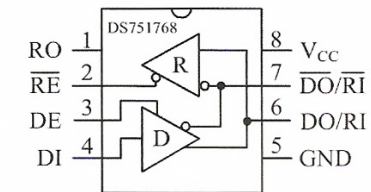
U jednom trenutku samo jedan primopredajnik može da predaje i jedan da prima podatka.



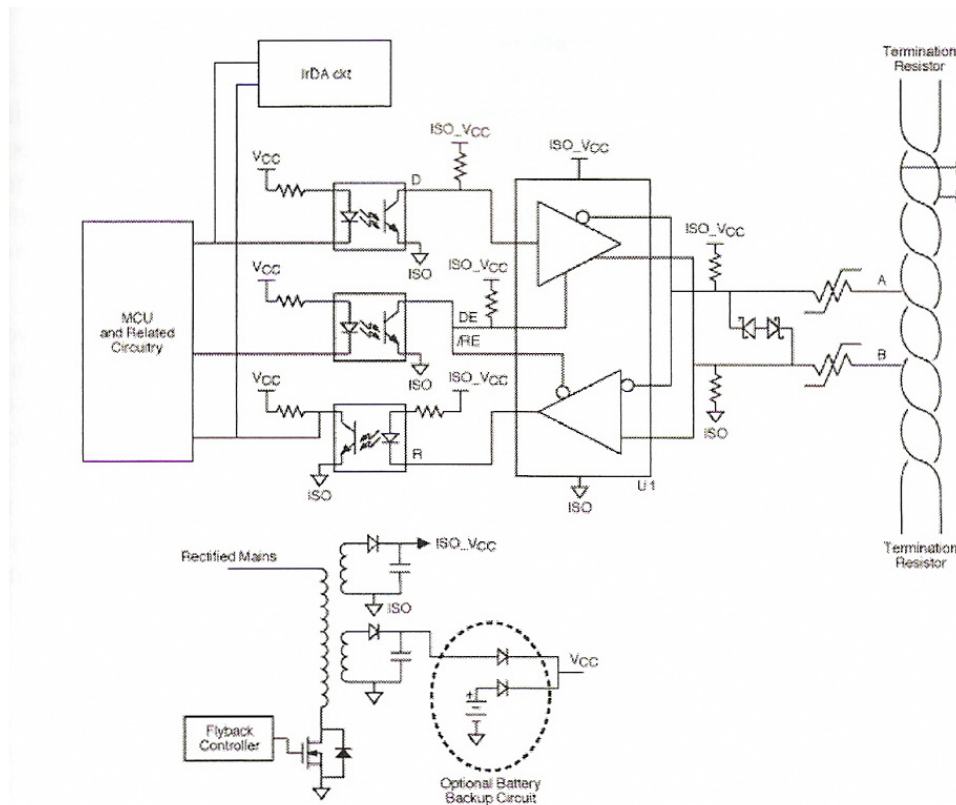
Slika 8.10 Mrežna topologija RS485 veze

Komunikacioni protokoli

Šema RS-485 primopredajnika



Slika 8.11 Tipičan RS485 primopredajnik - DS75176B, proizvođač Texas Instruments.



Slika 8.12 Primer šema izolovanog primopredajnika za vezu kontrolera sa RS485 linijom

Primena PLC u elektroenergetici