

**RIP**  
**ARHITEKTURA UPRAVLJAČKIH MIKRORAČUNALA**  
**I NJIHOVO**  
**POVEZIVANJE S OKOLINOM**  
**(II)**  
**(Korištenje dozvoljeno samo u okviru predmeta**  
**RAČUNALA I PROCESI)**

Mario Žagar

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Zagreb 1994.

**SADRŽAJ**

**20.1 ARHITEKTURA UPRAVLJAČKIH MIKRORAČUNALA**

20.1.1 UVOD

20.1.2 JEDNOČIPNA MIKRORAČUNALA

20.1.3 ZAKLJUČAK UZ PRVU CJELINU

**20.2 POVEZIVANJE MIKRORAČUNALA I OKOLINE**

20.2.1 UVOD

20.2.2 SABIRNIČKI PROTOKOLI

20.2.3 SERIJSKO POVEZIVANJE

20.2.4 PARALELNO POVEZIVANJE

20.2.5 ZAKLJUČAK UZ DRUGU CJELINU

**20.3 PRIMJERI POVEZIVANJA MIKRORAČUNALA I OKOLINE**

20.3.1 UVOD

20.3.2 MJERENJE VREMENA KORIŠTENJEM RTCC SKLOPA U MIKROKONTROLERU  
PIC16C54

20.3.3 MJERENJE FREKVENCIJE ELEKTRIČNE MREŽE

20.3.4 IDENTIFIKACIJA OSOBA I OTVARANJE VRATA

20.3.5 ZAKLJUČAK UZ TREĆU CJELINU

LITERATURA

## 20.2 POVEZIVANJE MIKRORAČUNALA I OKOLINE

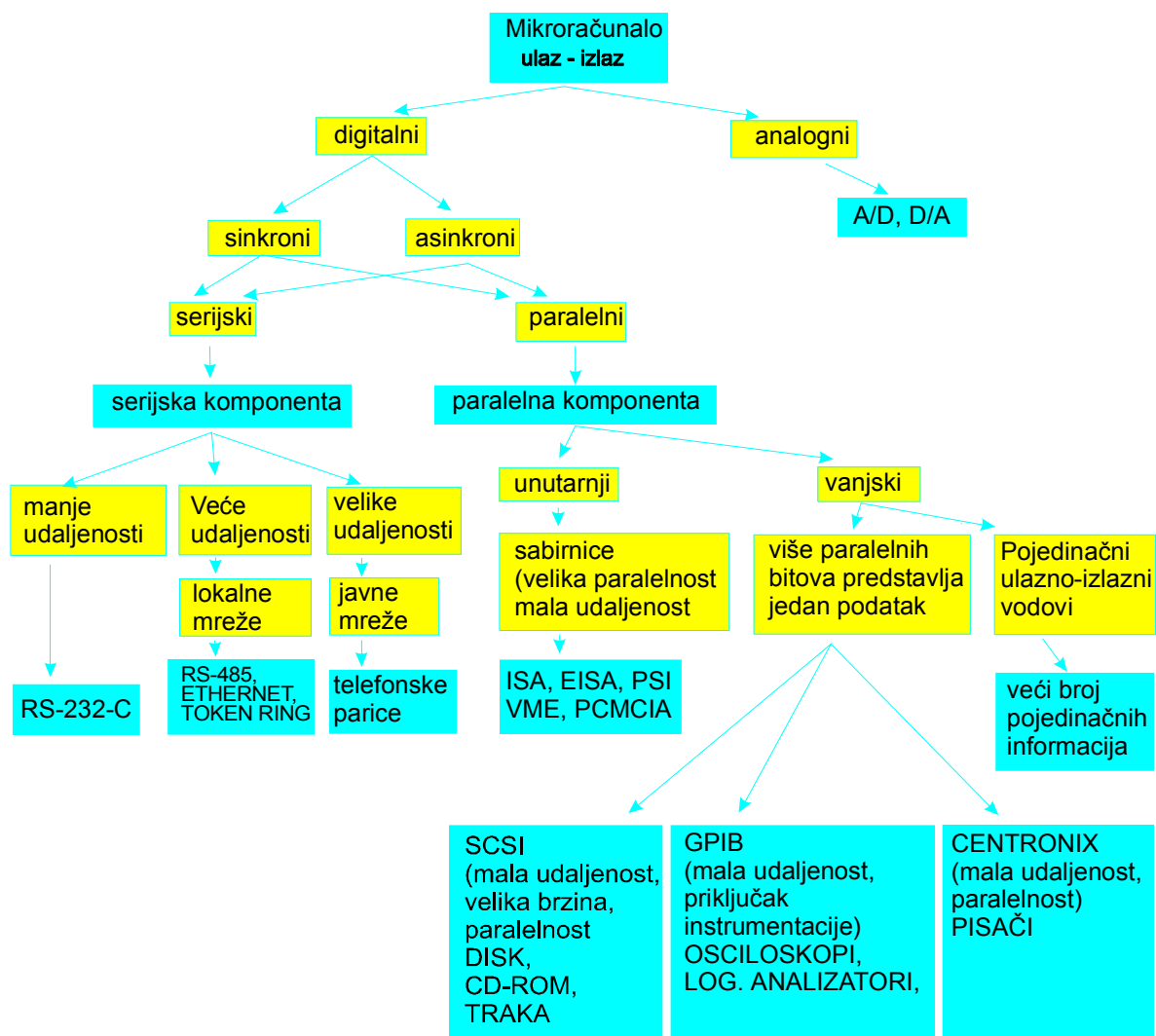
### 20.2.1 UVOD

Način povezivanja mikroračunala i okoline u prvom redu ovisi kakva je ta okolina. U jednom slučaju imamo velik broj binarnih informacija (uključen-isključen, ima-nema, itd.), drugi puta to je slijed impulsa jedan iza drugog, treći puta to su vrijednosti napona, pritiska, temperature kao analogne vrijednosti itd.

Za sve slučajeve karakteristično je da se arhitektura mikroračunalnog sustava mora prilagoditi konkretnoj okolini i prihvatiti podatke iz vanjskog svijeta ili prenijeti podatke u vanjski svijet na najbolji način za okolinu. Inače možemo dobiti lijepa ali neizvediva rješenja.

Postoje različite podjele kakvi se tipovi podataka pojavljuju iz okruženja u koje želimo ugraditi mikroračunalo (slika 2.1). U konačnom obliku ti se podaci uvijek pojavljuju u samom mikroračunalu u digitalnom obliku (zbog koncepcije rada računala).

Signali u vanjskom svijetu mogu biti digitalni ili analogni. Digitalne ulazne signale unosimo



Slika 2.1: Načini povezivanja mikroračunala i okoline

direktno u mikroračunalo (uz eventualnu naponsku prilagodbu (0-5V)). Isto vrijedi i za digitalne izlazne signale. Analogne signale potrebno je pretvoriti u digitalni oblik za što se koriste analogno-digitalni (A/D) pretvornici i dodatno sklopovlje kao što su pojačala, analogni multipleksori koji omogućuju dovođenje većeg broja analognih signala na A/D pretvornik, zatim sklopovi za uzorkovanje i pamćenje analognog signala (eng. sample & hold) do trenutka dok nisu pretvoreni u digitalni oblik. Postoji i obratan problem, pretvorba digitalnog podatka dobivenog obradom u mikroračunalo u analogan oblik i povezivanje s okolinom. U tu svrhu koriste se digitalno-analogni pretvornici te obično uz njih i analogna pojačala koja analogni signal prilagođavaju potrebama okoline.

Pretvorba analogne informacije u digitalnu zahtijeva određeni postupak koji ovisi i o tome što želimo, veliku brzinu pretvorbe, točnost pretvorbe, područje (veličinu) vanjskog signala. Postoje različiti senzori koji reagiraju na pritisak, temperaturu, vlagu i dr. Na svojem izlazu oni proizvode određenu električku veličinu koju je potrebo prilagoditi za unos u mikroračunalo.

Postoje različiti principi rada, a iz toga proizlaze i svojstva A/D pretvornika. Tako će npr. integracijski pretvornik imati veliku točnost uz dugo vrijeme pretvorbe (područje mikrosekunda), A/D pretvornik na principu sukcesivne aproksimacije uspoređuje vrijednost na ulazu sa sumom stepeničastih naponskih koraka (težine binarnih mjesta) sve dok suma približno ne bude jednaka ulaznoj veličini. Brzina pretvorbe je u području mikrosekunda. Brza "flash" pretvorba temelji se na velikom broju usporednika (komparatora) koji ulaz istovremeno uspoređuju sa različitim razinama (ovisno o količini komparatora). Što je više komparatora, točnost pretvorbe je veća (ali i složenost pretvornika) uz brzinu pretvorbe u području nanosekunda.

Na ovom mjestu nije nam cilj proučavati povezivanje analognog i digitalnog svijeta već samo ukazati na probleme o kojima treba voditi brigu pri projektiranju mikroračunalnog sustava za povezivanje s analognom okolinom. Detaljnije informacije o ovoj problematici mogu se pronaći u literaturi (G.Smiljanić, Računala i procesi, Školska knjiga, Zagreb, 1991. g.).

U svakom slučaju analogni signali zahtijevaju dodatnu obradu i pripremu za unos u računalo. Neka mikroračunala (npr. SAB 80535, PIC 16C71) imaju sklopovlje za A/D pretvorbu kao sastavni dio mikroračunala i to je značajna prednost za takovu namjenu.

U slučaju kada su izvršni članovi okoline u koju se ugrađuje mikroračunalo analogni, digitalnu vrijednost iz mikroračunala potrebno je pretvoriti u analognu veličinu. To postizemo digitalno-analognim pretvornikom (D/A - Digital to Analog Converter).

Pretvorba digitalne veličine u analognu je lakše ostvariva i postiže se u kraćem vremenu nego A-D pretvorba. Osnovni princip pretvorbe je aktiviranje (ovisno o digitalnom broju na ulazu) ljestvice otpornika (tzv. R-2R) čija vrijednost određuje napon na izlazu proporcionalan ulaznom digitalnom broju. Dobivena analogna vrijednost na izlazu može se dalje prilagođavati (pojačavati) analognim postupcima kako bi zadovoljila uvjete izvršnog člana na koji se odnosi.

Digitalni signali pogodniji su i kao ulazni podaci u mikroračunalo i kao konačni izlazni podaci iz mikroračunala iskoristivi od vanjskog svijeta zbog toga jer ih više nije potrebno obrađivati ali i zbog toga jer je kod njih informacija potpuno određena i sačuvana bez obzira na udaljenost na koju se prenosi što u analognom svijetu nije slučaj.

Digitalne signale možemo dalje dijeliti prema načinu na koji se unose u mikroračunalo. Dva osnovna načina su paralelni i serijski. Kod paralelnog načina istovremeno se prenosi veći broj

signala (binarnih informacija) koji mogu ali ne moraju činiti cjelinu. U nekim slučajevima paralelni ulaz-izlaz predstavlja jedan podatak (cjelinu), može biti i skup pojedinačnih informacija koje se dovode svaka na svoj ulaz-izlaz. Serijskim načinom prenosi se kroz manji broj vodova niz signala (informacija) u vremenskom slijedu (sekvencijalno).

Osnovna razlika između paralelnog i serijskog prijenosa je u tome što je paralelni brži (više podataka istovremeno) ali zahtijeva (zauzima) veću količinu ulazno-izlaznih linija (pinova) mikroračunala, skuplji je zbog velike količine žica koje treba povezati između mikroračunala i ulazno-izlazne naprave, a zbog istog razloga osjetljiviji je na smetnje. Serijski prijenos zahtijeva mali broj linija, lakše se štiti od smetnji (oklapanjem i dr.) ali je i sporiji u usporedbi s paralelnim zbog samog načina prijenosa podataka.

Organizacija i količina paralelnih i serijskih priključaka kojima raspolaže pojedino mikroračunalo odredit će i prednosti ili nedostatke u konkretnoj primjeni.

Postoji i mogućnost podjele prema načinu usklađenosti prijenosa podataka između mikroračunala i okoline pa tako govorimo o sinkronom i asinkronom prijenosu. Kod sinkronog prijenosa pojava novog podatka na linijama za prijenos vezana je uz određeni vremenski trenutak određen sklopovljem zaduženim za sinkronizaciju. To možemo usporediti s npr. ritam sekcijom u nekom orkestru koja određuje kada će se odsvirati neka nota. Sinkroni način komunikacije omogućuje velike brzine prijenosa ali uz usklađenost prijамne i predajne strane. Ako postoji neprilagođenost u brzini rada mikroračunalnog sustava i okoline, rješenje je u asinkronom prijenosu kod kojeg je potrebno uz svaki preneseni podatak obavijestiti predajnu stranu o uspješnosti prihvata podatka. U nastavku će biti prikazani neki karakteristični načini povezivanja mikroračunala i okoline koji se koriste u cijelom svijetu.

U idealnom svijetu priključiti pisac proizvođača A na računalo proizvođača B bilo bi moguće samo na jedan jedini način. Svi proizvođači računala i svi proizvođači pisaca morali bi se u tom smislu pridržavati dogovorenih pravila kako ta dva uređaja komuniciraju. Potrebno je dakle znati kakav je protokol i koliko je dobro normiran (opisana i prihvaćena njegova svojstva).

Na drugom kraju od idealnog je svijet kaosa u kojem je nedefiniran priključak kako na strani računala tako i na strani pisaca. U takvoj okolini u principu se ništa ne bi znalo unaprijed već bi se rješavao slučaj po slučaj. Stvarna situacija danas je negdje u sredini iako daleko bliže idealnoj nego totalnom kaosu. Raskorak je između težnji za normacijom postupaka i naravno željom da pojedini protokol bude prihvaćen od što više proizvođača i korisnika opreme, ali s druge strane i logikom "velikih" koji jednostavno svoje rješenje žele nametnuti svima ostalima. Dobro je kad takvi ili uspiju ili potpuno propadnu no nekad se događa da uspiju samo djelomično pa iza toga ostaju problemi, nedoumice i mnogo dodatnog (nekorisnog) posla potrebnog da bismo iz niza modula stvorili suvislu cjelinu. Kako je to danas čest slučaj, a ostat će još dulje vremena prisutan, potrebo je razumjeti probleme i stvarno stanje te se prilagoditi tome uz nastojanje da pametnim odlukama u svojoj sredini nastojimo taj nekoristan posao smanjiti koliko je to god moguće.

Rješenje je u odabiru i primjeni općepriznatih i prihvatljivih norma gdje god je to moguće. Danas postoje različite norme za različite protokole u pravnom i praktičnom smislu. Primjeri nekih od njih dani su u nastavku.

### 20.2.2 SABIRNIČKI PROTOKOLI (povezivanje unutar računalnog sustava)

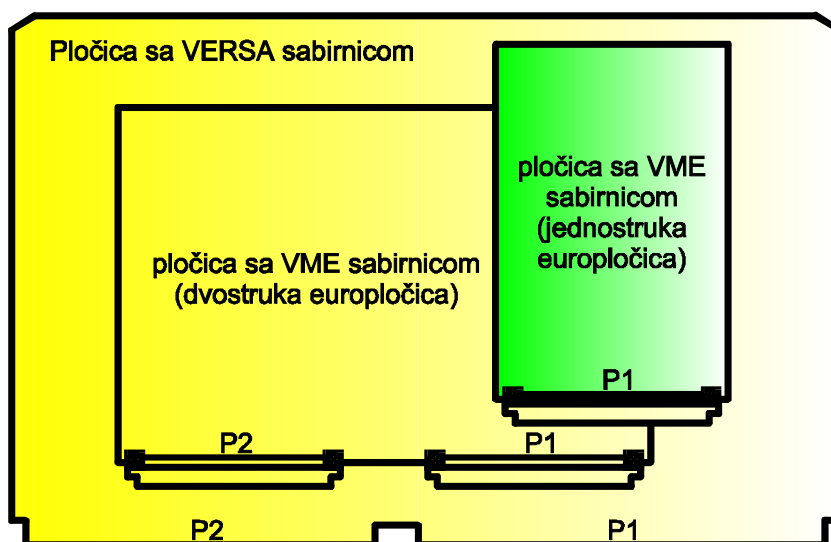
Osim PC svijeta postoji i niz drugih računala pa tako i sabirnica. Svaki značajniji proizvođač računala nastoji nametnuti vlastitu sabirnicu sa željom da bude opće prihvaćena. Postoje i sabirnice prihvaćene od različitih proizvođača te šire korisničke zajednice. Neke od poznatijih sabirnica za povezivanje modula unutar računala su VME, ISA, EISA, PCMCIA.

#### VME sabirnica

VME (eng. Versa Module Europe) je prema vremenskom razdoblju u kojem je prisutna na tržištu veoma značajna i uspješna sabirnica. Definirana je tako da je ostavljeno dosta mjesta za buduće proširenje pa je i to jedan od razloga dugog opstanka na tržištu.

Povijest VME sabirnice vezana je uz razvoj mikroprocesora Motorola 68000. Krajem 1979. godine Motorola je objavila opis sabirnice prilagođene procesoru MC68000 pod nazivom VERSAbus. Do sredine 1981. godine objavljeno je nekoliko revizija. U isto vrijeme razvijana je nova norma (IEC 297-3) za povezivanje tiskanih pločica, poznatija kao Eurocard norma. Suradnjom američkih tvrtki (Motorola, Mostek, Signetics) i Europe združena su oba napora u zajedničku normu (signali VERSAbus norme i Eurocard dimenzije modula) pod nazivom VME (slika 2.2). Do 1985. godine objavljene su tri revizije (zadnja je C.1), a VME norma je prihvaćena i kao IEEE 1014.

Otvorenost arhitekture VME sabirnice dobro je prihvaćena i danas postoje tisuće VME modula različitih proizvođača. Moduli (tiskane pločice) namijenjeni su gradnji računala, prikupljanju i



Slika 2.2: Izgled VME tiskane pločice

obradi signala, upravljanju industrijskih procesa.

Nadogradnja VME norme u području instrumentacije rezultirala je 1987. godine normom pod nazivom VXIbus. VXIbus je integracija VME norme i drugih instrumentacijskih normi kao što je IEEE 488.2.

**ISA/EISA**

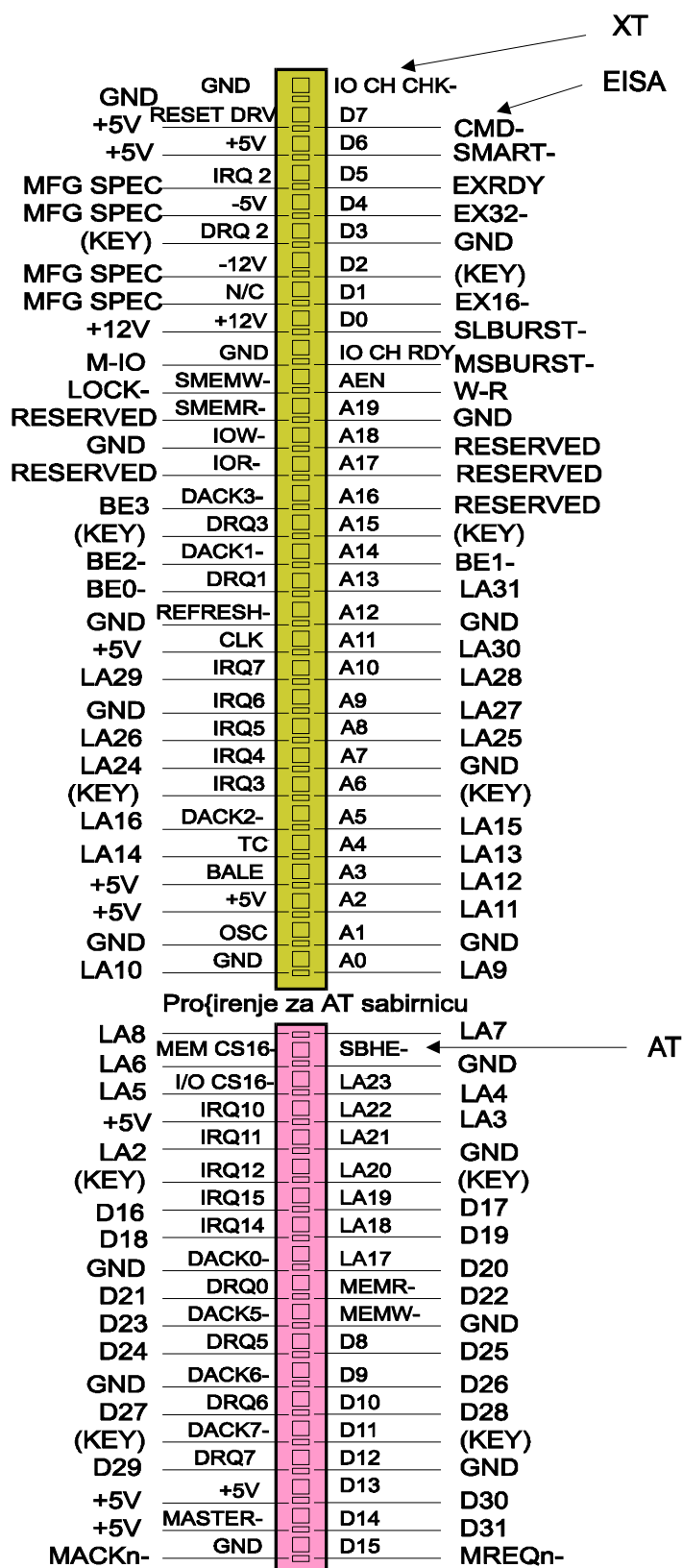
Prva IBM PC (eng. Personal Computer) računala i njihovo masovno prihvaćanje na tržištu definiralo je normu sabirnice na koju su se mogle priključivati različite dodatne kartice široke namjene. PC/XT sabirnica uvedena je 1981. godine. To je jednostavna, sinkrona 8-bitna sabirnica s paritetnom zaštitom. Konektor je imao 62 izvoda. Signali su opisani u tablici 2.1.

Nagli razvoj PC računala ubrzo je pokazao i niz nedostataka tzv. XT sabirnice i nužno doveo do promjena. 1984. godine IBM je počeo ugrađivati novi Intel 80286 mikroprocesor za koji je proširena postojeća sabirnica na 16 bita uz dodavanje novih zahtjeva za prekid i kontrolnih linija. Kako je osnovni zahtjev bio zadržavanje kompatibilnosti s prethodnom sabirnicom, nova IBM PC/AT sabirnica ima dodatnih 36 linija na pomoćnom konektoru (tablica 2.2, slika 2.4).

SIGNALI	OPIS
A0 - A19	Dvadeset signala adrese
D0 - D7	Osam dvosmjernih signala podataka
ALE	Adresa prisutna
IRQ2 - IRQ7	Šest signala zahtjeva za prekid
DRQ1 - DRQ2 DACK1- - DACK3-	Zahtjevi i potvrde DMA (eng. Direct Memory Access) prijenosa
IO CH RD	Signal koji generira stanje čekanja (wait)
IOR-, IOW-, SMEMR-, SMEMW-	Signali čitanja i pisanja za ulazno-izlazne jedinice i memoriju
OSC	14.31818 MHz takt, nesinkroniziran sa sabirnicom
CLK	Sabirnički takt (4.77 MHz u originalnom PC računalu, proporcionalno brži kod kasnijih sabirnica), sinkroniziran sa sabirnicom
AEN, TC	kontrolni signali u DMA prijenosu
IO CH CHK-	upozoravanje procesora na grješke u paritetu i sl.
RESET DRV	inicijalizacija sustava
+5V, -5V, +12V, -12V	napajanje

Tablica 2.1: Signali PC i PC XT sabirnice

AT sabirnica postala je stvarna norma, poznatija kao ISA (eng. Industry Standard Architecture). Mikroprocesor I80286 iskoristio je poboljšanje ISA sabirnice, a proizvođačima kartica



Slika 2.3: Raspored signala za XT/ISA/EISA sabirnicu

omogućena je proizvodnja brzih 8-bitnih i 16-bitnih modula različite namjene. S vremenom je vrlo raširena i popularna ISA također postala usko grlo u daljnjem usavršavanju PC računala (pojava 32-bitnih procesora i zahtjeva za snažnim pomoćnim karticama).

SIGNALI:	OPIS:
D8 - D15	Osam dodatnih linija podataka
SBHE-	Omogućavanje gornjeg dijela sabirnice podataka (D8-D15)
IRQ10 - 12, IRQ14 - 15	Dodatne linije zahtjeva za prekid ( IRQ13 rezerviran je za matematički koprocesor)
DRQ0, DACK0-, DRQ5 - DRQ7, DACK5- - DACK7	Dodatne DMA kontrolne linije za dodatne DMA kanale
MEMR- MEMW-	signali čitanja i pisanja, (za razliku od SMEMR i SMEMW signali su aktivni u svim memorijskim ciklusima)
MASTER-	Novi signal koji omogućuje preuzimanje kontrole nad AT sabirnicom
MEM CS16-, I/O CS16-	signali kojima vanjske kartice potvrđuju sposobnost 16-bitnog prijenosa

Tablica 2.2 : Dodatni signali 16-bitne ISA sabirnice

Tako je IBM 1987. godine objavio novu generaciju računala pod nazivom PS/2 te novu 16/32-bitnu sabirnicu pod nazivom Micro Channel (MCA) namijenjenu novim generacijama računala. Micro Channel nije kompatibilan s ISA sabirnicom kojoj su se priklonili mnogi proizvođači i korisnici PC-a i tako smanjili ulogu i kontrolu tržišta od strane IBM-a. Kao nova sabirnica boljih karakteristika te maksimalne brzine prijenosa 20 Mbyta/s trebala je istisnuti ISA sabirnicu. Nezadovoljni korisnici (zbog više cijene i manjeg izbora kartica za Micro Channel) te nezadovoljni neIBM proizvođači jer je za korištenje nove sabirnice trebalo platiti licencu stvorili su vlastiti konzorcij (9 velikih proizvođača: Wyse, AST Research, Tandy, Compaq, HP, Zenith, Olivetti, NEC, Epson) koji je definirao vlastitu sabirnicu.

Rezultat je zadržavanje kompatibilnosti s postojećom ISA normom uz dodatno proširenje (eng. Extended Industry Standard Architecture - EISA). Definirana 1989. godine, 32-bitna EISA sabirnica gotovo udvostručuje broj linija na konektoru te povećava brzinu prijenosa na maksimalno 33 Mbyta/s. U trenutku nastajanja to je izgledalo mnogo i bilo je namijenjeno priključivanju brzih mrežnih kartica kao npr. FDDI (eng. Fiber Distributed Data Interface), diskova (SCSI-2), grafičkih kartica visoke rezolucije i dr. Dodatni EISA signali opisani su u tablici 2.3.



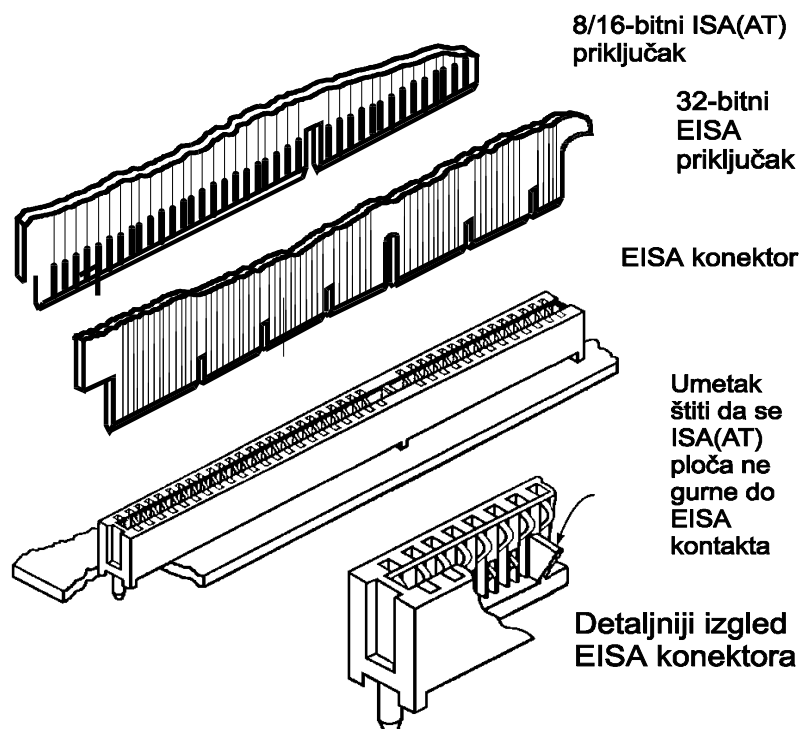
SIGNALI:	OPIS:
BE0- - BE3-	Izbor bytea (32-bitna sabirnica)
M-IO	razlika između EISA memorijskog ciklusa i EISA ulazno-izlaznog ciklusa
START-	početak EISA sabirničkog ciklusa
CMD-	vremenska kontrola unutar EISA sabirničkog ciklusa
MSBURST-	mogućnost generiranja burst ciklusa
SLBURST-	mogućnost primanja burst ciklusa
EX32, EX16	određuje EISA 32-bitni, EISA 16-bitni ili ISA mod rada (ako signali nisu aktivni)
EXRDY	prijamna strana spremna za kraj ciklusa
MREQn-	n-ti master zahtijeva sabirnicu
MACKn-	n-ti master dobio je kontrolu nad sabirnicom
D16-D31	Gornja polovina EISA sabirnice podataka
LA2 - LA16, LA17 - LA31	EISA adresna sabirnica (brža od ISA adresne sabirnice)

Tablica 2.3: Dodatne linije (signali) za EISA sabirnicu (32-bitna adresna i podatkovna sabirnica)

Zbog zadržavanja kompatibilnosti s ISA sabirnicom novi EISA konektor fizički je izveden u dvije razine, jednom kompatibilnom s ISA i drugom razinom na kojoj su izvedeni dodatni signali za EISA (slika 2.3).

Za obje sabirnice (Micro Channel i EISA) Intel je razvio skup čipova za kontrolu i upravljanje te omogućio daljnje proširenje i popularizaciju. EISA se danas masovno koristi u računalima različitih proizvođača te omogućuje povezivanje procesorskog dijela računala s različitim karticama (modulima) za povezivanje s okolinom. Daljnjim razvojem tehnologije pojavljuju se i nove sabirnice od kojih trenutno najveću perspektivu ima tzv. PSI.

Sabirnice za povezivanje procesorskog dijela računala s okolinom zbog naglog razvoja mikrorračunalne tehnologije i velikih zahtjeva vrlo su često kratka vijeka te često doživljavaju značajne promjene. Zbog toga treba posebnu pažnju posvetiti izboru platforme koja će zadovoljiti primjenu u okolini u koju se ugrađuje.



Slika 2.4: Izvedba EISA priključka

## PCMCIA

Složene računalne arhitekture povećavaju svojstva uz istovremeno smanjenje dimenzija modula. Rezultat je ukupna minijaturizacija koja se ponavlja u određenim vremenskim razdobljima. U tom smislu danas je veoma prisutan svijet snažnih prenosivih računala koja sve više zamjenjuju podsjetnike, kalkulatora, rokovnike i slična pomagala.

Računala postaju sve manja i manja pa se uvodi pojam pokretno računarstvo (eng. mobile computing). Mobile computing uključuje i metode i računalne sustave i vezu s okolinom, a također i korist ovakvog pristupa (mjerjenja u pokretu). Javljaju se novi nazivi u kojima je laptop, pojam malog preklopivog računala, postao najveći u familiji novih kovanica kao što su notebook, sub-notebook, palmtop, handheld, Personal Digital Assistant (PDA). PDA predstavlja kombinaciju rokovnika, telefona, pagera. U većini slučajeva koristi se dok je i korisnik u pokretu. Npr. liječnici u obilasku bolnice, namještenici u robnim kućama, skladištima, vozači tramvaja, kamiona, trgovački putnici, procjena događaja, šteta, uviđaja.

Smanjenje računala zahtijeva i odgovarajuće norme za priključne module među kojima je u zadnje vrijeme najpopularnija tzv. PCMCIA. Prema procjenama u 1994. godini 86% svih pokretnih računala podržavat će PCMCIA normu i modele.

U području sabirnica javlja se potreba za malim, jednostavnim priključkom te normama za priključivanje različitih modula (tzv. PC kartice) na mala osobna računala i time povezivanje s okolinom. PC kartice veličinom i izgledom kreditnih kartica predstavljaju male, lake, prenosive računalne module.

1989. godine osnovana je međunarodna asocijacija pod nazivom Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA). PCMCIA povezuje proizvođače rač. sustava, konektora, poluvodiča, vanjskih računalnih elemenata, BIOS-a i ostalih programskih modula.

Već 1990. godine PCMCIA normira 68-pinski priključak između računala i kartice. Inačica 1.0 definira memorijsku karticu, a 1991. godine inačica 2.0 definira ulazno - izlazne signale i omogućuje razvoj modema, fax kartica, diskova, različitih mrežnih priključaka (RS232, RS485, GPIB, ETHERNET itd.).

Današnja norma (inačica 2.1) definirana je sredinom 1993. godine. PCMCIA određuje fizičke, električke i programske norme. Raspored signala na ulazno/izlaznom priključku PCMCIA kartice prikazan je u tablici 2.4.

Tablica 2.4: Signali PCMCIA memorijskih i ulazno/izlaznih modula (inačica 2.0) - dostupni nakon konfiguracije modula i utičnice

Vod	Signal	Smjer	Opis	Vod	Signal	Smjer	Opis
1	GND		Masa	35	GND		Masa
2	D3	U/I	Podatak bit 3	36	/CD1	I	Modul prisutan
3	D4	U/I	Podatak bit 4	37	D11	U/I	Podatak bit 11
4	D5	U/I	Podatak bit 5	38	D12	U/I	Podatak bit 12
5	D6	U/I	podatak bit 6	39	D13	U/I	Podatak bit 13
6	D7	U/I	Podatak bit 7	40	D14	U/I	Podatak bit 14
7	/CE1	U	Omogući modul	41	D15	U/I	Podatak bit 15
8	A10	U	Adr. bit 10	42	/CE2	U	Omogućen modul
9	/OE	U	Omogući izlaz	43	RFSH	U	Osvježavanje
10	A11	U	Adr. bit 11	44	/IORD	U	U/I čitaj
11	A9	U	Adr. bit 9	45	/IOWR	U	U/I piši
12	A8	U	Adr. bit 8	46	A17	U	Adr. bit 17
13	A13	U	Adr. bit 13	47	A18	U	Adr. bit 18
14	A14	U	Adr. bit 14	48	A19	U	Adr. bit 19
15	/WE/PGM	U	Omogući pisanje	49	A20	U	Adr. bit 20
16	/IREQ	I	Zahtjev za prekid	50	A21	U	Adr. bit 21
17	Vcc		Napajanje	51	Vcc		Napajanje
18	Vpp1		Dodatno napajanje	52	Vpp2		Dodatno napajanje
19	A16	U	Adr. bit 16	53	A22	U	Adr. bit 22
20	A15	U	Adr. bit 15	54	A23	U	Adr. bit 23
21	A12	U	Adr. bit 12	55	A24	U	Adr. bit 24
22	A7	U	Adr. bit 7	56	A25	U	Adr. bit 25
23	A6	U	Adr. bit 6	57	RFU		Rezervirano
24	A5	U	Adr. bit 5	58	RESET	U	Inicijalizacija
25	A4	U	Adr. bit 4	59	/WAIT	I	Produži ciklus sabirnice
26	A3	U	Adr. bit 3	60	/INPACK	I	Potvrda ulaznog porta
27	A2	U	Adr. bit 2	61	/REG	U	Pristup registru ili U/I

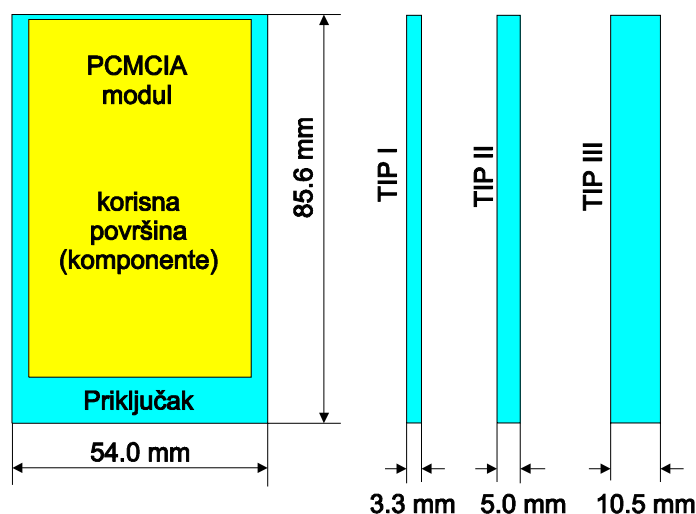
28	A1	U	Adr. bit 1	62	/SPKR	I	Bin. audio signal
29	A0	U	Adr. bit 0	63	/STSCHG	I	Promjena statusa
30	D0	U/I	Podatak bit 0	64	D8	U/I	Podatak bit 8
31	D1	U/I	Podatak bit 1	65	D9	U/I	Podatak bit 9
32	D2	U/I	Podatak bit 2	66	D10	U/I	Podatak bit 10
33	/IOIS16	I	U/I port 16 bita	67	/CD2	I	Modul prisutan
34	GND		Masa	68	GND		Masa

Početna ideja PCMCIA kao neovisnog medija za spremanje podataka pretvorila se danas u eksploziju U/I modula neovisnih o platformi (sklopovlju) sa širokim spektrom korištenja:

- određivanje globalne pozicije (eng. Global Positioning Systems GPS),
  - sigurnost na PC-u,
  - modem/fax,
  - celularni telefoni,
  - mrežne kartice (LAN),
  - zvuk, sinteza teksta u govor,
- ali i na računalnoj primjeni:
- elektroničke knjige,
  - digitalne kamere,
  - laserski pisači,
  - prenosivi telefoni,
  - rotirajući diskovi (125 MB), (mogu se iskoristiti za prijenos aplikacija zajedno s operacijskim sustavom).

Fizički postoji jedna veličina kartice u tri debljine, tip I - 3.3 mm, tip II - 5 mm i tip III - 10.5 mm.

Dimenzije kartice dane su na slici 2.5.



Slika 2.5: Dimenzije tri tipa PCMCIA modula

Tip I najčešće se koristi za različite izvedbe memorije (RAM, OTP, EPROM, flash). Tip II koristi

se za memorijska proširenja, modeme, fax kartice, LAN i sl. Tip III PCMCIA dvostruko je deblji od tipa II i koristi se za izvedbu zahtjevnijih modula kao što su diskovi (zamjenjivi).

Početa ideja rezultirala je značajnom normom koja omogućuje razmjenu sklopovskih modula među različitim napravama kao što su prenosiva osobna računala, kamere, mjerni instrumenti, uređaji pokretne telefonije i drugi uređaji za rad u mreži.

**Svojstva PCMCIA modula su:**

- mogućnost rada na dva napona (+5V i +3.3V, prema dogovoru računala i PCMCIA kartice) - počinje se s +5V (CIS),
- svojstvo Execute In Place (XIP) omogućuje pokretanje operacijskog sustava i aplikacija iz ROM memorije na samoj PCMCIA kartici,
- utičnice (eng. Socket Services Standard) otkrivaju koliko je kartica priključeno, omogućuju BIOS programskoj razini prepoznavanje priključenih kartica (PCMCIA), moguće je uključivanje i isključivanje PCMCIA kartica u uređaj koji je aktivan. Koristi se princip uključi i radi (eng. Plug & Play),
- u tom smislu postoji i fizički dodatak izvodi napajanja (+ i -) su dulji od ostalih pa prvi ostvaruju kontakt kod uključivanja PCMCIA kartice, a zadnji gube kontakt kod isključivanja,
- unutar kartice postoje informacije o tipu, svojstvima i mogućnostima tzv. CIS strukture (eng. Card Information Structure - CIS) koja uređaju na koji se PCMCIA priključuje omogućuje pravilnu konfiguraciju.

Male dimenzije (kreditne kartice), lakoća korištenja, robustnost, niska potrošnja omogućuju PCMCIA karticama snažan tržišni zamah. PCMCIA postaje osnovni modul (blok) za izgradnju današnjih i budućih mobilnih računalnih sustava.

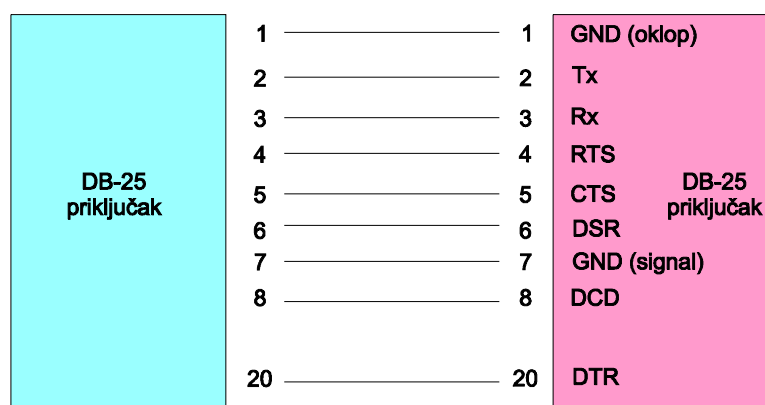
### 20.2.3 SERIJSKO POVEZIVANJE MIKRORAČUNALA I OKOLINE

#### RS-232-C

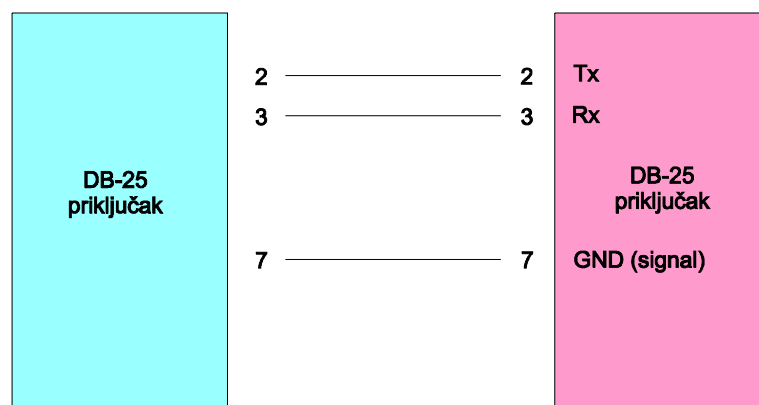
Jedna od najčešće spominjanih i korištenih norma za serijsku komunikaciju je tzv. RS-232-C norma. Većina korisnika slaže se i u konstataciji da je to norma kod koje u primjeni nikad ne znate što vas očekuje te je potrebno pri ruci imati set priručnih naprava (testera ili kabela kojima možete mijenjati raspored nekih žica). Problem nije u normi već u njezinom nepridržavanju, a kako je to jedan od najraširenijih načina serijske komunikacije i mali postotak onih koji se ne pridržavaju dosljedno norme predstavlja na kraju značajan broj.

Norma RS-232-C opisuje priključke za ostvarivanje serijske binarne dvosmjernu (duplex) razmjenu informacija. Prije nje postojala je i značajnije različita norma RS-232-B, a danas postoji i neznatno različita norma RS-232-D koja ima službeni naziv EIA-232-D (Electronic Industries Association: Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Equipment Employing Serial Binary Data Interchange EIA-232-D, January 1987.). Iza ovako mudrog naslova i opisa krije se serijska komunikacija između računala, terminala, modema, pisača i sličnih naprava. Organizacija CCITT propisala je normu V.24 koja se od RS-232-C razlikuje samo u nekim rijetko korištenim signalima.

Prednost RS-232-C je relativna jednostavnost i raspoloživost priključka na svakom računalu, terminalu, pisaču, modemu današnjice. Nedostatak su naponske razine signala (tipično +12V, -12V, dakle različite od današnje norme +5V) koje moraju biti prisutne u uređaju samo zbog serijske komunikacije. Te su naponske razine ostale od starih uređaja u kojima to zbog ostalih elektromehaničkih rješenja nije predstavljalo problem. Drugi veliki nedostatak danas je kratka udaljenost među uređajima koja prema normi iznosi 15 metara. Treći veliki nedostatak je da se po RS-232-C normi mogu povezati samo dva uređaja ili bolje rečeno samo jedan uređaj smije slati podatke na izlaznu liniju. Zbog toga neki proizvođači opreme za ovu komunikaciju nastoje poboljšati karakteristike, ali time narušavaju normu.



Slika 2.6a: Način spajanja kabela za RS-232C komunikaciju (npr. između računala i modema)

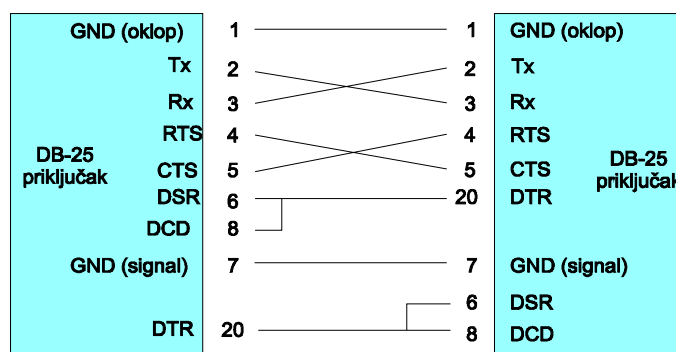


Slika 2.6b: Minimalan broj žica za ostvarivanje dvosmjernu RS-232C komunikacije

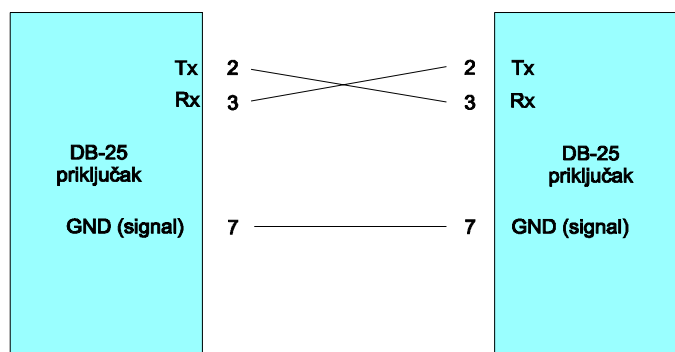
Prema RS-232-C normi postoje dva tipa uređaja, računala i terminali nazivaju DTE (Data Terminal Equipment), te modemi koji se nazivaju DCE (Data Circuit-Terminating Equipment).

Neki od parametara koje norma opisuje su: dvoredni muški i ženski priključak s 25 kontakata, naponska razina ispod -5V na predajnoj strani (-3V na prijemnoj strani) smatra se binarnom JEDINICOM, a naponska razina iznad +5V na predajnoj strani (+3V na prijemnoj strani) smatra se binarnom NULOM. Tipično se koriste naponske razine -12V i +12V, a većina izvedbi tolerira napone u rasponu od -15V do +15V. Brzine prijenosa su do 20kb/s (kilobita u sekundi) na udaljenosti do 15 m. Brzine prijenosa su nekad bile 110 b/s, 300, 600, 1200 b/s, pa 2400 i 4800 b/s, a danas najčešće korištene su 9600 b/s, 19200 b/s.

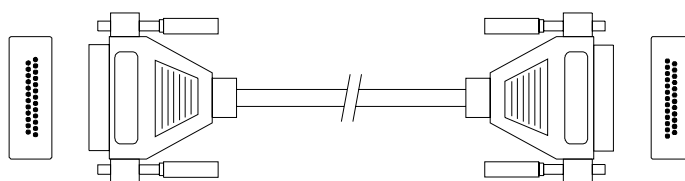
Signal DTR (eng. Data Terminal Ready) određuje spremnost uređaja za rad (priklučen na napajanje, inicijaliziran i sl.). Signal RTS (eng. Request To Send) znači da uređaj ima podatak



Slika 2.7a: Način spajanja null modem kabela za RS-232C komunikaciju (npr. između računala i računala)



Slika 2.7b: Minimalan broj žica za ostvarivanje null modem kabela (npr. između dva udaljena računala)



Slika 2.7c: Izgled null modem kabela

koji želi poslati, CTS (eng. Clear To Send) pak znači da uređaj želi primiti podatak. Na liniji Tx (eng. Transmit) odašilju se podaci iz uređaja, Rx (eng. Receive) prima podatke, a GND (eng. Ground) izjednačava potencijale prijemne i predajne strane.

Postoji i niz dodatnih signala namijenjenih radu s modemom kao što je npr. DCD (izv. Data Carrier Detect) koji se postavlja ako postoji signal nosilac na telefonskoj liniji, itd.

Problem ukrižanih linija proizlazi iz potrebe za proširenom primjenom. Naime, u početku je RS-232-C norma bila namijenjena povezivanju terminala i računala na modeme i signali su definirani za takvo povezivanje. Raspored priključaka za taj slučaj prikazan je na slici 2.6. Želimo li povezati dva računala međusobno, raspored signala jednak je na oba priključka računala. Zbog toga je potrebno ukrižati linije u kabelu koji ih povezuje (slika 2.7).

Postoji asinkroni i sinkroni prijenos. U sinkronom, prenose se blokovi znakova definirane veličine i bez zastoja u prijenosu između susjednih znakova. **Kod asinkronog prijenosa koji je najčešći za RS-232-C komunikaciju, prenosi se znak po znak. Prijenos svakog znaka započinje START bitom (+12 V, NULA), zatim slijedi određeni broj bitova korisne informacije (5,6,7,8) te eventualni paritetni bit koji omogućuje otkrivanje jednostruke pogreške u prijenosu. Može se zadati parni, neparni paritet ili bez pariteta. Na kraju dolazi jedan ili više STOP bitova (-12V, JEDINICA). Protokol (broj bitova informacije, tip pariteta, brzina prijenosa moraju biti poznate i usklađene na prijemnoj i predajnoj strani.**

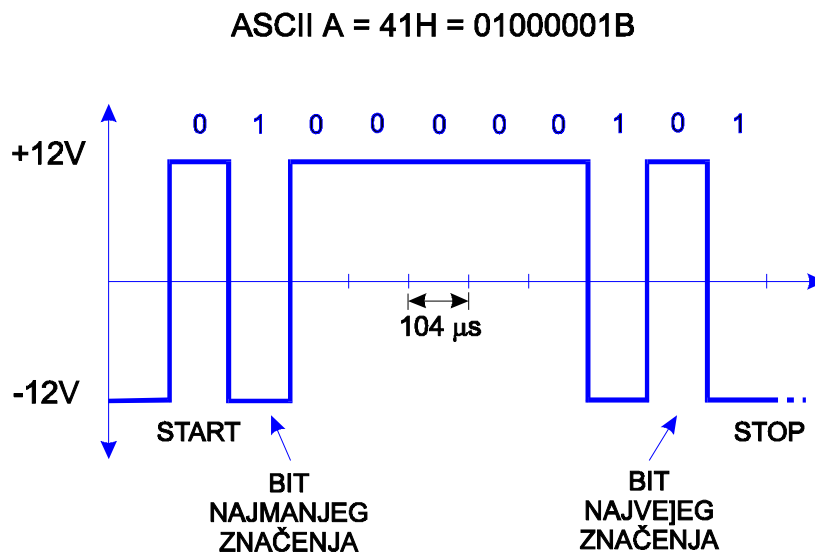
U praksi ćemo naići na oznaku tipa 2400N8 što je skraćeno objašnjenje da je prijenos asinkroni, brzinom 2400 b/s, bez pariteta (eng. No parity) i s osam bitova korisne informacije za razliku od npr. 9600E7 što znači brzinu prijenosa od 9600 b/s, parni paritet (eng. Even parity - paritetni bit postavlja se tako da ukupno bude paran broj jedinica u znaku, uključujući i paritetni bit) sedam bitova korisne informacije (ASCII). Na slici 2.8 prikazan je osciloskopski prikaz signala na liniji za prijenos slova A (ASCII 41H) te kombinaciju 9600N8.

Danas se često koriste samo tri osnovne linije: Rx, Tx i zajednički vod GND (slika 2.6, 2.7). U tom se slučaju kao protokol koristi tzv. Xon/Xoff. Prijemna strana pošalje Xoff znak (CTRL-S) kada više ne može primiti, a Xon (CTRL-Q) kada je ponovo spremna za prijem. Predajna strana osluškuje da li se pojavio znak CTRL-S te ako je, zaustavlja odašiljanje sve dok ne primi znak CTRL-Q.

Danas je RS-232-C prisutan samo zbog ogromnog broja uređaja koji ga posjeduju i koliko toliko omogućuju jednostavno priključivanje opreme različitih proizvođača zajedno. Zbog smanjivanja uređaja i korištenja malog broja žica (3), često se konektori s 25 kontakata zamjenjuju s manjim i jeftinijim konektorima s 9 kontakata, ili DIN 8, a da li je na nekom uređaju muški ili ženski konektor to vrlo često treba otkriti sam korisnik i prilagoditi se tome.

Nasljednici RS-232-C komunikacije pokušali su i pokušavaju otkloniti glavne nedostatke i prilagoditi se današnjim potrebama. Tako danas postoje norme kao što su RS-422-A, RS-423-A (električne veličine za normu RS-449). Razlog maloj brzini prijenosa (za današnje pojmove) kod





**Slika 2.8: Osciloskopski prikaz signala za prijenos slova A (ASCII) RS-232-C komunikacijom (9600,N,8,1)**

RS-232-C je zajednička masa (GND) za sve signale. Norma RS-422-A norma propisuje za svaki signal vlastiti povratni vod i time omogućuje veće brzine prijenosa do 2 Mbita/s na udaljenosti do 60 m. Zbog većeg broja linija treba konektor s 37 kontakata, a ako se koriste svi specificirani signali, onda treba i dodatni konektor s 9 kontakata. Kod RS-423-A norme samo su ulazi diferencijalni, a izlazi ne moraju biti. Time se smanjuje broj kontakata, ali i mogućnosti pa je to kompromis između RS-232-C i RS-422-C.

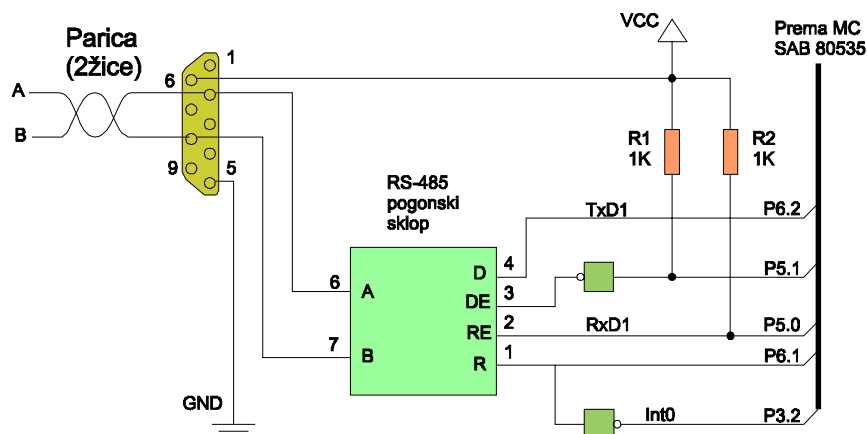
Prethodno opisanim normama zajedničko je to što napon na vodovima predstavlja informaciju. U takvoj okolini impedancija prijemnika mora biti puno veća od impedancije predajnika. Ako taj uvjet promijenimo pa impedancija predajnika bude puno veća od impedancije prijemnika nositelj informacije postaje strujna petlja. Strujna petlja poznata je već u starim teleprinterskim uređajima i iznosila je 20 mA (poznata kao 20mA norma). Velika je prednost takve komunikacije mala ovisnost o smetnjama pa je naročito pogodna u industrijskim postrojenjima. Glavni nedostatak strujne petlje (20mA) bila je mala brzina prijenosa.

### RS-485

Danas sve više dolazi do izražaja norma RS-485 koja objedinjuje dobra svojstva svih navedenih norma. Korištenje novijih sklopova za povezivanje maksimalno iskorištava dobru stranu norme, a to je jednostavan i jeftin način kako povezati više uređaja u zajedničku mrežu. Prihvaćena je od niza proizvođača industrijskih uređaja kao npr. Siemens koji je za RS-485 podlogu razvio i programsku nadgradnju poznatu kao Profibus koja postaje svjetska norma pod imenom Fieldbus.

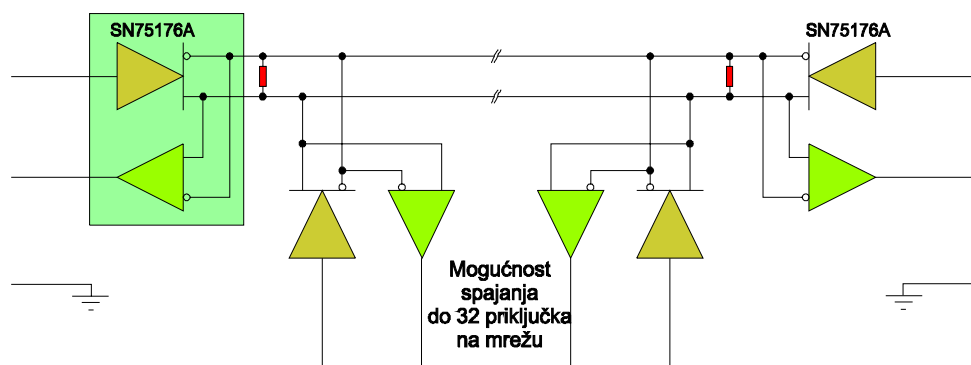
RS-485 normom definirana su svojstva prijamnika, predajnika i prenosnog medija. **Dozvoljeno je priključivanje većeg broja predajnika i prijamnika (do 32) uz različitu brzinu prijenosa ovisno**

o dužini prenosnog medija. Ako se koristi obična telefonska parica i brzina prijenosa manja od 100 kb/s, moguće su udaljenosti veće od 1 km. Na slici 2.9 prikazan je način povezivanja više uređaja u zajedničku RS-485 mrežu, a na slici 2.10 konkretna izvedba povezivanja



Slika 2.10: Povezivanje mikroračunala (SAB80535) na RS-485 mrežu

mikroračunala na RS-485 liniju.



Slika 2.9: Povezivanje više uređaja u zajedničku RS-485 mrežu

## 20.2.4 PARALELNO POVEZIVANJE MIKRORAČUNALA I OKOLINE

### CENTRONICS

CENTRONICS je tipičan primjer norme proizašle iz velikog broja instaliranih primjeraka (PC računala s CENTRONICS priključkom). Norma je dobila ime po tvrtki CENTRONICS koja je prva u svoje pisane ugrađivala paralelni priključak za povezivanje s računalima.

Priključak ima 36 izvoda, definirana su 33, a u praksi se koristi manje. Danas većina računala ima CENTRONICS priključak (sva PC računala zbog kompatibilnosti) koji se osim za

povezivanje pisača koristi i za priključak drugih perifernih jedinica kao npr. mrežni ETHERNET priključak i sl. Postoji osam linija podataka DATA1-DATA8 (za povezivanje s pisačem dovoljan je jedan smjer, ali neki proizvođači uvode dvosmjerne linije podataka zbog većih mogućnosti povezivanja). Upravljačkim signalom BUSY (zauzet) vanjski uređaj signalizira svoju aktivnost/neaktivnost. Signal STROBE generira računalo zajedno s podacima, najavljujući vanjskom uređaju prisutnost podataka. Signal ACK (eng. Acknowledge) daje vanjska jedinica kao potvrdu da su podaci prihvaćeni (eng. handshake). Kao i RS-232-C i CENTRONICS je danas prisutan prvenstveno zbog tradicije i rasprostranjenosti te zadržavanja kompatibilnosti. Glavni su nedostaci skupi kabel i konektor, veliki broj žica, kratke udaljenosti prijenosa (unutar prostorije).

### IEEE-488

Pojavom složenih mjernih instrumenata rasla je potreba za povezivanjem instrumenata i računala. Više je razloga tome. Nabrojiti ćemo samo najvažnije. Prilagodba instrumenata određenom mjerenju zahtijeva dosta posla. U računalu se mogu pohraniti unaprijed definirane datoteke za inicijalizaciju instrumenta, ovisno o mjerenju. Mogu se pohraniti i trenutne konfiguracije. Rezultate mjerenja moguće je čuvati na disku računala i kasnije obrađivati. Moguće je povezati veći broj instrumenata u složeni mjerni sustav i upravljati aktivnostima pojedinog instrumenta u procesu složenih mjerenja.

Rezultat je IEEE-488 norma poznata još kao HP-IB (eng. Hewlett-Packard Instrument Bus), GPIB (eng. General Purpose Instrument Bus) s osnovnom namjenom povezivanja mjernih instrumenata i računala. Norma definira mehanička, električka svojstva te funkcije.

Najbitnija svojstva su: dvosmjerna paralelna asinkrona sabirnica koja omogućuje priključak do 15 uređaja na udaljenosti do 20 metara. Konektori su izvedeni tako da ih je moguće spojiti jedan u drugoga (linijski), sve u jedan (zvijezda) ili kombinacije.

Uređaji mogu biti tipa:

- |                             |   |  |
|-----------------------------|---|--|
| slušalac (eng. LISTENER)    | - | samo prima podatke (npr. pisač)  |
| govornik (eng. TALKER)      | - | šalje podatke kada se to od njega traži (npr. univerzalni instrument, osciloskop i dr.), |
| kontroler (eng. CONTROLLER) | - | upravlja radom slušalaca i govornika.  |

U nekim uređajima moguće su kombinacije funkcija od samo nekih do svih. Kontroler upravlja radom sabirnice i adresiranjem ostalih uređaja te zadavanjem naredaba određuje aktivnosti. Sabirnica ima osam linija podataka u kombinaciji s osam linija mase (prijenos podataka i naredaba) te osam upravljačkih linija. U jednom trenutku na sabirnici može biti jedan govornik i više (maksimalno 14) slušatelja uz maksimalnu brzinu od 1 Mbajt/s. Svaki uređaj ima prekidače kojima se namješta njegova adresa (različita od ostalih u mreži).

IEEE-488 norma prihvaćena je od niza proizvođača i postoji više namjenskih mikroelektroničkih komponenata u kojima su ostvarene funkcije slušaoca, govornika i kontrolera. Pomoću njih jednostavno se realizira sklopovsko sučelje.

Postoji i nadogradnja u programskom dijelu pa tako npr. tvrtka National Instruments nudi

različite programske produkte kao što su LabWindows, LabView, CVI koji koriste RS-232-C i GPIB protokole za prikupljanje, obradu i prikaz složenih mjernih rezultata.

## SCSI

Otvoreni računalni sustavi podrazumijevaju mogućnost kombiniranja različitih uređaja, različitih proizvođača u zajedničku cjelinu. Uz osnovnu računalnu konfiguraciju često je potrebno dodati različite vanjske jedinice CD-ROM, vanjske diskove, trake za arhiviranje podataka, multimedijske module i dr. Korisnik pri tome sam kombinira uređaje, npr. diskovni prostor u raspodijeljenom sustavu koji gradi. To znači da disk mora biti prenosiv. S druge strane karakteristike današnjih diskova su takove da omogućuju veliku brzinu prijenosa.

Iz navedenog proizlazi nužnost za brzim, relativno jeftinim protokolom za prijenos veće količine podataka na kraće (do nekoliko metara) udaljenosti između manjeg broja (manje od 10) uređaja. Rezultat je velika popularnost protokola pod nazivom SCSI (eng. Small Computer System Interface).

SCSI sabirnica kao ideja već je dulje vremena prisutna u računalnoj struci. Već pred 30-tak godina (rane šezdesete) tvrtka IBM koristila je paralelnu 8-bitovnu sabirnicu namijenjenu prijenosu blokova podataka između IBM računala i ne-IBM vanjskih jedinica. Kao i u nizu drugih slučajeva tako je i ovdje bilo potrebno da se stvore uvjeti za njezin napredak i opću primjenu. Ranih 80-tih komisija ANSI (American National Standards Institute) X3T9.3 (komisija za sabirnice više razine) pokrenula je definiranje IPI (Intelligent Peripheral Interface) sabirnice kao univerzalne paralelne ulazno-izlazne sabirnice. U isto vrijeme tvrtka Shugart Associates predložila je jeftinu paralelnu ulazno-izlaznu sabirnicu pod nazivom SASI (Shugart Associates System Interface). Sabirnica je dobila značajnu podršku kod proizvođača računalne opreme. Značajan spomena je i treći prijedlog slične sabirnice pod nazivom ISI (Intelligent System Interface). Da bi izbjegla sukob komisija ANSI X3T9.3 predložila je komisiji X3T9.2 (komisija za sabirnice niže razine) doradu i prihvaćanje standarda SASI. U nastavku rada promijenjeno je ime da se bolje razlikuje od konkurencije i 1986. godine službeno je prihvećena norma koja se danas naziva SCSI-I. Norma je dozvoljavala previše slobode proizvođačima opreme (npr. korištenje pariteta nije obavezno u SCSI-I) pa su se ubrzo pojavili i prvi problemi u nekompatibilnosti. Rezultat je daljnji rad na normaciji SCSI-a. 1990. godine usvojena je norma SCSI-II koja podržava sve funkcije prethodne norme (SCSI-I) (kompatibilnost prema dolje). Danas je to najraširenija norma priključivanja različitih zahtijevnih vanjskih uređaja i računala na malim udaljenostima. Očekuje se i SCSI-III norma koja će definirati proširenja sabirnice s 8 (16 bita) na 16 (32 bita) te povećanje ukupnog broja SCSI uređaja s 8 na 32. Također se očekuje pravednija arbitraža u korist uređaja s nižim prioritetima te eventualno korištenje stakla umjesto žice u kabelima.

SCSI norma uvodi pojam kompletne logičke naredbe koja sadrži sve potrebne informacije za vanjsku jedinicu (npr. adresa sektora i što treba učiniti). Uređaji na sabirnici međusobno komuniciraju i nakon zadavanja određene naredbe, pojedini uređaji mogu se isključiti sa sabirnice i time je osloboditi. Oni se ponovno aktiviraju na sabirnici onda kad vanjska jedinica kojoj je bio namijenjen upit ima spreman odgovor (npr. podatke s diska koje treba prenijeti u radnu memoriju računala). Na taj način omogućeno je pokretanje više paralelnih aktivnosti između različitih uređaja priključenih na sabirnicu. SCSI norma također uvodi logičko adresiranje umjesto fizičkog čime oslobađa računalo dodatnog posla i ubrzava komunikaciju.

SCSI-II sabirnica može prihvatiti do 8 uređaja pri čemu svaki uređaj mora imati svoj identifikacijski bit (ID) tj. jednoznačnu adresu. Taj bit ujedno određuje i važnost (prioritet) uređaja prilikom natjecanja za dodjelu sabirnice. Na sabirnicu se priključuju host adapteri ili kontroleri. Host adapteri čine vezu između unutarnje sabirnice računala (npr. ISA, EISA, VME, SBUS) i SCSI sabirnice dok kontroleri povezuju SCSI sabirnicu i vanjske uređaje. Svaki vanjski uređaj može imati do 8 logičkih jedinica a svaka jedinica do 256 logičkih podjedinica. Teoretski bi dakle u kombinaciji jedan host adapter i sedam kontrolera bilo moguće priključiti do 14000 vanjskih jedinica. Svaki uređaj može biti inicijator (izdaje SCSI naredbe), ciljni uređaj (izvodi SCSI naredbe) ili oboje. Host adapteri su obično inicijatori, a kontroleri ciljni uređaji.

Da bi SCSI sabirnica mogla funkcionirati, minimalno je potreban jedan inicijator i jedan ciljni uređaj. Postoje dvije vrste SCSI sabirnice, jednorazinska i diferencijalna. Logička razina signala kod jednorazinske sabirnice određena je razlikom potencijala između vodiča i zajedničke nule. Zbog toga je duljina sabirnice ograničena na do 6 m. Logička razina signala kod diferencijalne sabirnice određena je razlikom potencijala između dva vodiča. Sabirnica je otpornija na smetnje i dopušta udaljenost uređaja do 25 m. Jednorazinska sabirnica koristi se za povezivanje uređaja unutar kućišta, a diferencijalna za povezivanje uređaja u odvojenim kućištima.

SCSI norma određuje 18 linija sabirnice. Od toga se 9 linija koristi za prijenos naredaba, podataka, statusa i poruka a drugih 9 služi za upravljanje. Sabirnica se realizira kao 50 linijski kabel (50-polni konektor), a kod jednorazinske izvedbe sve neparne linije se uzemljuju pa se može koristiti i 25-polni konektor. Da bi se spriječila refleksija signala, na krajeve sabirnice (priključke) potrebno je uključiti prilagodne otpore.

Linije su:

ACK (acknowledge) pokretač prijensa aktivira liniju kao znak da je stavio ili primio informaciju s podatkovnih linija. Koristi se za rukovanje (engl. handshaking),

ATN (attention) host adapter signalizira kontroleru da ima poruku za njega,

BSY (busy) označava zauzetost sabirnice,

C/D (control/data) određuje da li je na linijama podataka naredba ili podatak. Aktivira je ciljni uređaj,

DB(0)-DB(7), DB(P) 8 linija podataka i 1 linija pariteta,

I/O (input/output) određuje smjer prijensa informacija relativno u odnosu na inicijatora. Aktivira je ciljni uređaj,

MSG (message) označava prisutnost podataka na podatkovnim linijama. Aktivira je ciljni uređaj,

REQ (request) ciljni uređaj aktivira liniju kao znak da je postavio informaciju na podatkovne linije ili traži postavljanje informacije od strane inicijatora. Koristi se za rukovanje,

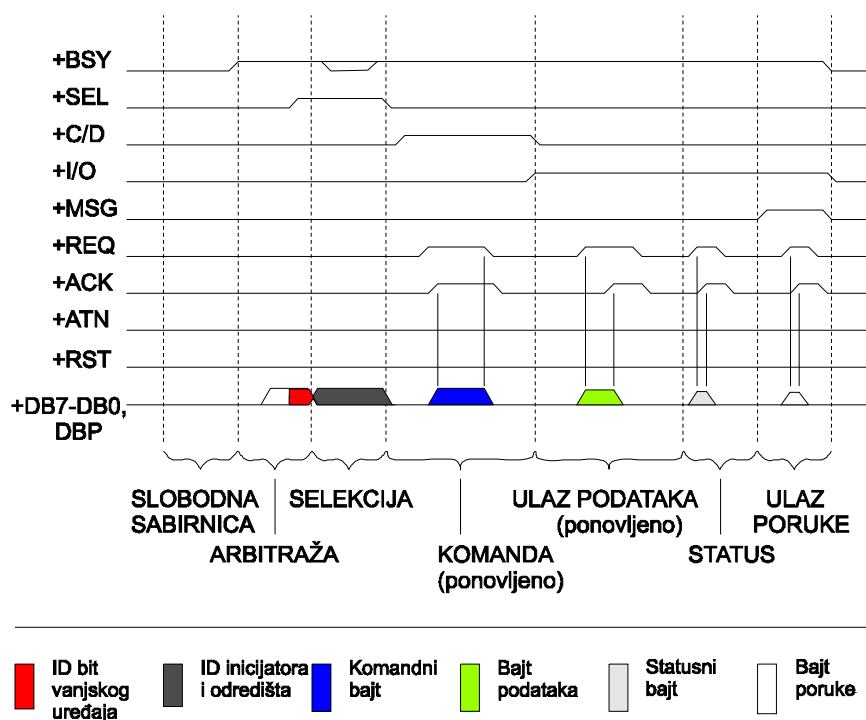
RST (reset) služi za resetiranje sabirnice,

SEL (select) host adapter ovom linijom odabire kontroler s kojim želi komunicirati. Adresa (ID bit) kontrolera pojavljuje se na podatkovnim linijama,

Rad preko SCSI sabirnice odvija se u niz diskretnih stanja - faza. Svaka faza određuje smjer prijenosa i vrstu informacije koja se nalazi na podatkovnim linijama. Svaki SCSI ciklus može obuhvatiti 8 različitih faza: slobodna sabirnica, faza arbitraže, faza selekcije, faza ponovne selekcije, faza prijenosa naredbe, podataka, statusa i poruka.

U trenutku kad je sabirnica slobodna, linija BSY je neaktivna. U fazi arbitraže, svi uređaji koji žele upravljati sabirnicom se natječu. Svaki od njih aktivira BSY liniju (spojeni ILI) i postavlja svoj ID bit (0-7) na odgovarajuću podatkovnu liniju. Uređaj najvišeg prioriteta (najviši ID bit) osvaja sabirnicu, a ostali moraju odstupiti. U fazi selekcije inicijator izabire ciljni uređaj za izvođenje SCSI naredbe postavljanjem ID bita ciljnog uređaja na podatkovne linije i aktiviranjem linije SEL. Nakon završetka selekcije, sabirnicom do kraja ciklusa upravlja ciljni uređaj. Faza ponovne selekcije je kada ciljni uređaj želi izabrati inicijatora koji mu je poslao naredbu radi povratnih informacija. Zbog razlikovanja vrste informacija koje se prenose podatkovnim linijama u fazama prijenosa naredaba, podataka, statusa i poruka koriste se linije MSG, C/D, i I/O. U fazi prijenosa naredaba ciljni uređaj zahtijeva prijenos SCSI naredbe od inicijatora. U fazi prijenosa statusa ciljni uređaj vraća inicijatoru statusni bajt koji govori o uspjehu ili neuspjehu SCSI naredbe. U fazi prijenosa poruka razmjenjuju se poruke između dva uređaja preko podatkovnih linija. Primjer poruke je COMMAND COMPLETE kojom ciljni uređaj obavještava inicijatora da je uspješno izveo naredbu.

Podaci se po sabirnici mogu prenositi asinkrono i sinkrono. Kod asinkronog prijenosa za rukovanje se koriste linije REQ i ACK. Kod sinkronog prijenosa ciljni uređaj aktivira liniju REQ,



Slika 2.11: Različita stanja na SCSI sabirnici

a inicijator liniju ACK za svaki preneseni podatak s time da su REQ i ACK pomaknuti u fazi i nisu međusobno povezani što znatno ubrzava prijenos. Sinkroni prijenos omogućuje brzinu do 4MB/s. Sinkroni prijenos ne može se primijeniti na prijenos naredaba, poruka i statusa.

### **20.2.5 ZAKLJUČAK UZ DRUGU CJELINU**

Povezivanje mikroračunala i okoline je posao koji od inženjera zahtijeva kreativnost, znanje i stalno usavršavanje. U većini slučajeva proces (okolina) zahtijeva jedinstveni pristup u kojem je potrebno zadovoljiti dva dijela - iskoristiti postojeće norme i načine povezivanja računala i okoline te nadograditi dobiveno rješenje tako da okolina i mikroračunalo postanu nedjeljiva, kvalitetno obogaćena cjelina.

Opisane norme samo su manji dio svih postojećih i svrha prikaza je ukazati čitatelju na smjernice kojima treba ići u povezivanju mikroračunala i okoline. Ključno je pri tome uočiti problem, globalno ga razumjeti i predvidjeti (u okviru nekog složenog projekta) odgovarajuće resurse za njegovo rješavanje.