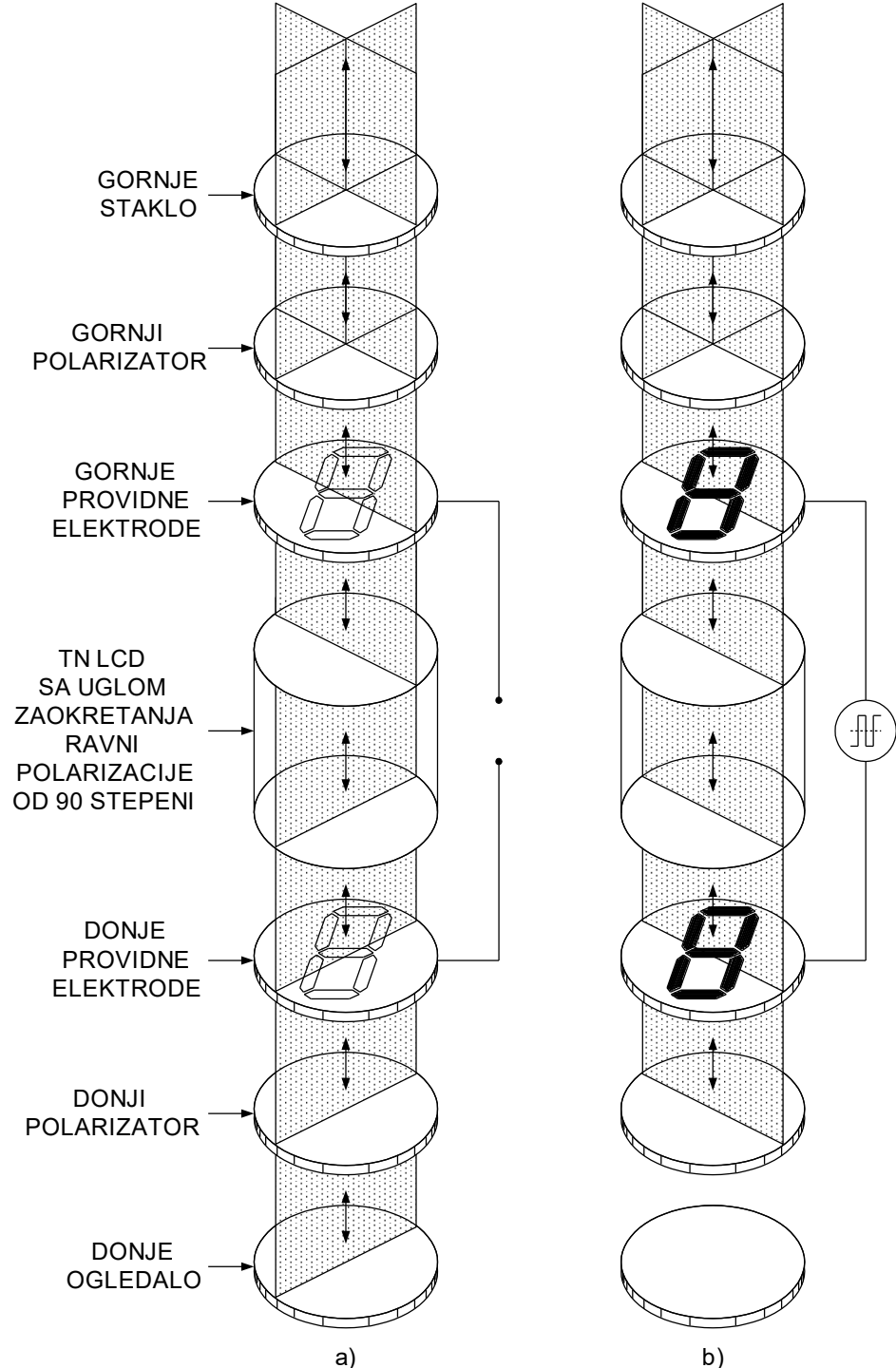


13. DISPLEJ SA TEČNIM KRISTALIMA (LCD)

Sastavni delovi:

- gornja providna staklena ploča
- gornji polarizator svetlosti
- gornje providne elektrode (segmenti)
- nematički tečni kristal
- donje providne elektrode za multipleksirani LCD displej ili samo jedna elektroda, zajednička za sve segmente za nemultipleksirani LCD displej
- donji polarizator svetlosti
- donje ogledalo ili providna staklena ploča



GORNJE STAKLO

GORNJI POLARIZATOR

GORNJE PROVIDNE ELEKTRODE

TN LCD SA UGLOM ZAOKRETANJA RAVNI POLARIZACIJE OD 90 STEPENI

DONJE PROVIDNE ELEKTRODE

DONJI POLARIZATOR

DONJE OGLEDALO

a)

b)



TEHNOLOGIJE LCD DISPLEJA

- TN (*“Twisted Nematic”*) sa uglom zakretanja ravni polarizacije svetlosti od 90° ;
- HTN (*“Higher Twisted Nematic”*) sa uglom zakretanja ravni polarizacije svetlosti od 110° ;
- STN (*“Super Twisted Nematic”*) sa uglom zakretanja ravni polarizacije svetlosti od 270° ;
- DSTN (*“Double Super Twisted Nematic”*) sa dva redno spregnuta STN;
- FSTN (*“Film Super Twisted Nematic”*), jeftiniji od DSTN sa sličnim performansama; i
- CSTN (*“Color Coded Super Twisted Nematic”*) omogućava prikaz do 5 boja bez filtera.

BOJA PRIKAZA LCD DISPLEJA

Prema boji prikaza na displeju, LCD displeji se dele na:

- monohromatske; i
- u boji (sa filtrima za boje ili CCSTN).

Prema boji prikaza na displeju, LCD displeji se dele na:

- Crno-sivi sadržaj na sivo-zelenoj pozadini (TN i HTN);
- Plavi sadržaj na žuto-zelenoj pozadini (STN); i
- Crni sadržaj na beloj pozadini (DSTN i FSTN).

PODELA LCD DISPLEJA

Prema načinu upravljanja elektrodama, LCD displeji se dele na:

- Pasivne; i
- Aktivne, sa integrisanim tranzistorom po svakoj elektrodi (TFT – “*thin film transistor*”).

LCD displej može biti:

- Reflektivan sa ogledalnom površinom;
- Transflektivan sa usmerenim ogledalom iza koga se nalazi pozadinsko osvetljenje; i
- Transmisivan, odnosno proziran.

POZADINSKO OSVETLJENJE

Pozadinsko osvetljenje LCD displeja može biti izvedeno pomoću:

- LED dioda;
- Elektroluminiscentne ploče;
- Fluorescentnih cevi sa vrućom katodom (HCFT – “*hot cathode fluorescent tube*”); i
- Fluorescentnih cevi sa hladnom katodom (CCFT – “*cold cathode fluorescent tube*”).

POZADINSKO OSVETLJENJE

Tipični radni temperaturni opsezi LCD displeja su:

- Standardni od 0°C do 50°C ;
- Prošireni od -20°C do 70°C ; i
- Najširi od -30°C do 85°C .

Prema rasporedu elektroda, LCD displeji se dele na:

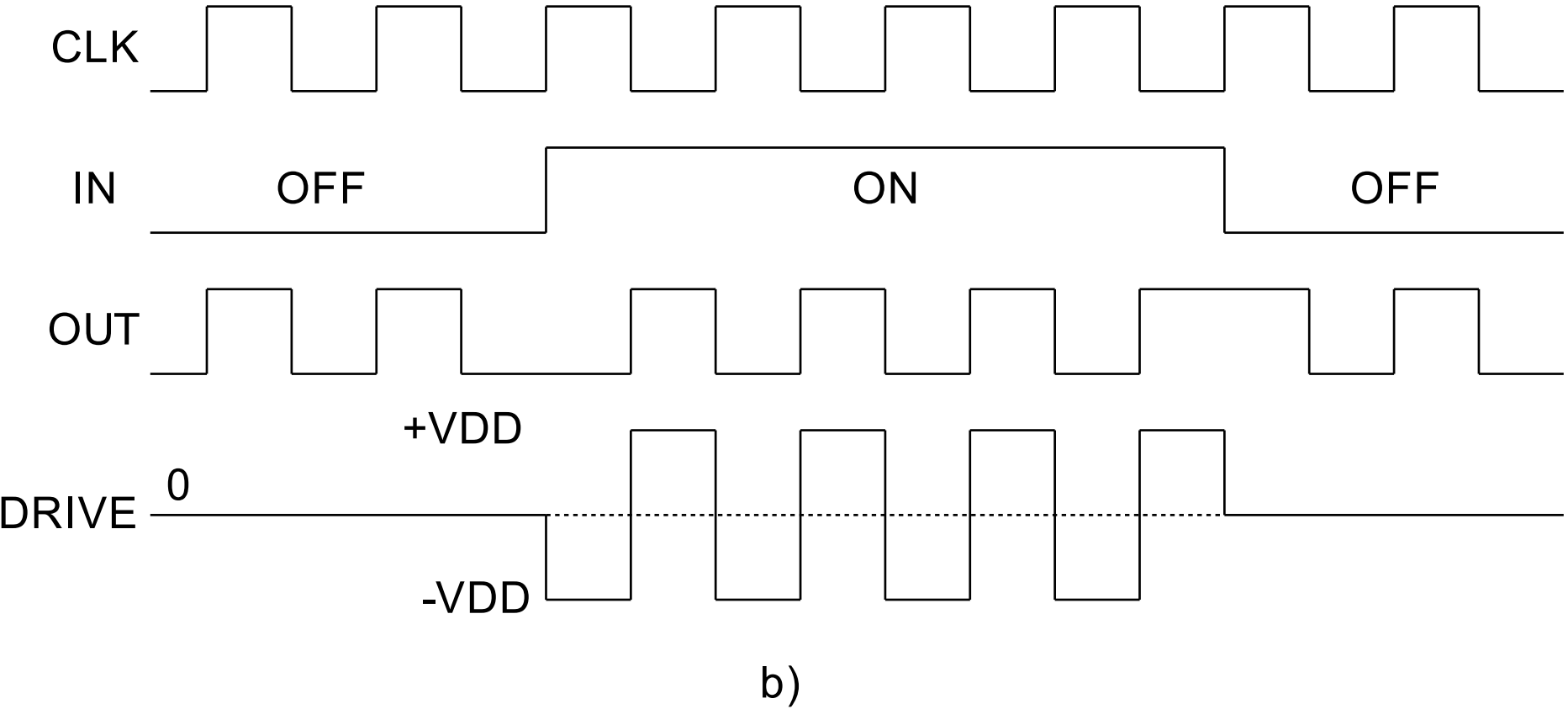
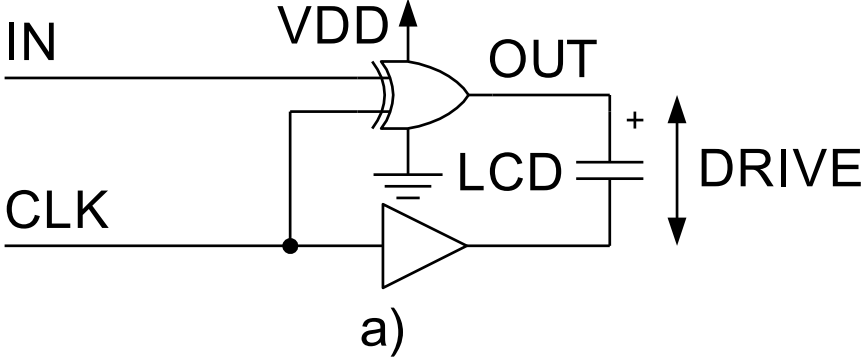
- Segmentne;
- Alfaneumeričke matrične; i
- Grafičke matrične.

TIP KONTROLE

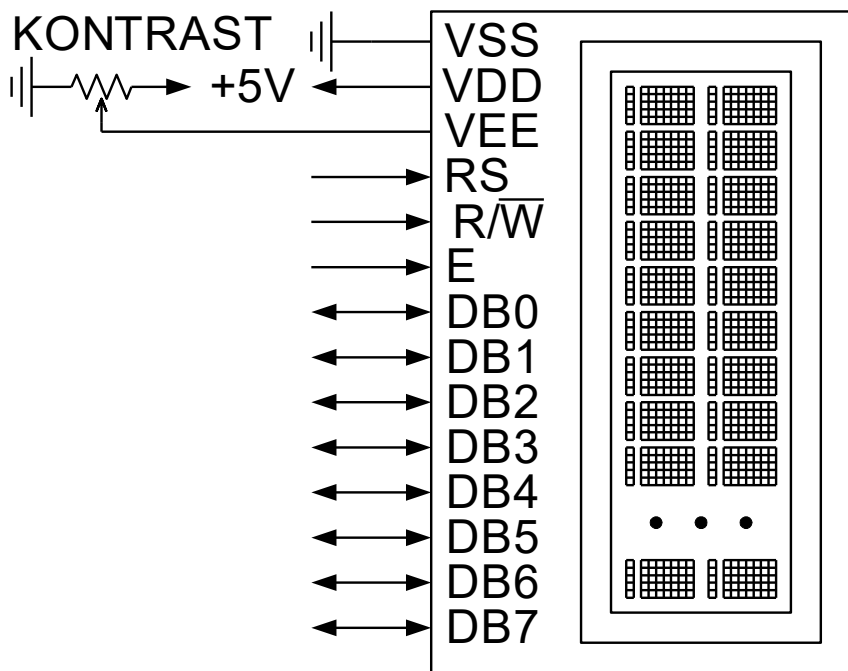
Prema tipu kontrole, LCD displeji se dele na:

- Neintelligentne (bez LCD kontrolera); i
- Intelligentne (sa LCD kontrolerom), koji se zovu i LCD moduli.

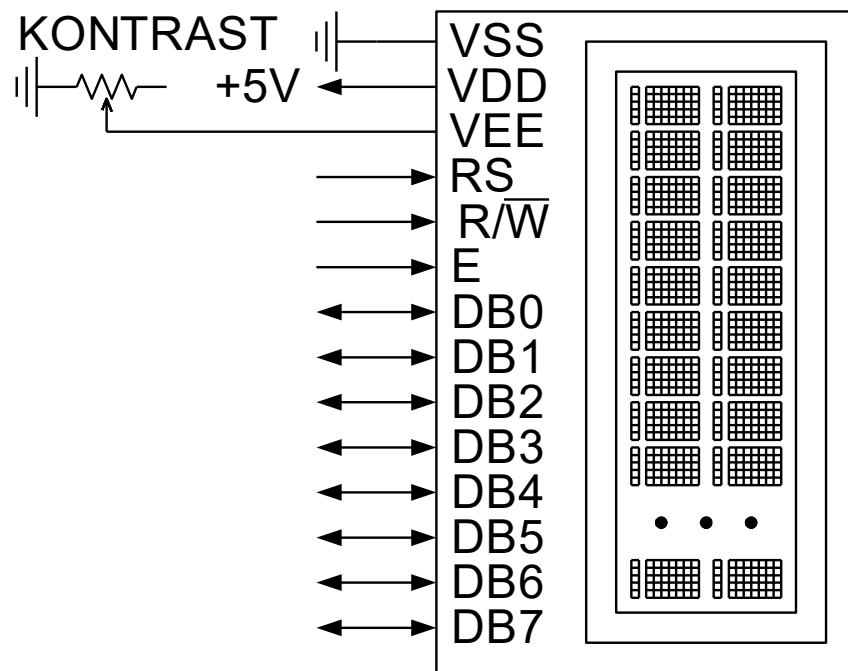
UPRAVLJANJE LCD DISPLEJOM



ALFANUMERIČKI LCD MODUL



a) LCD



b) LCD

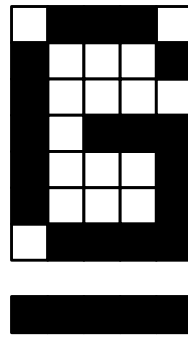
KOLO ZA PODEŠAVANJE KONTRASTA

Standardno kolo za podešavanje kontrasta (Slika a) ima tipičnu struju potrošnje od čak 2mA, za preporučene vrednosti potencijometra od 5k Ω do 10k Ω i napon napajanja od +5V, što je suviše za neke baterijske primene.

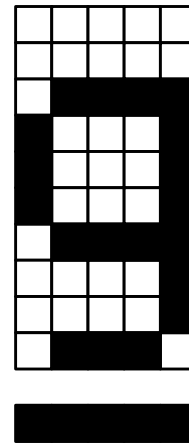
Smanjenje struje potrošnje do 0.9mA se postiže implementacijom kola sa Slike b) uz upotrebu iste vrednosti potencijometra.

Međutim, kod velikog broja alfanumeričkih LCD modula, optimalan kontrast se postiže za napon VEE od -0.1V do -0.9V, pri struji od 100 μ A do 600 μ A, zavisno od dimenzije LCD displeja, što zahteva upotrebu DC/DC konvertora za generisanje negativnog napona, najčešće kapacitivno-diodnog tipa.

ZNAKOVI NA ALFANUMERIČKOM LCD DISPLEJU



a)



b)

TIPOVI MEMORIJA

Memorija fiksnih znakova CGROM (“*Character generator ROM*”) sadrži matrične definicije 208 znakova sa po 5x8 tačaka i 32 znaka sa po 5x10 tačaka.

Memorija promenljivih znakova CGRAM (“*Character generator RAM*”) je kapaciteta 8 znakova sa po 5x8 tačaka ili 4 znaka sa po 5x10 tačaka.

U memoriju kodova za prikazivanje DDRAM (“*Display data RAM*”) se može upisati do 80 bajtova kodova znakova definisanih unutar CGROM i CGRAM memorije.

ADRESE DDRAM MEMORIJE

Heksadecimalne DDRAM adrese za jednoredni displej

Pozicija na LCD	1	2	3	...	78	79	80
Adrese unutar reda	00	01	02	...	4D	4E	4F

Heksadecimalne DDRAM adrese za dvoredni displej

Pozicija na LCD	1	2	3	...	38	39	40
Adrese prvog reda	00	01	02	...	25	26	27
Adrese drugog reda	40	41	42	...	65	66	67

KOMANDE 1

ACG (“*CGRAM address*”) je 6-bitna adresa memorije promenljivih znakova. ADD (“*DDRAM address*”) je 7-bitna adresa memorije kodova znakova, odgovarajuća adresi pozicije kursora. AC (“*Address counter*”) je adresni brojač koji se koristi za DDRAM i CGRAM adrese.

Komanda za brisanje displeja (“*Clear display*”), briše ceo displej upisom koda znaka 20H (“*blank*”) u sve DDRAM lokacije, a zatim resetuje DDRAM adresni brojač na 0 i vraća displej u originalnu poziciju ako je bio pomeren. Drugim rečima, prikaz na displeju nestaje a kursor se vraća u početnu poziciju, odnosno gornji levi ugao displeja.

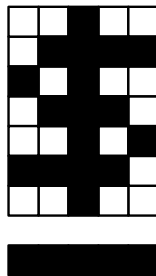
KOMANDE 2

Komanda za povratak na početnu poziciju (*“Return home”*) resetuje DDRAM adresni brojač na 0 i vraća displej u originalnu poziciju ako je bio pomeren. Međutim, za razliku od prethodne komande, sadržaj DDRAM memorije ostaje nepromenjen.

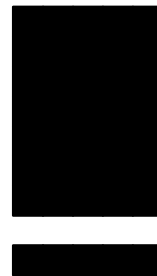
Komanda za zadavanje načina unošenja (*“Entry mode set”*) zadaje smer pomeranja kursora i definiše režim pomeranja displeja. Pomeranje se dešava u toku upisa podataka u DDRAM ili čitanja podataka iz DDRAM memorije.

KOMANDE 3

Komanda za kontrolu uključenosti displeja (“*Display on/off control*”) uključuje ili isključuje ceo displej, uključuje ili isključuje kursor, i zadaje treptanje znaka na poziciji kursora. Ova komanda nema uticaja na sadržaj DDRAM, kao ni na funkcionalnost pomeranja kursora, bez obzira na njegovu vidljivost. Treptanje se postiže naizmeničnim prikazivanjem zahtevanog znaka i svih tamnih tačaka na mestu znaka sa periodom od 409ms pri učestanosti takta LCD kontrolera od 250kHz.



a)



b)

KOMANDE 4

Komanda za pomeranje kursora ili displeja (“*Cursor or display shift*”) pomera kursor ili displej bez promene sadržaja DDRAM memorije. Međutim, na višem aplikacionom nivou, ova komanda se obično koristi za vizuelno pretraživanje i naknadnu korekciju sadržaja DDRAM.

Komanda za zadavanje širine magistrale podataka i adresa (“*Function set*”), broja redova displeja i broja tačaka znaka (fonta) se nekoliko puta ponavlja u toku inicijalizacije.

Memorijske adrese se zadaju pomoću komande za zadavanje CGRAM adrese (“*Set CGRAM address*”) i komande za zadavanje DDRAM adrese (“*Set DDRAM address*”).

KOMANDE 5

Komanda za čitanje flega zauzetosti i adresnog brojača (“*Read busy flag & address*”) se preporučuje pre upisa svake komande posle inicijalizacije. Sadržaj adresnog brojača predstavlja adresu DDRAM ili CGRAM memorije, saglasno prethodnoj komandi.

Komande upisa u CGRAM (“*Write data to CGRAM*”) i čitanja iz CGRAM (“*Read data from CGRAM*”) omogućavaju upis i čitanje definicija znakova.

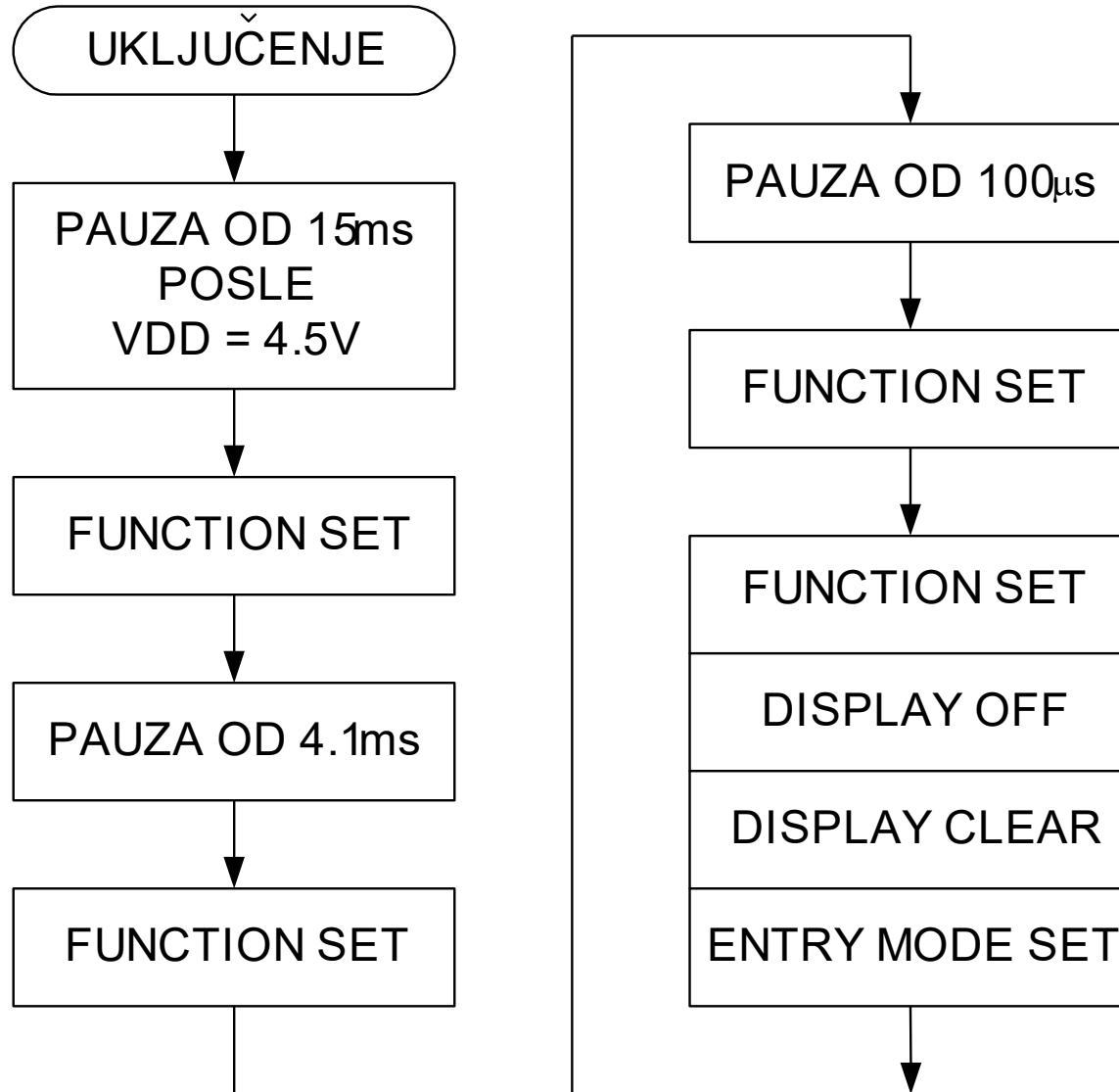
Komande upisa u DDRAM (“*Write data to DDRAM*”) i čitanja iz DDRAM (“*Read data from DDRAM*”) omogućavaju upis i čitanje kodova znakova za prikazivanje na displeju.

INICIJALIZACIJA LCD KONTROLERA

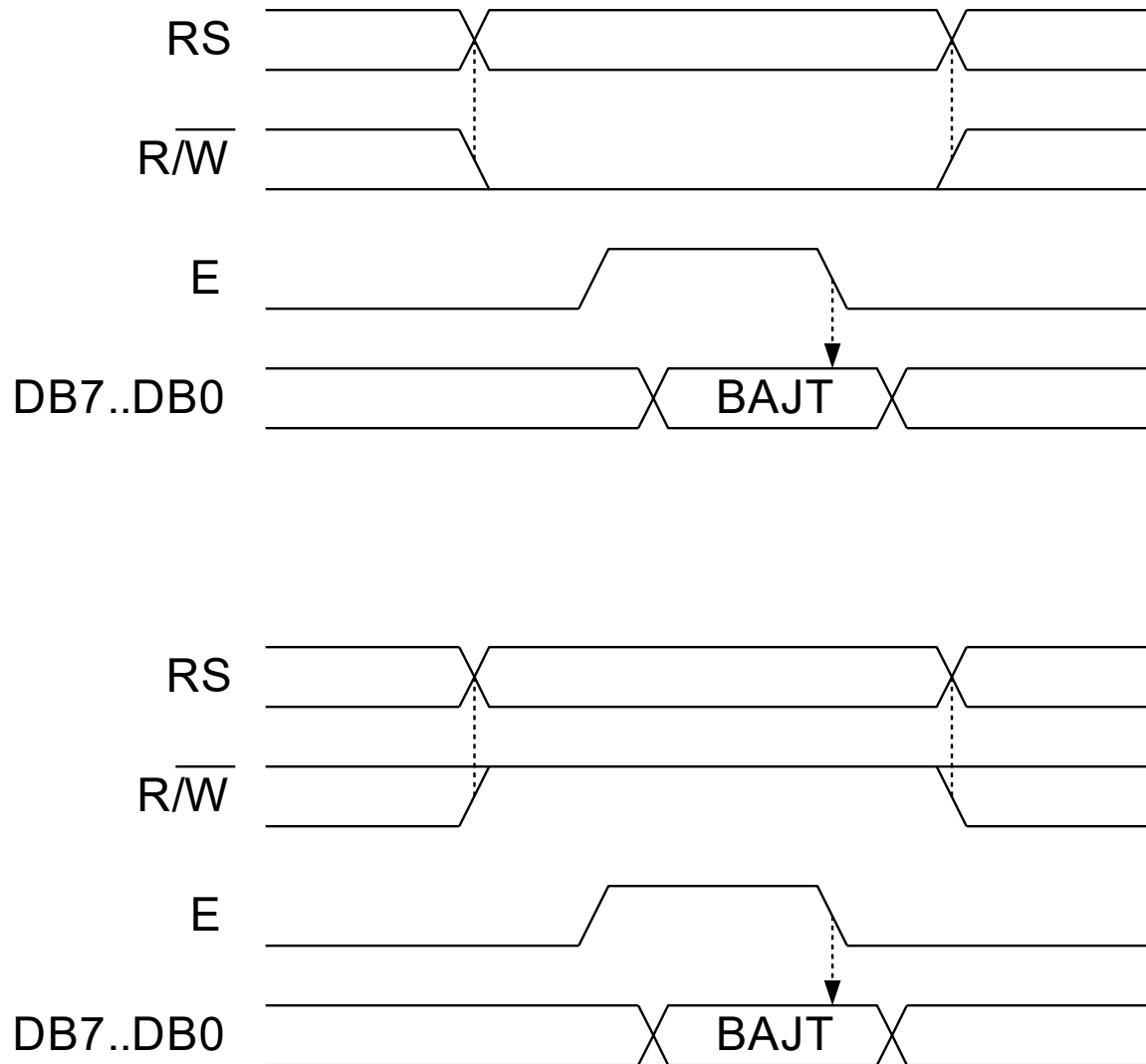
Automatska inicijalizaciona sekvenca posle podizanja napajanja preko 4.5V:

- Brisanje displeja;
- Zadavanje 8-bitne širine magistrale i jednorednog displeja sa znakovima od po 5x8 tačaka;
- Isključenje displeja, kursora i treptanja kursora; i
- Zadavanje načina unošenja za pomeranje kursora inkrementiranjem adrese.

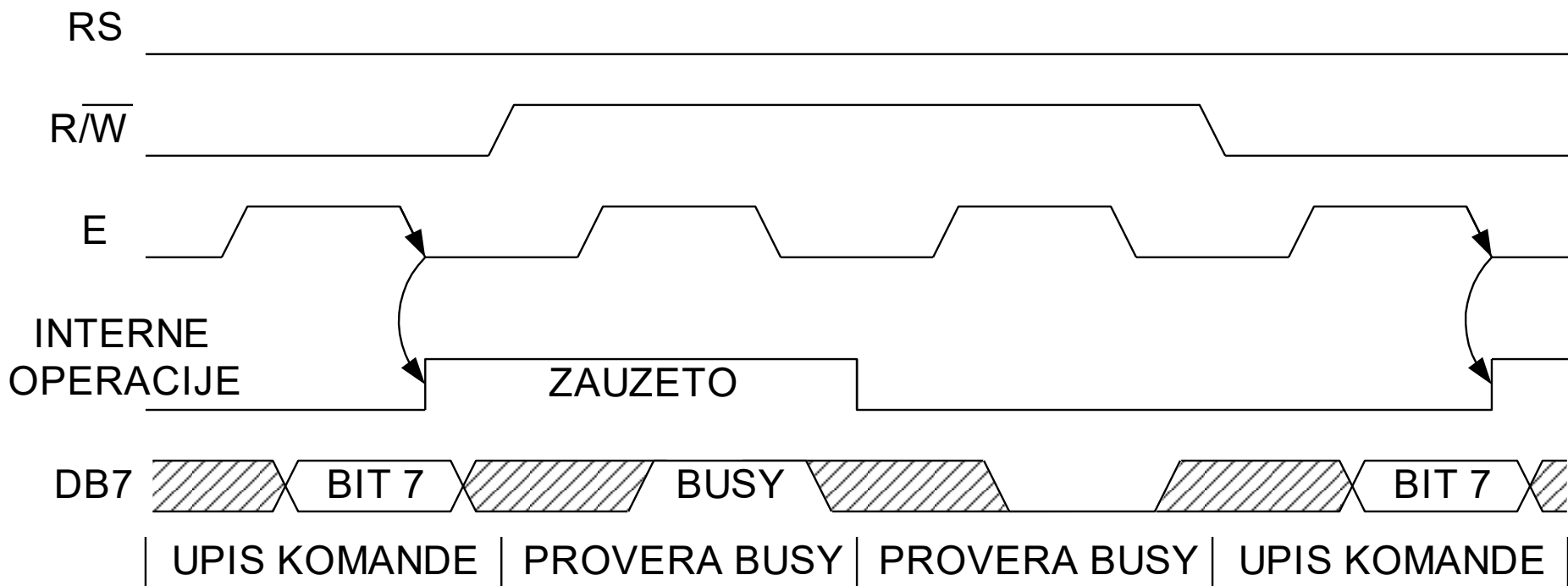
SOFTVERSKA INICIJALIZACIJA



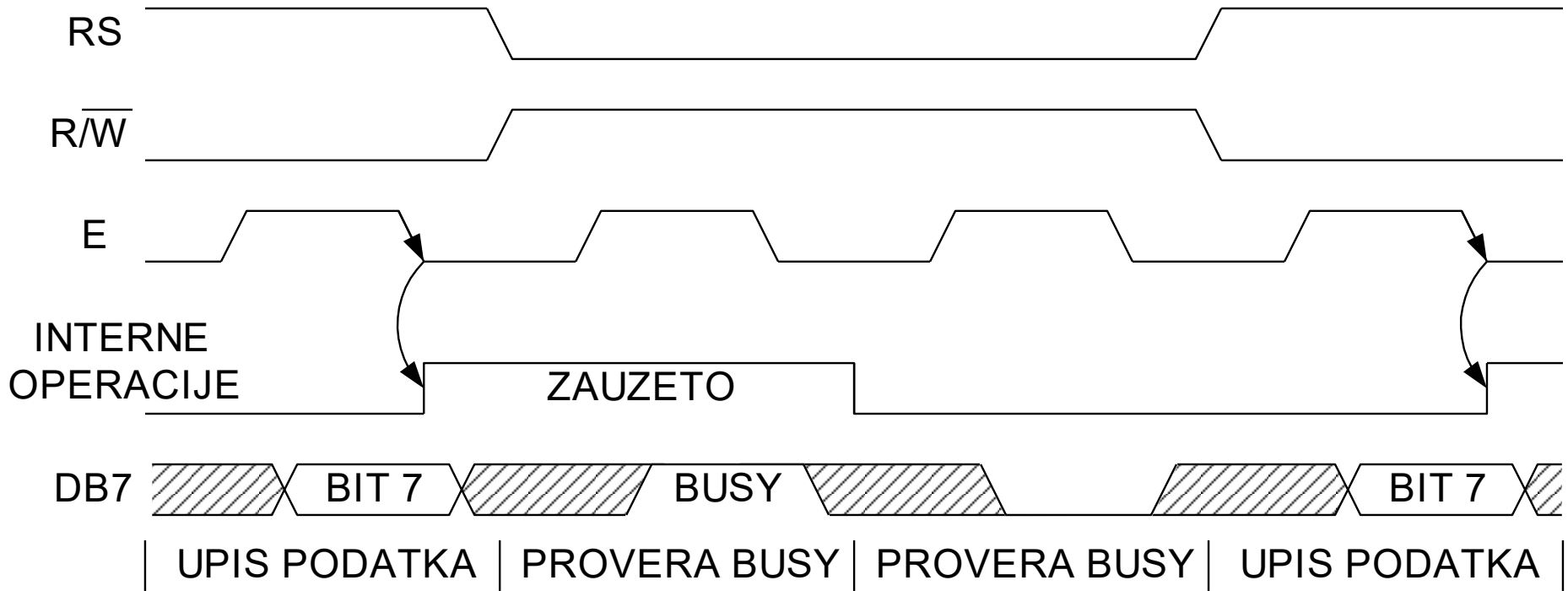
UPIS I ČITANJE



UPIS KOMANDE



UPIS PODATKA



SPREZANJE SA MAGISTRALOM

