

USB KOMUNIKACIJA SA MIKROKONTROLEROM PIC18F4550

Nevres Muslić

Tehnički fakultet Bihać, 77000 Bihać, nevres.muslic@gmail.com

Ključne riječi: mikrokontroler, USB komunikacija, računar, aplikacija, sistem

SAŽETAK:

Mikrokontroler PIC18F4550 posjeduje USB modul, što ga izdvaja od ostalih mikrokontrolera. Pa zbog te činjenice spomenuti mikrokontroler je idealno posredno sredstvo za uspostavljanje USB komunikacije. U radu su predstavljene karakteristike samog USB modula mikrokontrolera PIC18F4550, njegovi režimi rada i organizacije memorije. Također je predstavljena komunikacija između računara (host) i mikrokontrolera PIC18F4550 (klijent), preko USB priključka (porta). Kao dokaz uspostavljanja komunikacije, projektovana je aplikacija koja komunicira sa mikrokontrolerom PIC18F4550, te je ista aplikacija bazirana na praktičnom primjeru.

1. UVOD

Univerzalna serijska sabirnica (engl. Universal Serial Bus, USB) predstavlja tehnološko rješenje za komunikaciju računara sa vanjskim uređajima, pri čemu se podaci razmjenjuju serijski relativno velikom brzinom [1].

Zbog sve većeg broja uređaja koji su se priključivali na računar, velike kompanije kao što su Microsoft, Intel, IBM, razvile su USB, te ga 1996. godine predstavile na tržištu. Ono što USB port, izdvaja od nekadašnjih sučelja su znatno pojednostavljena softverska konfiguracija, veća brzina prijenosa podataka, i dosta olakšano povezivanje računara sa eksternim uređajima.

Ukratko rečeno, USB komunikacija predstavlja komunikaciju između računara (host) i vanjskih uređaja (klijenti). Najlakši način demonstracije prijenosa podataka pri USB komunikaciji, je praktičan primjer. Pa zbog prethodno spomenute činjenice u radu je predstavljena komunikacija između mikrokontrolera PIC18F4550 i računara putem USB port-a. Zatim je izrađena aplikacija u programskom jeziku C#, koja ima zadatak da iz procesora računara dobavi vrijednosti opterećenja procesora i RAM memorije, a kao popratna karakteristika ove dvije vrijednosti je sistemsko vrijeme. Aplikacija isto tako ima zadatak da uspostavi komunikaciju između računara i mikrokontrolera PIC18F4550, te da te iste dobavljene podatke pošalje na mikrokontroler preko USB porta. Unaprijed isprogramiran mikrokontroler te primljene podatke u digitalnom obliku pretvara u analogne signale te ih šalje na modul displeja koji ih ispisuje na sopstvenom zaslonu.

2. MIKROKONTROLER PIC18F4550

Za razliku od svih ostalih mikrokontrolera iz familije PIC18F, mikrokontroler PIC18F4550 pruža visoke performanse uz pristupačnu cijenu. Odlikuje se poboljšanom flash memorijom, snagom i visokom izdržljivošću.

2.1. Karakteristike USB modula mikrokontrolera PIC18F4550

Karakteristike USB modula [2]:

- Fleksibilan USB standard verzije 2.0
- Brzine prijenosa podataka: niske brzine (1.5Mb/s) i visoke brzine (12Mb/s)
- Vrste podržanih transfera: kontrolni, prekidni, izohroni i bulk
- Podržava do 32 krajnje tačke (16 bidirekciono)
- 256-bajtni dvostruki pristup RAM-u za USB
- Interni USB primopredajnik sa sopstvenim regulatorom napona
- Eksterni USB primopredajnik

Za prijenos podataka koriste se dvije linije D+ i D-. Kada se prenosi logička nula linija D- je na većem potencijalu od linije D+ dok je u slučaju prijenosa logičke jedinice obrnuto. Predajnici moraju da daju napon veći od 2.8 V sa opterećenjem od 15 k Ω . Prijemnici moraju da imaju simetričan ulaz pri čemu do promjene stanja dolazi ako se na ulazu prijemnika naponi razlikuju za više od 200 mV. Svaka linija za prijenos podataka ima i nesimetričan prijemnik za detekciju greške koja se pojavi ako su obje linije podataka na istom naponu. Kada se radi o brzom USB prijenosu tada se na liniju D+ priključuje opteretni otpornik (pull-up) reda 1.5 k Ω , dok se kod sporog prijenosa on uključuje na liniju D-. Na izlazima drajvera linija D+ i D- priključuju se opteretni otpornici reda 15 k Ω . U slučaju kada USB eksterna jedinica nije pod naponom i kada je drajverski izlaz porta u stanju visoke impedanse preko ovih otpornika se određuje brzina prijenosa. Preko njih se takođe određuje da je eksterni uređaj povezan na USB čvor. Kada uređaj nije povezan na USB čvor njegovi izlazni drajveri biće u stanju visoke impedanse i obje linije će biti na potencijalu mase, koje se naziva nesimetrična nula SE0 (Single Ended 0). Povezivanjem uređaja na čvor on će dobiti napajanje, ali njegovi izlazi i dalje će biti u stanju visoke impedanse, dok će napon na liniji podataka port-a koji je povezan na opteretni otpor postati visok što može da detektuje čvor. U slučaju ako se ne šalju USB paketi, linije podataka nalaze se u stanju visoke impedanse [3].

2.2. Režimi rada mikrokontrolera

Svi mikrokontroleri iz familije PIC18F2450/4550 imaju takve karakteristike da mogu značajno smanjiti potrošnju energije tijekom rada. Principi rada i načini smanjenja potrošnje energije mogu da budu [2]:

- **Alternate Run režim rada:** u zavisnosti da li kontroler radi po taktu Timer1 ili unutrašnjeg oscilatora, smanjenje može da bude i do 90%.
- **Multiple Idle režim rada:** kontroler može da radi i sa isključenim CPU dok je periferija još uvijek aktivna. Na ovaj način potrošnja iznosi oko 4% od potrošnje u normalnom režimu rada.
- **On-the-fly prekidački režim rada:** kontrola potrošnje se može pozvati i u toku programa. Na ovaj način se korisniku ostavlja mogućnost promjene režima rada u softverskoj aplikaciji.
- **Smanjena potrošnja u modulima mikrokontrolera:** pošto je potrošnja veća kada se koriste i Timer1 i Watchdogtjmer, potreba za njim je minimizirana.

2.3. Organizacija memorije

Postoje dva tipa memorije kod mikrokontrolera PIC18F4550, a to su [2]:

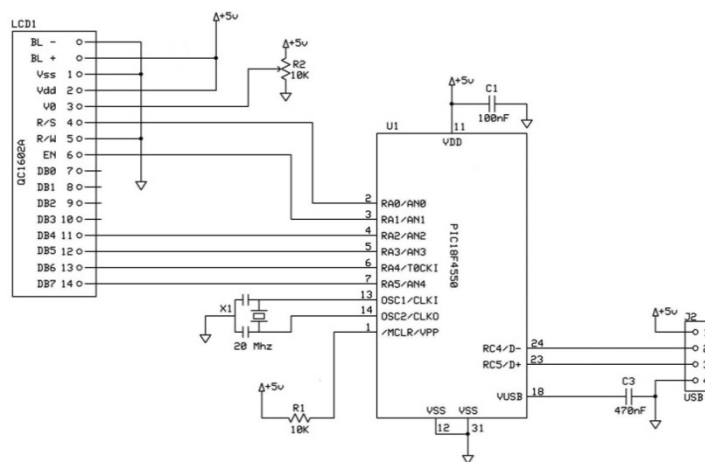
- Programska memorija
- Podatkovni RAM

Kod serije mikrokontrolera PIC18F memorija podataka je implementirana kao statički RAM. Svaki registar u ovoj memoriji ima 12-bitnu adresu. Cjelokupna memorija podataka je podjeljena na 16 banki veličine od po 256 bajtova. Prvih 96 adresa (000h-05Fh) u okviru Banke 0 je rezervirano za

pristup RAM-u, dok ostatak registara Banke 0, Banke 1-7čine registri opšte namjene (GPR). Pored toga registri opšte namjene GPR služe kao RAM bafer za operacije USB modula mikrokontrolera. (Napomena: BSR je Bank Select Register, odnosno registar za selekciju banke.) [4].

3. SOFTVERSKA REALIZACIJA APLIKACIJE

Sistem se sastoji od mikrokontrolera PIC18F4550 kao glavnog elementa, koji ima ulogu da uspostavi USB komunikaciju i kontroliše LCD displej kao izlazni blok podataka. Sistem koristi napajanje sa USB port-a, pa samim time nije veliki potrošač. Realizacija sistema je vizuelno predstavljena u simulacijskom okruženju Proteus VSM, a električna šema sistema prikazana je na sljedećoj slici:



Slika 1: Električna šema sistema

Sistem se sastoji od sljedećih elemenata:

- Otpornik vrijednosti $10K\Omega$ vezan je za prvi pin mikrokontrolera tj. MCLR(Master Clear)pin.Spomenuti pin na mikrokontroleru služi za resetovanje mikrokontrolera.To se resetovanje izvršava dovodenjem logičke nule na MCLR pin.Da se mikrokontroler ne bi resetovao, MCLR pin je potrebno stalno držati u logičkoj jedinici, tačnije +5V.Općenito otpornici u sistemu služe za ograničavanje struje i da obezbijede dovoljan pad napona.
- Kristalni (kvarcni) oscilator posjeduje odgovarajuće kristale koji osciliraju na određenoj frekvenciji koju diktira proizvođač.Na svaki od njegova dva pina, spaja se po jedan kondenzator kapaciteta (10-30pF) radi stabilnije frekvencije oscilatora. Oscilator diktira takt mikrokontroleru koji radi na 20 MHz.U mikrokontroleru, frekvencija je skalirana na 48Mhz, te je ta ista frekvencija potrebna za USB komunikaciju.
- Kondenzator kapaciteta (470nF) u sistemu služi za stabilnost prijenosa podataka pri USB komunikaciji, dok je općenito uloga kondenzatora da kratko spaja visoke frekvencije.
- Na napajanje između \pm se stavljaju dva kondenzatora od po 100nF radi eliminacije visokih frekvencija u napajanju, dok potencijometar u sistemu služi za regulaciju kontrasta na displeju.

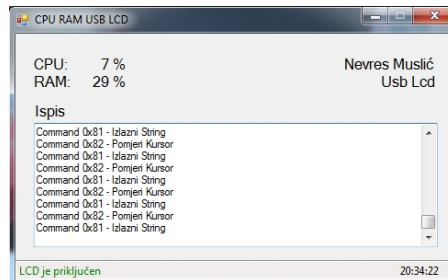
3.1. Razvoj programskog kôd-a za mikrokontroler

Programski kôd za mikrokontroler razvijen je u softverskom okruženju MikroC firme Mikroelektronika iz Beograda. Softver od pomenute tvrtke služi za razvijanje programskog kôd-a za PIC mikrokontrolere, a temelji se najčešće na C programskom jeziku. U programu su uključene sve potrebne biblioteke za nesmetano uspostavljanje USB komunikacije. Prilikom uključivanja uređaja na

USB port računara, priključeni uređaj u računaru će biti prepoznat kao HID (Human Interface Device).

3.2. Sučelje za interakciju sa korisnikom

Korisničko sučelje razvijeno je u programskom jeziku C#. Aplikacija/sučelje ima zadatak da iz procesora računara dobavi vrijednosti zauzeća procesora, RAM memorije i sistemskog sata. Isto tako aplikacija služi da uspostavi komunikaciju između računara i mikrokontrolera, te da dobavljene podatke pošalje na mikrokontroler preko USB porta. Da bi aplikacija nesmetano radila na računaru, potrebno je uz .exe file aplikacije posjedovati i tzv. dll datoteku. Na sljedećoj slici je prikazan izgled aplikacije u izvršavanju:



Slika 2: Prikaz aplikacije u izvršavanju

4. ZAKLJUČAK

Korišteni mikrokontroler posjeduje veliki broj pinova, kako ulaznih, tako i izlaznih, te se na osnovu toga mogu realizirati jako složeni sistemi/aplikacije. Pored toga veoma je praktičan, jer posjeduje USB modul, što ga izdvaja od ostalih mikrokontrolera iz iste serije, a samim time olakšano je i povezivanje sa računarom. Detalji i složenost USB komunikacije mogu se spoznati prilikom projektovanja sistema. Aplikacija u radu predstavlja grafičko sučelje za interakciju sa korisnikom, a projektovani sistem u radu je samo jedan primjer kako se na jednostavan način može realizovati USB komunikacija, uz veoma mala materijalna ulaganja, sa mogućnošću kasnije nadogradnje odnosno izmjene postojećeg sistema, sve u zavisnosti od primjene istog.

5. LITERATURA

- [1] http://hr.wikipedia.org/wiki/USB#cite_note-USB_2.0_spec-1 (15.05.2013).
- [2] Microchip Technology Inc., PIC18F2450/4550 Data Sheet, 2008
- [3] <http://vojo.milanovic.org/parport/usbport-01.htm> (29.05.2013).
- [4] Andrejić A., Randelović M.: *Komunikacija mikrokontrolera PIC18F4550 i računara preko serijskog i USB porta*, Elektronski fakultet Niš (Seminarski rad), 2009