

UPRAVLJANJE PERIFERNIM UREĐAJIMA PREKO USB PORTA DEVICE CONTROL OVER USB PORT

Laslo Tarjan, Ivana Šenk, Gordana Ostojić, *Fakultet tehničkih nauka Novi Sad*

Sadržaj – Računari novije generacije se sve manje i manje isporučuju sa paralelnim - LPT portom, koji je bio pogodan za upravljanje perifernim uređajima. Tema ovog rada je prikaz rešenja koje omogućava „on/off“ upravljanje perifernim uređajima preko USB porta računara. Uređaj omogućava priključenje nekoliko digitalnih ulaza i izlaza. Cilj rada je dobijanje funkcionalnog hardvera preko kojeg je moguće izvesti upravljanje perifernim uređajima direktno sa računara, tj. aplikacijom koja je pokrenuta na računaru. Uz mali ali dovoljan broj komandi koji se šalju preko USB porta, omogućena je laka komunikacija sa hardverom, dok se celi algoritam upravljanja izvršava na računaru.

Abstract - Newer generation computers are less and less supplied with parallel - LPT port, which was suitable for the control of peripheral devices. This paper presents the solution that provides “on/off” control with peripheral devices through the personal computer’s USB port. The device allows the connection with several digital inputs and outputs. The aim is to obtain a functional hardware, through which it is possible to control a peripheral device over the computer, i.e. through an application which is running on the computer. With a small but sufficient set of commands, which are sent over the USB port, communication with the hardware is very easy, while the entire control algorithm is running on the computer.

1. UVOD

Upravljanje perifernim uređajima direktno sa PC računara je veoma praktično u slučajevima kada svakako treba pokretati određeno korisničko okruženje, kada se upravlja malim brojem ulaza/izlaza i ne zahteva se velika pouzdanost. Upravljanje na ovaj način, sa strane pouzdanosti sistema nije najbolje rešenje, jer se PC računar može zaglaviti (zbog nepažnje korisnika, ili greške u operativnom sistemu, itd.) i tada upravljana periferija ostaje bez kontrolera. Naravno, pomenuto se retko dešava, ali treba obuhvatiti i ovu mogućnost. Postoje aplikacije gde se kratkotrajno odsustvo upravljanja može dopustiti, ili se uopšte ne primećuje, tako da bi se jedno ovakvo rešenje u tim slučajevima vrlo lako moglo koristiti.

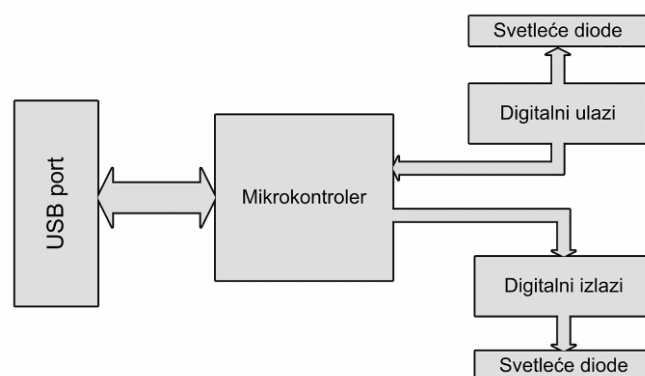
Korišćenje ovog načina upravljanja bilo je moguće preko paralelnog porta (LPT port) računara, gde su se ulazno/izlazni pinovi mogli programirati po želji korisnika [1]. Novije generacije računara se isporučuju bez LPT i COM porta (RS232), a umesto njih proizvođači ugrađuju USB portove. Razlog za zamenu COM i LPT porta za USB je u tome što su priključci na gotovo svim perifernim uređajima koje se u današnje vreme proizvode, a priključuju se za računar (miš, tastatura, štampač, skener, itd...) zamenjeni na USB port.

U osnovi USB komunikacija je serijska komunikacija, a za potrebe upravljanja perifernim uređajima preko digitalnih ulaza/izlaza potrebno je omogućiti baferovanje (čuvanje) stanja ulaza i izlaza kao 1 bit podataka za svaki ulaz/izlaz. Uređaji koji su projektovani sa USB priključkom već imaju u sebi neki od kontrolera USB komunikacije, ali kod uređaja sa kojima se komunicira isključivo preko digitalnih ulaza/izlaza,

mora se uključiti i jedna međuperiferija, koja će vršiti ulogu repetitora između USB interfejsa i digitalnih ulaza/izlaza.

2. PREDLOG REŠENJA

Za problem upravljanja perifernim uređajima direktno sa računara korišćenjem USB porta, izloženim u uvodu rada, predlaže se projektovanje međuperiferijskog uređaja na bazi mikrokontrolera, na koji će biti moguće priključivanje digitalnih ulaza i izlaza od perifernog uređaja kojim je potrebno upravljati. Šematski prikaz predloženog rešenja je prikazan na slici 1.



Slika 1. Šematski prikaz hardvera sa digitalnim U/I

Radi zaštite mikrokontrolera kao i USB porta računara, potrebno je izvršiti galvansko odvajanje ulaznih nožica od ulaza mikrokontrolera, zbog mogućih razlika u naponskim nivoima koji se koriste za logičke nivoe. Pored toga potrebno je obezbediti mogućnost priključivanja digitalnih signala većeg opsega naponskih nivoa za logičke nivoe.

Potrebno je obezbediti snažne izlaze kojima se direktno mogu uključivati/isključivati aktuatori kao što su: releji, špulne elektropneumatskih razvodnika, manji motori, itd; ili upravljački delovi aktuatora.

Radi signalizacije stanja na ulazima i izlazima potrebno je ugraditi svetleće diode koje će svetleti kada je na ulazu/izlazu logička jedinica.

Napajanje ovim interfejsom, trebalo bi obezbediti preko USB porta, poštujući strujno ograničenje USB porta. Na ovaj način bi se obezbedilo lakše korišćenje interfejsa od strane korisnika, jer se ne mora obezbediti zasebno napajanje.

2.1 IZBOR TEHNOLOGIJE

Za realizaciju interfejsa između USB porta i periferije kojom se upravlja pomoću digitalnih ulaza i izlaza korišćene su sledeće komponente:

- mikrokontroler ATmega8
- integrisano kolo FT232RL
- drajversko kolo ULN2803
- optokapleri PC847

kao i pasivne prateće komponente, koje su potrebne za pouzdan rad uređaja.

Glavni deo interfejsa čini upravljački modul (slika 2a). Centralni deo upravljačkog modula čini mikrokontroler ATmega8 [2] koji na sebe preuzima prepoznavanje komandi, koje su poslate serijskim putem, i na osnovu njih upravlja vrednostima izlaznih pinova. Sa druge strane kontroler kontinualno šalje računaru stanje na svojim digitalnim ulazima. Skeniranje ulaznih pinova se vrši po unapred podešenom vremenu, tj. u konkretnom slučaju na svakih 5 ms. Vreme skeniranja ulaznih pinova se može promeniti iz korisničkog interfejsa (minimalna vrednost je 2 ms a maksimalna 500 ms). Ovo podešavanje se vrši iz upravljačkog programa na računaru, pomoću komandi poslanih serijskim putem.

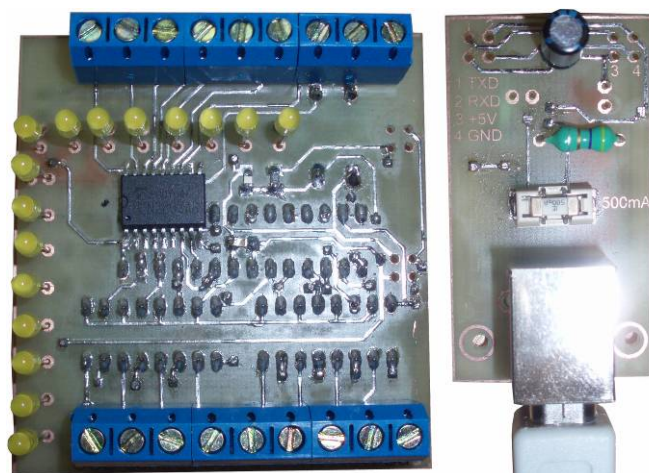
Digitalni izlazi USB interfejsa, realizovani su pomoću drajverskih kola ULN2803 [3]. Reč je o NPN izlazima, koji u stanju logičke jedinice izlaznu nožicu spajaju na masu (GND), a u stanju logičke nule izlaz je nepovezan, tj. preko otpornika može da se spoji na napajanje (maksimalno 50V). Svaka izlazna nožica može da provede do 500 mA struje. Ova struja je sasvim dovoljna da se direktno upravlja špulnom releja ili elektropneumatskog razvodnika, elektromagnetom, električnom bravom, itd. Na izlazni modul se posebno dovodi masa (GND1) uređaja kojim se upravlja, a odvojena je od mase interfejsa otpornikom, da bi se eventualne smetnje što manje prenosile na sam interfejs.

Digitalni ulazi su galvansko odvojeni optokaplerima PC847 [4] od ulaznih pinova mikrokontrolera. Na ovaj način se štiti interfejs od neželjenih napona, a samim tim i USB port računara. Sa druge strane, na ovaj način zaštićen je i upravljački modul od prenosa smetnji. Galvansko odvajanje obezbeđuje mogućnost korišćenja većih naponskih nivoa signala od TTL nivoa (0-5V), kakav je ulaz mikrokontrolera, jer signali ne dolaze direktno na ulazne nožice mikrokontrolera nego se prenose preko opto elementa.

Ovakvim pristupom obezbeđen je ulazni opseg od 0 do 24V, za digitalne ulazne pinove interfejsa.

Radi lakšeg vizuelnog praćenja stanja ulaza i izlaza, na svaki pin je povezana žuta svetleća dioda. Dioda svetli kada je na ulazu/izlazu stanje logičke jedinice, a u suprotnom je ugašena. Ovaj način identifikacije stanja na ulazima/izlazima je od velikog značaja prilikom puštanja u rad sistema kojim se želi upravljati. Da bi se obezbedila što manja potrošnja interfejsa korišćene su diode sa niskom potrošnjom struje (svega 3 mA).

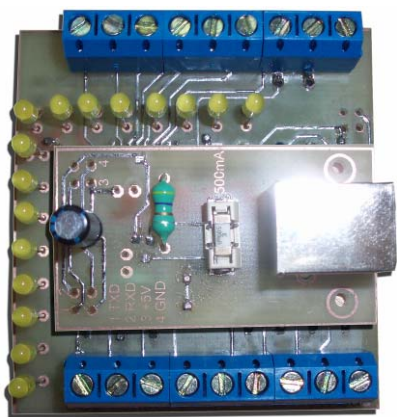
Komunikacija mikrokontrolera sa USB portom računara uspostavlja se preko komunikacionog modula (slika 2b). Komunikacioni modul je realizovan upotrebom FT232RL integrisanog kola proizvođača FTDI. Pomenuto kolo je u stvari konverter sa USB na RS232 serijsku komunikaciju, koji dolazi sa drajverom za Windows, koji se može naći na web strani proizvođača [5]. Instalacijom pomenutog drajvera na računaru se pojavljuje virtualni COM port i dalja komunikacija se vrši na istovetan način kao preko hardverskog COM porta (RS232). Pomenuti modul je realizovan kao zasebna pločica, da bi se obezbedila modularnost, a samim tim i lakša kasnija dogradnja uređaja.



Slika 2. Gotov uređaj: a) Upravljački modul;
b) Komunikacioni modul

USB upravljački interfejs se direktno napaja iz USB porta računara, tako da nije potrebo dovesti spoljašnje napajanje. USB port po USB 2.0 standardu može da obezbedi do 500 mA konstantne izlazne struje [6]. Radi zaštite USB porta računara, u delu napajanja interfejsa, korišćena je prigušnica od 4.7 mH, koja sprečava nagle promene struje, kao i osigurač od 500 mA koji štiti od preopterećenja porta.

U cilju dobijanja što kompaktnijeg uređaja, moduli interfejsa su tako projektovani da se komunikacioni modul može smestiti iznad upravljačkog modula. Na ovaj način dobijen je mali, kompaktni interfejs za upravljanje preko USB porta sa dimenzijama od 60 x 65 x 30 mm³. Slika gotovog uređaja prikazana je na slici 3.



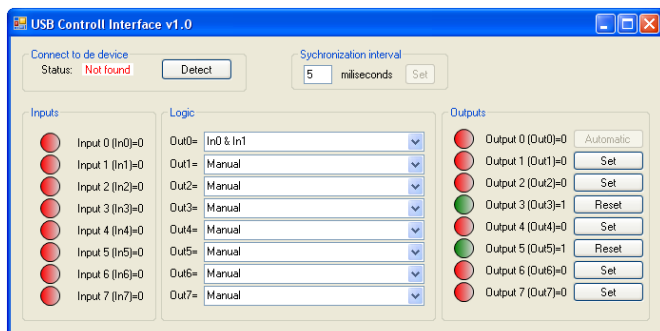
Slika 3. Gotov sklopljen USB kontrolni interfejs

3. KORISNIČKI INTERFEJS NA RAČUNARU

Za potrebe upravljanja preko razvijenog interfejsa kreirana je aplikacija za Windows operativni sistem u *Visual Basic-u 9.0* (slika 4).

Programski prozor programa je podeljen na dva dela (slika 4). U gornjem delu nalaze se komande za podešavanje komunikacije sa interfejsom. Pritiskom na dugme *Connect*, aplikacija automatski prepoznaje na koji od (virtualnih) COM portova je priključen interfejs. U statusnom prozoru je prikazan trenutni status konekcije. Postoje tri različita stanja: uređaj nije pronađen (*Not found*), uspostavljena je komunikacija sa uređajem (*Connected*) i komunikacija sa uređajem je prekinuta (*Disconnected*). Posle izvršene konekcije na USB upravljački interfejs, stoji status „Connected“. U slučaju da dođe do prekida u komunikaciji čije je trajanje duže od 1 s, status postaje „Disconnected“. U ovom slučaju aplikacija pokušava da ponovno ostvari konekciju. Ukoliko se veza ponovno ostvari status se menja na „Connected“.

Podešljivi parametar komunikacije je vreme sinhronizacije stanja sa ulazima/izlazima na interfejsu sa korisničkom aplikacijom. Pokretanjem programa vreme sinhronizacije je podešeno na 5 ms, sve dok se parametar ne promeni. Minimalno dozvoljeno vreme koje može da se unese je 2 ms, a maksimalno 500 ms.



Slika 4. Korisnički interfejs za upravljanje USB interfejsom

U drugom delu programskog prozora, prikazana su stanja ulaza (slika 4 levo), izlaza (slika 4 desno) i padajuća lista sa logičkim izrazima po kojima se formiraju stanja na izlazima na osnovu stanja ulaza (slika 4 sredina). Stanje ulaza/izlaza prikazuje kružić koji može da bude crvene (na

ulaznom/izlaznom pinu je logička nula) ili zelene boje (na ulaznom/izlaznom pinu je logička jedinica), a pored njega je i tekst u kome je ispisano stanje određenog ulaza/izlaza.

Za svaku izlaznu nožicu omogućeno je definisanje načina formiranja stanja izlaza. Ukoliko se odabere manuelni način, stanje izlaza se formira klikom na odgovarajuće dugme u delu sa izlazima. U slučaju da je odabran neki od ponuđenih pravila formiranja izlaza, dugme za promenu stanja izlaza postaje neaktivno, a stanje izlaza se formira na osnovu stanja određenih ulaza.

U prvoj verziji programa ugrađene su samo osnovne logičke operacije I i ILI između ulaza. U slučaju da je potrebno izvesti upravljanje drugačije od ponuđenih, novi logički izraz se vrlo lako dodaje u izvorni kod programa. Naravno za ovo je potrebno poznavati osnovnih komandi u *Visual Basic-u*, jer je potrebno izmeniti programski kod i ponovo kompajlirati program.

3.1 NAČIN KOMUNIKACIJE INTERFEJSA SA APLIKACIJOM

Način komunikacije USB upravljačkog interfejsa sa korisničkom aplikacijom je formiran tako da se omogući jednostavan prenos stanja ulaza do računara, kao i željeno stanje izlaza sa računara na interfejs.

Aplikacija sa računara šalje komandu koja se sastoji iz tri bajta, od kojih je prvi bajt adresa uređaja, drugi bajt je željeno stanje na izlazima, a treći bajt je kontrolni bajt koji se formira kao suma prethodna dva bajta sa zaokruženim brojem na osmobarbitnu reč. Poslata reč je sledećeg oblika:

`<ADRESA> + <IZLAZI> + <KONTROLA>`

Aplikacija na poslatu komandu očekuje odgovor dužine četiri bajta. Prvi bajt odgovora je adresa uređaja, drugi bajt se formira na osnovu stanja ulaza, a treći bajt se formira na osnovu stvarnog stanja izlaza. Kontrolni bajt se formira na istovetan način kao i prilikom slanja komande sa računara. Komanda pristigla sa USB upravljačkog interfejsa je sledećeg oblika:

`<ADRESA> + <ULAZI> + <IZLAZI> + <KONTROLA>`

Pri ovakvom načinu formiranja odgovora na dobijenu komandu, aplikacija na računaru u svakom trenutku ima podatak o tome da li je interfejs primio i izvršio poslatu komandu ili ne. Na ovaj način je obezbeđena povratna sprega sa USB upravljačkog interfejsa ka upravljačkoj aplikaciji.

Serijska komunikacija se vrši na brzini od 38400 bita u sekundi. S obzirom da je u pitanju obična RS232 komunikacija, sa USB upravljačkim interfejsom može da se komunicira bez ikakvih problema i iz drugih aplikacija.

4. ZAKLJUČAK

U ovom radu je prikazana mogućnost upravljanja perifernim uređajima preko digitalnih ulaza/izlaza, direktno sa računara. Stariji tipovi računara posedovali su paralelni (LPT) port, koji je omogućavao upravljanje

uređajima sa digitalnim ulazima/izlazima. U današnje vreme računari se isporučuju bez paralelnog porta, a kao zamena za njih, kao i za serijski COM port, postavlja se veći broj USB portova. Adekvatnim međuinterfejsom omogućuje se direktno upravljanje periferijama manjih snaga, čije se upravljanje vrši preko digitalnih ulaza/izlaza.

U radu je dat predlog za realizaciju USB upravljačkog interfejsa na bazi mikrokontrolera, uz korišćenje integrisanog kola za konverziju USB serijske komunikacije na RS232 serijsku komunikaciju.

Realizovan je jedan USB kontrolni interfejs koji može da vrši upravljanje periferijama pomoću 8 digitalnih ulaza i 8 digitalnih izlaza. Dat je opis svih modula koji sačinjavaju interfejs, i prikazan upravljački program koji je namenski pisan u Visual Basic-u 9.0. Detaljno je opisan način komuniciranja interfejsa sa upravljačkom aplikacijom na računaru.

Uređaj je tokom testiranja prikazao stabilan rad, i nisu primećene zamerke u njegovom funkcionisanju.

U daljem istraživanju, ovaj interfejs bi mogao da se proširi sa nekoliko analognih ulaza i izlaza, što bi omogućilo priključivanje kako analognih senzora tako i izvršnih organa kojima se upravlja nekom od analognih veličina (struja od 4-20 mA ili napon od 0-10 V). Na ovaj način bi se omogućilo upravljanje više različitih vrsta perifernih uređaja.

Druga mogućnost za dalje poboljšavanje je dodavanje RS232 serijskog porta, koji bi omogućio da se preko ovog uređaja na računar direktno priključe uređaji koji komuniciraju preko RS232 veze. S obzirom da se novi

računari isporučuju bez serijskog porta, ova mogućnost bi predstavljala veliku prednost.

Što se tiče poboljšanja korisničke aplikacije, trebalo bi obezbediti uključivanje što većeg broja logičkih izraza za upravljanje izlazima na osnovu stanja ulaza, i eventualno uključivanje funkcije za snimanje stanja na ulazima/izlazima u fajl.

LITERATURA

- [1] Jan Axelson, *Parallel port complete: Programming, Interfacing & Using the PC's parallel Printer Port*, Lakeview Research, ISBN 0-9650819-1-5, 1996
- [2] Specifikacija mikrokontrolera ATmega 8: www.datasheetcatalog.org/datasheet/atmel/2486S.pdf, pristup: Februar 2010.
- [3] Specifikacija ULN2803 integrisanog kola: www.datasheetcatalog.org/datasheets/90/366828_DS.pdf, pristup: Februar 2010.
- [4] Specifikacija optokaplera PC847: www.datasheetcatalog.org/datasheets/90/36063_DS.pdf, pristup: Februar 2010.
- [5] FTD International Ltd., podaci o FT232RL dostupni na: <http://www.ftdichip.com/Products/FT232R.htm>, pristup: Februar 2010.
- [6] Universal Serial Bus 2.0 Specification, dostupno na: www.usb.org/developers/docs/usb_20.zip, pristup: Februar 2010.