

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Žiga Četrtič

Daljinski multimedijski upravljalnik računalnika

Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja

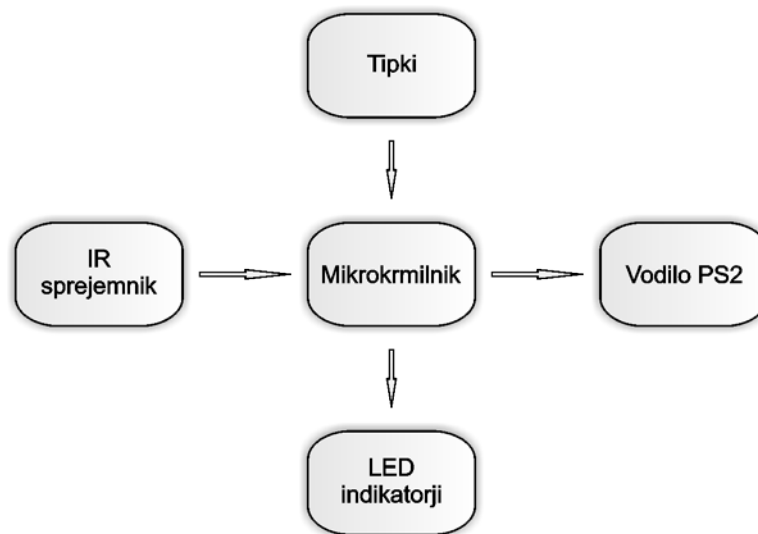
1 Uvod

Osebni računalnik vedno pogosteje poleg naloge resnega orodja in igranje posega še na področja uporabe, ki ga obvladujejo naprave zabavne elektronike. Zaradi visokih pomnilniških zmogljivosti in razširjenosti digitalnih formatov glasbenega zapisa ga zato pogosto uporabimo za predvajanje glasbe. Glavno slabost pa predstavlja nerodno upravljanje z miško oz. tipkovnico, ki sta kljub morebitni brezžični tehnologiji okorni in neprimerni za udobno uporabo v te namene. V okviru seminarske naloge sem zato razvil sprejemnik infra rdečih (IR) signalov daljinskih upravljalnikov standarda RC5, ki z osebnim računalnikom komunicira preko vrat PS2 in upravlja multimedijske programe s standardiziranimi tipkovničnimi ukazi operacijskega sistema Microsoft Windows in bližnjičnimi tipkami programa Nullsoft Winamp.

2 Zasnova izdelka

2.1 Osnovna blok shema

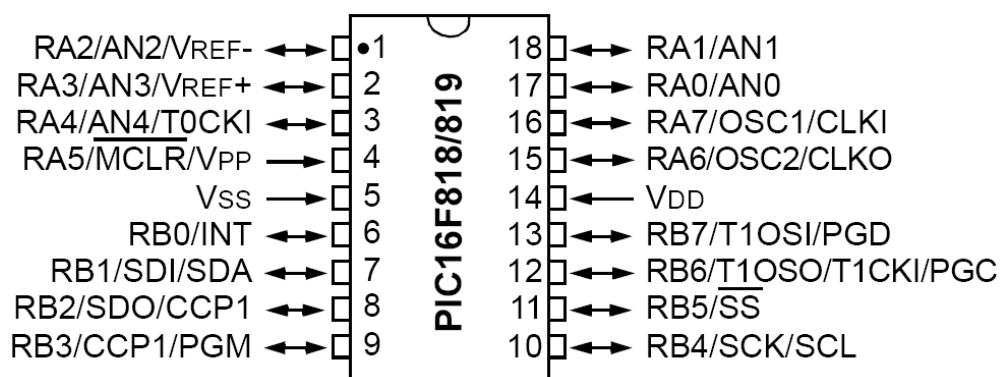
Osnovna blok shema je sestavljena iz sprejemnega dela, ki podatke odčitane IR signala posreduje mikrokrmilniku. Le-ta preveri pravilnost sprejema ter v primeru prepoznave ukaza ustreznega ukrepa – signalizira sprejem preko LE diod in posreduje ukaz osebnemu računalniku po vodilu PS2. Delovanje sistema se upravlja tudi preko dveh tipk.



Slika 1: Osnovna blok shema izdelka.

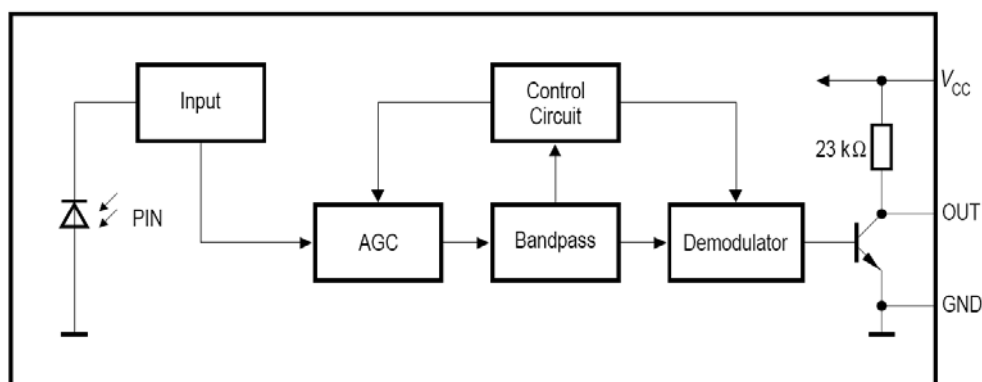
2.2 Izbira komponent

Zaradi preprostosti uporabe in zadostne zmogljivosti sem izbral 8 bitni mikrokontroler PIC 16F819, ki omogoča uporabo notranjega 8 MHz oscilatorja. Glavna prednost je zanesljivost in večja možnost miniaturizacije izdelka, ne smemo pa pozabiti niti na ceno kvarčnih oscilatorjev. Uporaba RC oscilatorja zaradi zahteve po točnosti frekvence ni priporočljiva. Zadostno je tudi število vhodno-izhodnih priključkov, saj sem jih od 16 uporabil le 10. A PIC 16F819 je bil najboljša izbira zaradi že omenjenega notranjega oscilatorja, saj manjši modeli le-tega ne vsebujejo ali pa so premalo zmogljivi. Zadovoljiti je bilo namreč potrebno še zahtevam po količini pomnilnika za osnovni program ter pomnilniku eeprom za shranjevanje podatkov v času odsotnosti napajanja.



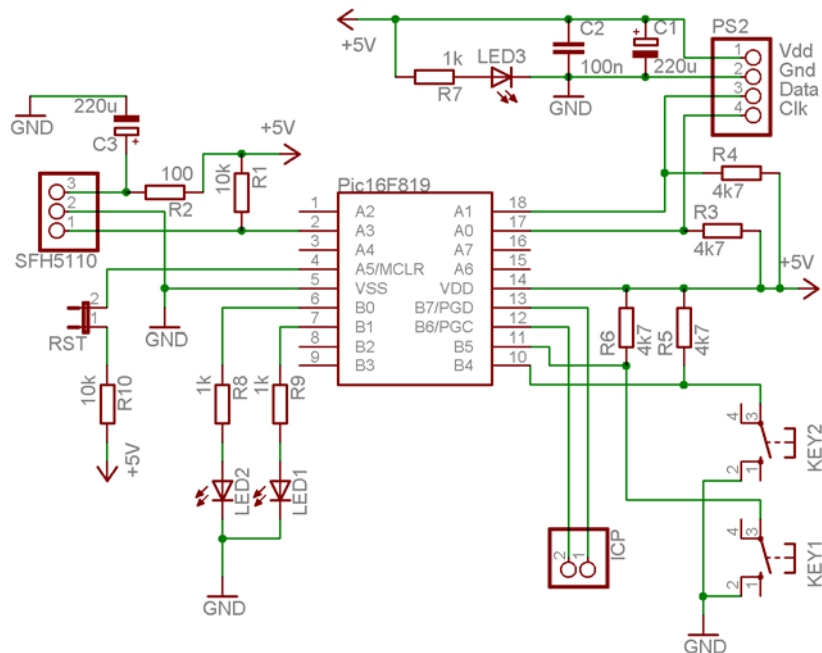
Slika 2: Mikrokontroler PIC 16F819.

Sprejemni del sestavlja SFH5110 proizvajalca Infineon Technologies. Integrirano vezje vsebuje fotodiodo, občutljivo na svetlobo IR (valovna dolžina 940 nm), pasovno prepustni filter, ojačevalnik in demodulator signala. IR signal daljinskih upravljalcev je namreč moduliran (najpogosteje z 36 kHz), kar omogoča lažjo zaznavo in boljši domet, SFH5110 pa na svoj izhod pošilja že demoduliran (enosmerni) napetostni signal, kar znova omogoča preprosto načrtovanje in miniaturizacijo, saj je število zunanjih komponent zelo majhno.



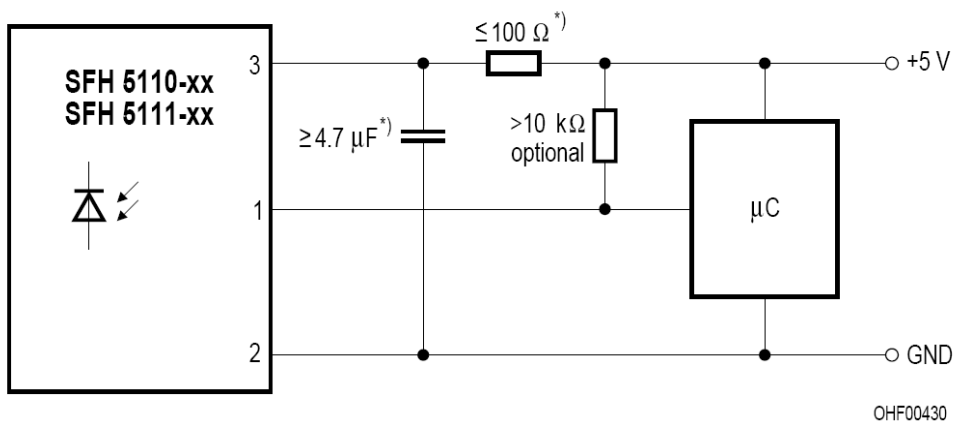
Slika 3: Blok shema SFH5110.

2.3 Električna shema



Slika 4: Električna shema izdelka.

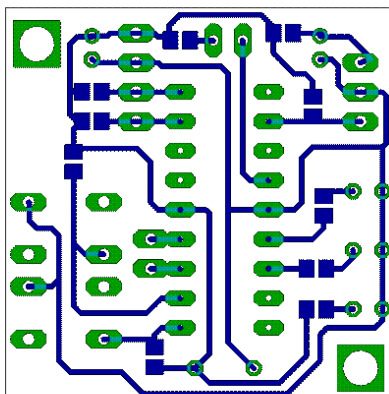
Vezje se napaja preko vmesnika PS2, ki omogoča napetost 5 V in maksimalni tok 275 mA. V izogib napajalnim motnjam napetost gladita na vezje dodana tantalova in keramični kondenzator, ki služi predvsem odpravi neželenih visokofrekvenčnih komponent. Na signalni liniji vmesnika PS2 sta vezana pull-up upora predpisanih vrednosti. Sprejemnik SFH5110 je vezan po priporočilih dokumentacije. Signalne LED diode s premerom 3 mm so rdeče, rumene in zelene barve. Dodana sta še konektorja ICSP in RST, ki sta namenjena programiranju mikrokrmilnika v vezju in ponastavitvi v času razvoja.



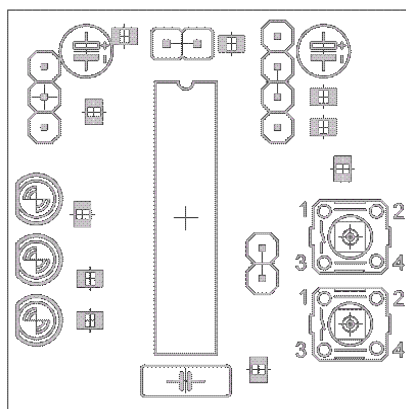
OHF00430

Slika 5: Vezava SFH5110 – priporočila dokumentacije.

2.4 Načrt tiskanega vezja



Slika 6: Tiskanina.



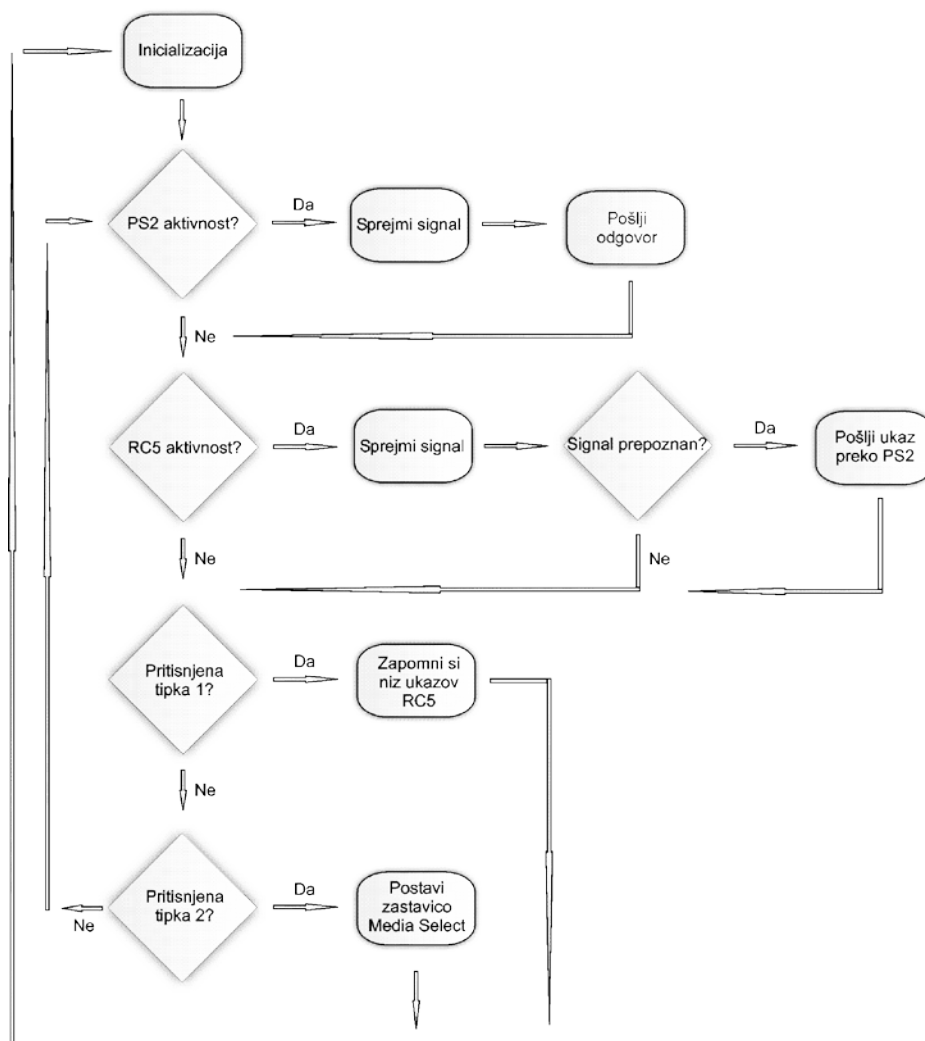
Slika 7: Montažna shema.

2.5 Kosovnica

	Opis	Oznaka na shemi	Vrednost	Ohišje	Proizvajalec	Količina	Cena na kos [€]
1	uC PIC 16F819	PIC16F819	/	18pin PDIP	Microchip	1	4,66
2	IR sprejemnik SFH5110-38	SFH5110	/	3 pin	Infineon	1	0,91
3	LED 3mm zelena	LED1	/	3mm	/	1	0,08
4	LED 3mm rumena	LED2	/	3mm	/	1	0,06
5	LED 3mm rdeča	LED3	/	3mm	/	1	0,06
6	Tantalov kondenzator	C1, C3	22u, 16V	/	/	2	0,57
7	Keramični kondenzator	C2	100n, 50V	/	/	1	0,05
8	Upor	R2	100	smd 0805	/	1	0,02
9	Upor	R7, R8, R9	1k	smd 0805	/	3	0,02
10	Upor	R3 - R6	4k7	smd 0805	/	4	0,02
11	Upor	R1, R10	10k	smd 0805	/	2	0,02
12	Tipka	KEY1, KEY2	h=4,5mm	BF3	/	2	0,13
13	Jumper	ICP, RST	/	/	/	2	0,03
14	Konektor mini DIN	/	5 pin	/	/	1	0,89
15	Kabel telefonski 4 žilni	/	1m	/	/	1	0,57

Tabela 1: Kosovnica.

2.6 Programska koda



Slika 8: Blok shema programa.

Programska koda, ki teče v mikrokrmilniku, je napisana v programskem jeziku C in je priložena poročilu. Uporabljenih je nekaj manjših trikov, ki omogočajo nemoteno delovanje brez uporabe prekinitev.

Za potrebe izdelka so bili spisani tudi gonilniki za komunikacijska protokola RC5 in PS2.

Celotna koda zasede približno četrtno zmogljivosti pomnilnika RAM in 70 odstotkov programskega pomnilnika ROM mikrokrmilnika PIC 16F819.

3 Opis delovanja izdelka

3.1 Opis delovanja

Pretvornik signala RC5 v PS2 (oba protokola sta opisana v odstavkih 3.2 in 3.3) oz. daljinski multimedijski upravljalac računalnika (v nadaljevanju DMUR) se predstavi kot računalniška tipkovnica. Zato mora pravilno odgovarjati gostitelju (osebni računalnik) na ukaze, ki mu jih pošlje preko vmesnika PS2. Postopek inicializacije ni popolnoma dorečen in je odvisen od tipa kontrolerja PS2 na matični plošči računalnika, znani pa so seveda možni ukazi, na katere se je potrebno odzvati bodisi s signalom potrditve sprejema (acknowledge) ali posredovati zahtevan podatek. V postopku inicializacije se preberejo še podatki o ukazih RC5, ki so shranjeni v eepromu. Ti povežejo ukaze daljinca RC5 z ustreznimi odzivi preko PS2.

DMUR nato preverja povezavo CLK vodila PS2 in izhod IR sprejemnika. Izhod IR sprejemnika mora biti neaktiven vsaj eno celo periodo protokola RC5. S tem se zagotovi, da se sprejem vrši vedno od začetka. V primeru aktivnosti vodila PS2 pa začne DMUR komunicirati z osebnim računalnikom.

Če je sprejem IR neaktiven več kot 3 ms in ni zahteve po komunikaciji preko vodila PS2, preide DMUR v programsko zanko, kjer čaka na aktivnost sprejema IR. Če se med tem pojavi zahteva po komunikaciji preko PS2, DMUR zapusti zanko in izvrši zahtevo. V primeru sprejema IR signala pa se preveri pravilnost sprejema in nato pošlje ustrezen ukaz preko PS2. Poslani podatek računalnik prepozna kot pritisk tipke na tipkovnici. Vprogramirane so multimedijske tipke operacijskega sistema Microsoft Windows in bližnjične tipke programa Winamp.

Na DMUR-ju se nahajata še dve tipki. Prva nastavi DMUR tako, da pred vsakim ukazom pošlje še tipko za zagon multimedijskega predvajalnika. Tako se ob sprejemu signala IR vedno v ospredje postavi multimedijski program. Druga tipka pa začne s pomnjenjem ukazov daljinskega upravljalca. Rumena LE dioda indicira, da se DMUR nahaja v omenjenem načinu, zelena pa utripne, ko je ukaz prepoznan. Za natančnejši opis pomnjenja IR ukazov glejte poglavje "4 Navodila za uporabo".

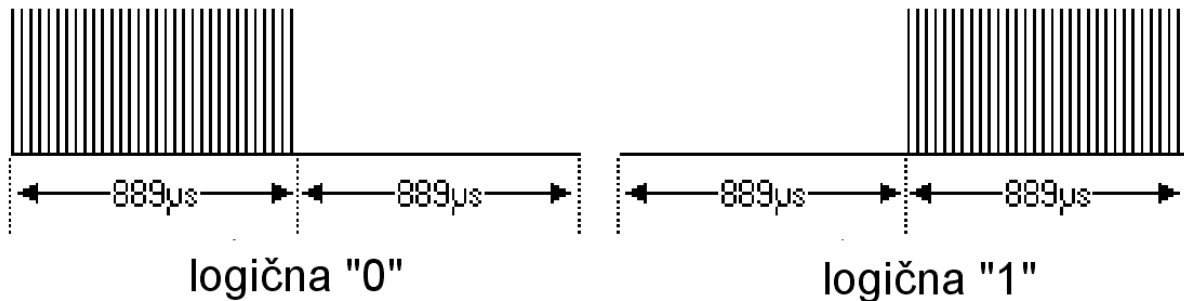
3.2 Protokol RC5

Protokol za brezžično IR komunikacijo RC5 je razvilo podjetje Philips za potrebe daljinskih upravljalnikov naprav zabavne elektronike. Gre za serijsko 14 bitno komunikacijo. Dva začetna bita sta vedno "1", sledi "toggle" bit, ki se spremeni ob vsakem pritisku tipke na upravljalniku in tako omogoča ločevanje med držanjem in pritiskanjem gumba. Sledi 5 naslovnih bitov, ki predstavljajo podpis naprave, kateri je signal namenjen, in 6 bitni ukaz.



Slika 9: Serijski protokol RC5.

IR signal je zaradi lažje zaznave moduliran s 36 kHz. Vsak podatkovni bit je časovno določen in traja 1778 us. Visok nivo, ki traja prve pol periode, in nato nizek nivo do konca periode, pomenita logično "0". Za logično "1" pa velja ravno obratno.



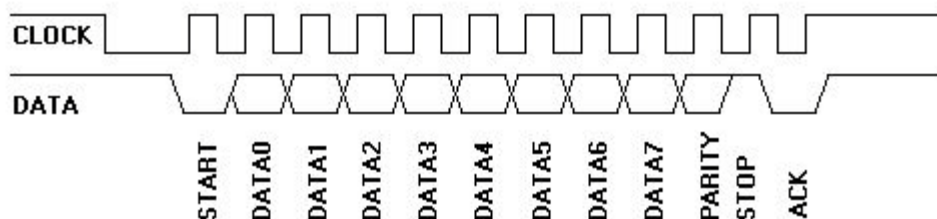
Slika 10: Prikaz modulacije in logičnih nivojev protokola RC5.

DMUR prejme že demoduliran in invertiran signal iz sprejemnika SFH5110. Ker je prvi bit vedno "1", se signal zazna šele, ko preteče prve pol periode. DMUR nato izpusti branje drugega "start" in "toggle" bita. Podatke začne preverjati s prvim naslovnim bitom in sicer dvakrat na periodo. Po 445 us in 1335 us. Tako pridobljena podatka sta med seboj ravno negirana, kar služi za preverjanje pravilnosti sprejema.

3.3 Protokol PS2

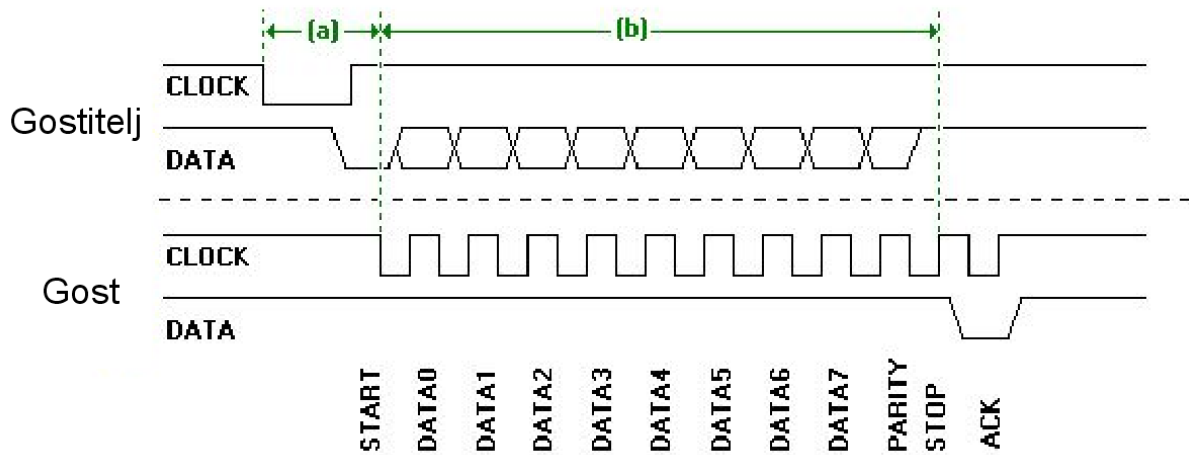
Protokol PS2 je v uporabi predvsem pri računalniških tipkovnicah in miškah, počasi, a vztrajno pa ga izpodriva vodilo USB. Serijska 11 bitna komunikacija poteka med gostiteljem (računalnik) in gostom (DMUR). Pri komunikaciji gost-gostitelj je prvi bit t.i. "start" bit, sledi 8 podatkovnih bitov, parnostni (parity) in stop bit. Komunikaciji v obratni smeri pa se na koncu doda še potrditveni bit (acknowledge). Parnostni bit je namenjen prepoznavanju napak pri prenosu, saj je njegova vrednost vedno takšna, da je število enic podatkovnih bitov in parnega bita skupaj liho.

Perioda urinih impulzov je med 60 in 100 us.



Slika 11: PS2 komunikacija med gostom in gostiteljem.

Uporabljata se dve liniji: ura (clock) in podatek (data). V mirovanju sta oba nivoja visoka. Urine impulze generira gost, gostitelj pa ima možnost zasesti vodilo (inhibit) tako, da postavi nivo linije "clk" na "0". Gost se mora na to odzvati z generacijo start bita in začeti oddajati urine impulze ter sprejemati podatek. Po končanem prenosu 9 bitov sprejem potrdi z "acknowledge" bitom.



Slika 12: PS2 komunikacija med gostiteljem in gostom.

3.4 Vmesnik PS2 računalniške tipkovnice

DMUR se računalniku predstavi kot tipkovnica, zato se mora odzivati na ukaze, ki jih prejema, in jih oddajati v skladu s standardom, ki ga je postavilo podjetje IBM.

V postopku inicializacije se mora odzivati na različne ukaze, ki pomenijo bodisi preverjanje prisotnosti bodisi nastavljajo parametre tipkovnice (npr. hitrost ponavljanja ob pritisnjeni tipki, prižiganje in ugašanje signalnih LE diod...). Na mnoge od teh se mora DMUR le pravilno odzvati, saj mu ne predstavljajo nikakršne uporabne vrednosti. Nekaj pogostejših ukazov gostitelja je podanih v "tabeli 2".

Ukaz (hex)	Razlaga in odziv
0xFF	ponastavitev - DMUR potrди prisotnost s pošiljanjem 0xAA
0xF5	onemogočenje - DMUR postavi zastavico "disabled"
0xF4	omogoči - DMUR počisti zastavico "disabled"
0xF2	pošljí ID kodo - DMUR se predstavi kot tipkovnica z 0xAB 0x83
0xED	pošiljanje stanja LE diod - DMUR sprejme nepomembne podatke
0xF3	pošiljanje nastavitvev - DMUR sprejme nepomembne podatke

Tabela 2: Nekateri ukazi gostitelja in odzivi DMUR-ja.

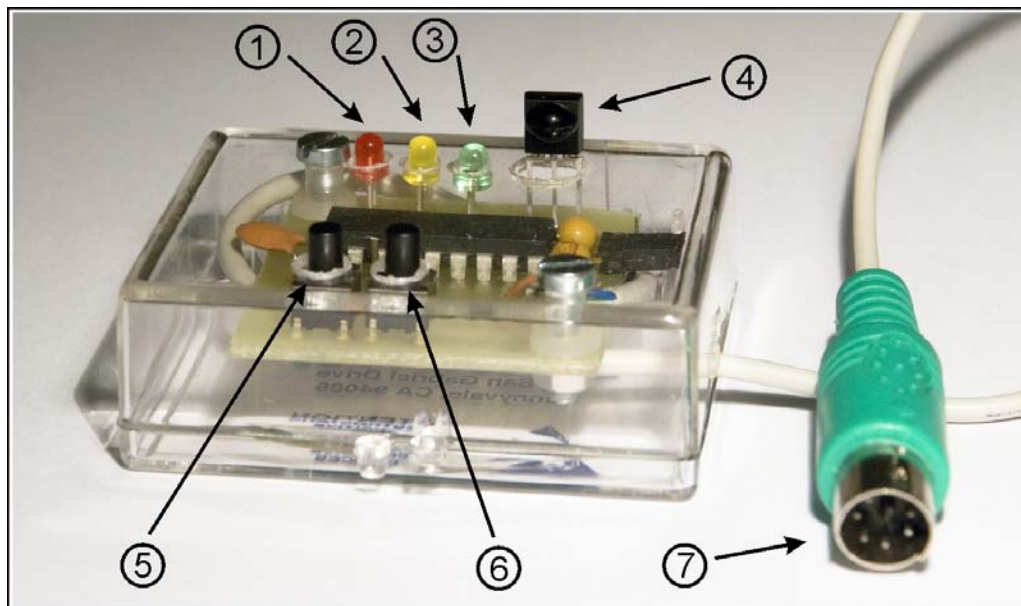
Podatki o tipkah se pošiljajo ob pritisku in ko se tipka spusti. Kode posameznih tipk so vnaprej določene po standardu "PS2 scan code set 2". Večinoma obsega podatek en bajt za pritisnik, ob spustitvi pa se doda še bajt vrednosti 0xF0. Kod nekaterih tipk pa je sestavljen iz dveh bajtov. Primer kode za pritisnik in spustitev določenih tipk je podan v "tabeli 3".

Tipka	Pritisni/spusti	Tipka	Pritisni/spusti
"a"	0x1C/0xF0, 0x1C	F1	0x05/0xF0, 0x05
"5"	0x2E/0xF0, 0x2E	numerična "1"	0x69/0xF0, 0x69
desna puščica	0xE0, 0x74/0xE0, 0xF0, 0x74	sleep (win OS)	0xE0, 0x3F/0xE0, 0xF0, 0x3F
desni "ctrl"	0xE0, 0x14/0xE0, 0xF0, 0x14	glasneje (win OS)	0xE0, 0x32/0xE0, 0xF0, 0x32

Tabela 3: Kode tipk po "PS2 scan code set 2".

4 Navodila za uporabo

4.1 Daljinski multimedijski upravljalnik računalnika DMUR



Slika 13: DMUR.

- 1) Indikator napajanja.
- 2) Indikator vnašanja podatkov (način programiranja) oz. sprejemanja RC5 signala.
- 3) Indikator prepoznanega RC5 ukaza.
- 4) Detektor IR svetlobe.
- 5) Tipka za vključitev programiranja ukazov daljinskega upravljalnika.
- 6) Tipka za vključitev / izključitev funkcije "Media Straight".
- 7) Vtič PS2.

Daljinski multimedijski upravljalnik računalnika DMUR preko vodila PS2 pošilja računalniku ukaze bližnjičnih tipk programa Nullsoft Winamp in multimedijske ukaze operacijskega sistema Microsoft Windows, ki jih prejme z infrardečega daljinskega upravljalnika, ki deluje po protokolu RC5.

4.2 Priključitev

Naprava se priklopi v vtič tipkovnice PS2 na zadnji strani računalnika. Ob tem velja biti pazljiv, saj v primeru priklopa v vtičnico računalniške miške DMUR na nekaterih računalnikih ne bo deloval.

Ob prvem priklopu je potrebno v napravo vnesti signale daljinskega upravljalnika, ki ga boste uporabljali za nadzor računalnika. To storite po postopku, ki je opisan v točki "4.3 Programiranje ukazov".

Detektor IR svetlobe naj ne bo zakrit, saj zaznava svetlobni signal, ki ga oddaja daljinski upravljalnik.

4.3 Programiranje ukazov

DMUR omogoča uporabo kateregakoli IR daljinskega upravljalnika, ki oddaja ukaze po standardu RC5. Najpogosteje so to Philipsove in Samsungove naprave. V primeru uporabe univerzalnega upravljalca priporočamo nastavitve za uporabo s poljubnim tipom Philipsove naprave.

Za programiranje tipk daljinskega upravljalca sledite naslednjemu postopku:

- Pritisnite tipko za vključitev programiranja ukazov daljinskega upravljalca (5)
- Na daljinskem upravljalcu si izberite tipko, ki bo poslala računalnik v stanje pripravljenosti (sleep) in jo pritisnite. Če je tipka prepoznana, zasveti indikator prepoznanega RC5 ukaza.
- Ko se znova prižge indikator vnašanja podatkov, na daljinskem upravljalniku pritisnite tipko, s katero želite v programu Winamp povišati nivo glasnosti. Če je vnos uspel, zasveti indikator prepoznanega RC5 ukaza.
- Postopek vnašanja ukazov nadaljujte po opisanem postopku še za ostale ukaze, ki so navedeni v tabeli. Ob prepoznavi zadnjega ukaza indikatorji utripnejo in ugasnejo. Sveti le še indikator napajanja.

	Ukaz	Ciljna aplikacija
1	v stanje pripravljenosti (sleep)	MS Windows
2	povišaj nivo glasnosti	Winamp
3	znižaj nivo glasnosti	Winamp
4	previjanje naprej	Winamp
5	previjanje nazaj	Winamp
6	naslednji posnetek	Winamp
7	prejšnji posnetek	Winamp
8	predvajaj	Winamp
9	ustavi	Winamp
10	povišaj nivo glasnosti	MS Windows
11	znižaj nivo glasnosti	MS Windows
12	naslednji posnetek	MS Windows
13	prejšnji posnetek	MS Windows
14	predvajaj	MS Windows
15	ustavi	MS Windows
16	utišaj (mute)	MS Windows
17	zaženi multimedijski program	MS Windows

Tabela 4: Zaporedje programiranja ukazov daljinskega upravljalnika V DMUR.

V primeru, da katerega od ukazov ne potrebujete ali na daljinskem upravljalniku ni dovolj tipk, vnesite na ustrezno mesto signal tipke, ki je ne nameravate uporabiti.

Če sveti le indikator vnašanja podatkov in ob pritisku tipke ne tudi indikator prepoznanega RC5 ukaza, daljinski upravljalnik ni združljiv z DMUR-jem.

Vprogramirane tipke lahko po opisanem postopku poljubnokrat spremenite.

Bližnjične tipke programa Winamp so identične pritiskom tipk na fizični tipkovnici. Zato velja biti pazljiv, da je ob izklopljeni funkciji "Media Straight" Winamp v ospredju. V nasprotnem primeru lahko pride do nekaterih manjših nevednosti.

4.4 Funkcija "Media Straight"

Ob vklopu funkcije "Media Straight" se bo pred vsakim poslanim ukazom programu Winamp poslal še ukaz za vklop multimedijskega programa. Upravljanje bo sicer nekoliko počasnejše, a program bo prišel v ospredje tudi, če je deloval le v ozadju. Če še ni bil vklopljen pa se bo samodejno vklopil.

Na počasnejših računalnikih omenjena funkcija morda ne bo delovala pravilno.

5 Izmerjene karakteristike

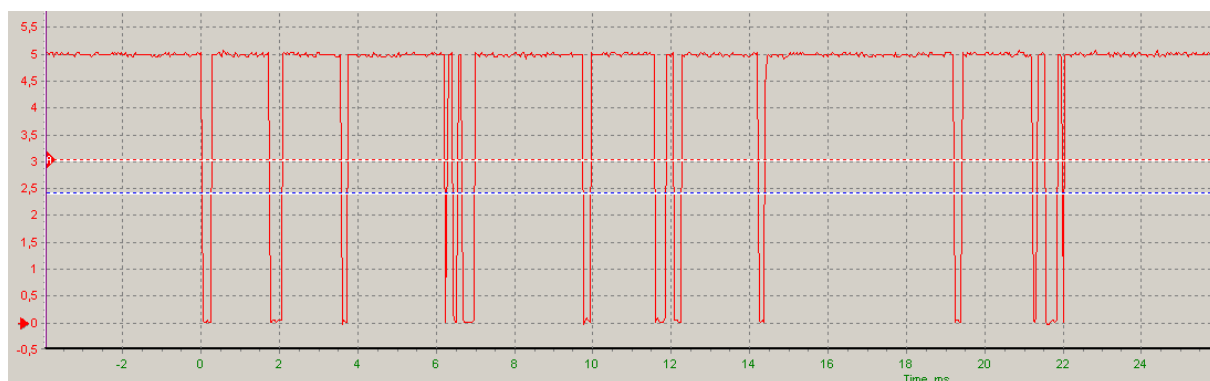
Ker gre za izdelek v digitalni tehniki, je bilo testiranje razmeroma preprosto. DMUR je bil skonstruiran na protoboardu, v testne namene pa je pošiljal podatke na znakovni LCD, ki so služili tudi za razhroščevanje.

Ko je bil sprejem infrardečih signalov brezhiben (tudi zahvaljujoč algoritmu za odpravljanje napak), se je razvil še vmesnik PS2. Ob prvem priklopu je nastopilo nekaj težav zaradi nedoslednosti virov, ki pa so bile kmalu odpravljene s pomočjo prisluškovanja komuniciranja med računalnikom in delujočo tipkovnico. V ta namen se je na komunikacijski liniji priključil signalni analizator.

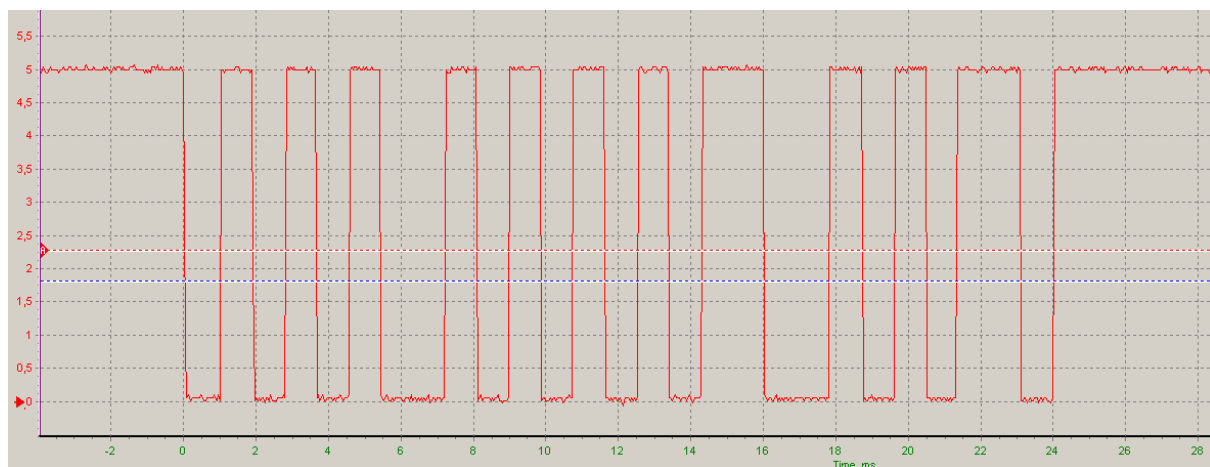
Sledila je izdelava tiskanega vezja, katerega brezhibnost se je preverila optično in električno.

Meritve zanesljivost sprejema in dometa so se izvajale v praznem prostoru z osvetlitvijo, ki ustreza osvetlitvi v običajnem bivalnem prostoru. Ob močni neposredni sočni svetlobi se domet občutno zmanjša.

Poraba električne energije se je preračunala iz povprečne izmerjene tokovne vrednosti na z napajanjem zaporedno vezanim 50 ohmskim uporom.



Slika 14: Napačen sprejem signala IR zaradi šibkosti oz ovir.



Slika 15: Pravilno sprejeti signal IR.

6 Specifikacije

Opis	Enote	Vrednost
napajalna napetost	V	4,5 - 5,5
vhodni tok (max)	mA	24
vhodni tok (typ)	mA	8
poraba (typ)	mW	40
vhodni IR signal	/	RC5
modulacija IR signala	kHz	36
domet*	m	5 - 8
št. podprtih ukazov	/	17
priključitev	/	PS2 (mini DIN 5)
dolžina kabla	m	1
mere (š,d,g)	mm	37*35*15

*Domet je zelo odvisen od uporabljenega daljinskega upravljalca.

Tabela 5: Specifikacije DMUR-a.

7 Sklepne ugotovitve in možne izboljšave

Načrtovanje in izgradnjo sprejemnika infrardečega signala RC5 močno olajša integrirano vezje SFH 5110, ki optični signal zazna, ojača in demodulira. Lahko bi ga nadomestili tudi z običajno fotodiodo, visokoprepustnim RC filtrom in operacijskim ojačevalnikom, iz katerega bi signal vodili naprej v enega izmed v mikrokrmilnik vgrajenih komparatorjev. A končno vezje bi zasedalo več prostora in ne bi doseglo bistveno nižje cene ali boljših karakteristik, hkrati pa bi zahtevalo več mikrokrmilniškega časa za zaznavo moduliranega signala.

Izvedba se je izkazala za robustno, saj sprejemnik brezhibno deluje že več kot 30 dni.

Dandanašnji se vhod PS2 že počasi poslavlja na smetišče računalniške zgodovine, zato bi bila primernejša oz. uporabnejša izvedba sprejemnika z vmesnikom USB. A mikrokrmilniki z vgrajeno podporo za standard USB so še občutno dražji. Poleg bolj razširjenega vmesnika bi izboljšava omogočala tudi uporabo namenskih gonilnikov za osebni računalnik, s čimer bi postalo programiranje ukazov preglednejše in preprostejše.

Izdelek bi se dalo še posplošiti tako, da bi bilo sposobno zaznavati ukaze drugih oz. ukazi sploh ne bi bili nujno vezani na katerega od uveljavljenih protokolov. Omenjeno ni težko realizirati v programski kodi, a bi le-ta tedaj zahtevala več pomnilnika, kot ga je trenutno na voljo.

8 Reference

Microchip PIC16F818/819 Data Sheet

Infineon SFH 5110 SFH 5111 IR-Receiver for Remote Control Systems Data Sheet

<http://www.networktechinc.com/ps2-prots.html>

<http://www.computer-engineering.org/ps2keyboard/>

<http://www.computer-engineering.org/ps2protocol/>

<http://users.telenet.be/davshomepage/rc5.htm>

<http://www.futurlec.com/PCBService.shtml>

<http://www.hte.si/>

<http://www.ic-elect.si/>