

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za Elektrotehniko

USB modul

(seminarska naloga pri predmetu Elektronska vezja)

Kristjan Baša
Branik, maj 2003

| | |
|------------------------|----|
| UVOD | 3 |
| USB PROTOKOL | 4 |
| FT245BM USB ČIP | 7 |
| USB MODUL | 9 |
| TISKANA PLOŠČICA | 11 |
| LITERATURA | 12 |

UVOD

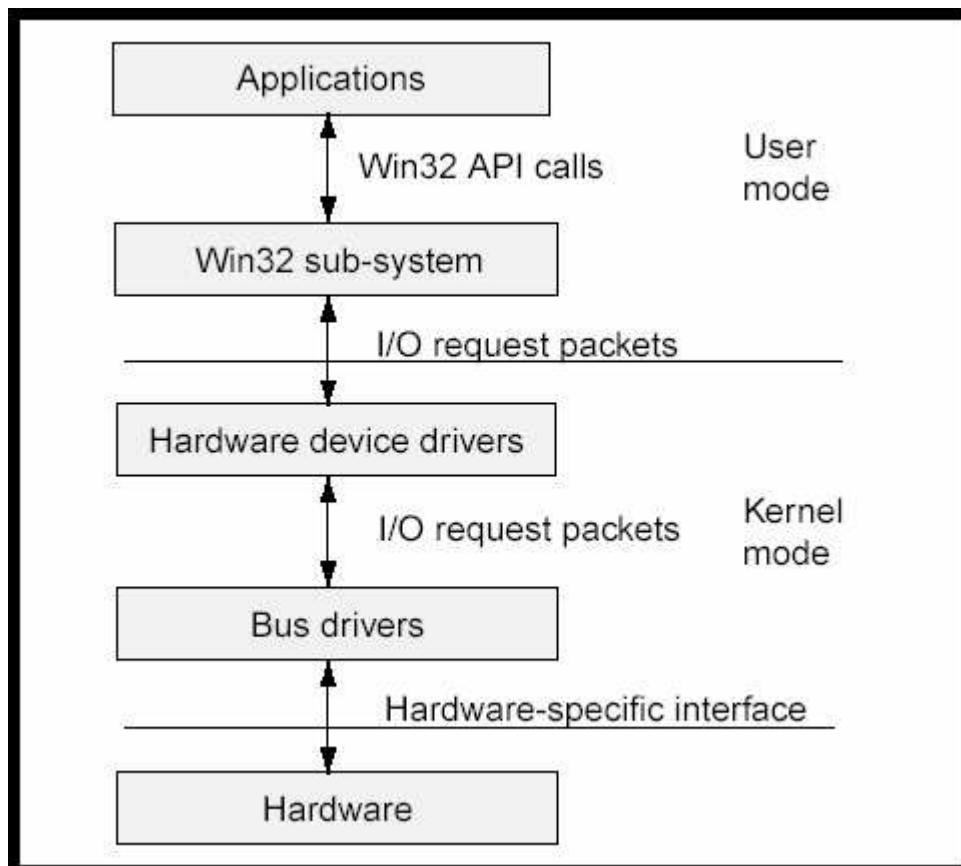
USB (Universal Serial Bus) omogoča nov vmesnik počasnim in srednje hitrim enotam do osebnega računalnika. Z novo specifikacijo USB 2.0 dosega tudi višje hitrosti in postaja vedno bolj univerzalen vmesnik nasploh. USB specifikacija 2.0 določa tudi povezovanje perifernih enot med sabo. Tako da je vodilo USB res doseglo zelo splošno uporabo.

Stara vodila odmirajo in nekateri računalniki jih sploh ne vsebujejo več. Tak je na primer star a zanesljiv protokol RS232. Če bi primerjali RS232 in USB, bi ugotovili, da je slednji zelo kompleksen in je za načrtovalce perifernih enot zelo zahteven. Vendar se stvari poenostavljajo tudi za načrtovalce produktov, ki bi jih želeli povezati z USB vodilom. Na trg prihajajo novi čipi, ki so preprosti za uporabljanje vsebujejo potrebne gonilnike in primeren vmesnik do periferne enote. Ob uporabi takih čipov nam o USB protokolu pravzaprav ni potrebno vedeti veliko.

USB PROTOKOL

USB protokol je bil narejen z namenom, da olajša delo uporabnikom osebnih računalnikov in nanj priključenih enot. Za uporabnika je USB vmesnik res preprost, saj mu za uporabo naprave ni potrebno ničesar vedeti. Napravi ni potrebno določati prekinitvenih naslovov (IRQ) ali naslovov vrat in podobnih zadev. Vse kar mora storiti je, da napravo priključi na računalnik. Za vse ostalo bo poskrbel računalnik in naprava. V ozadju pa je, kot sem že povedal, protokol precej kompleksen.

USB protokol deluje po principu volitev. Vsako komunikacijo začne gostitelj. Ta razpozna napravo, ji dodeli zaporedno številko na vodilu in poišče primerne gonilnike za napravo. Na računalniku je ta komunikacija več plastna. Aplikacija, ki uporablja USB enoto, komunicira z gonilniki naprave, ki imajo dostop do systemskega vodila, na katerega je priključeno tudi USB vodilo.



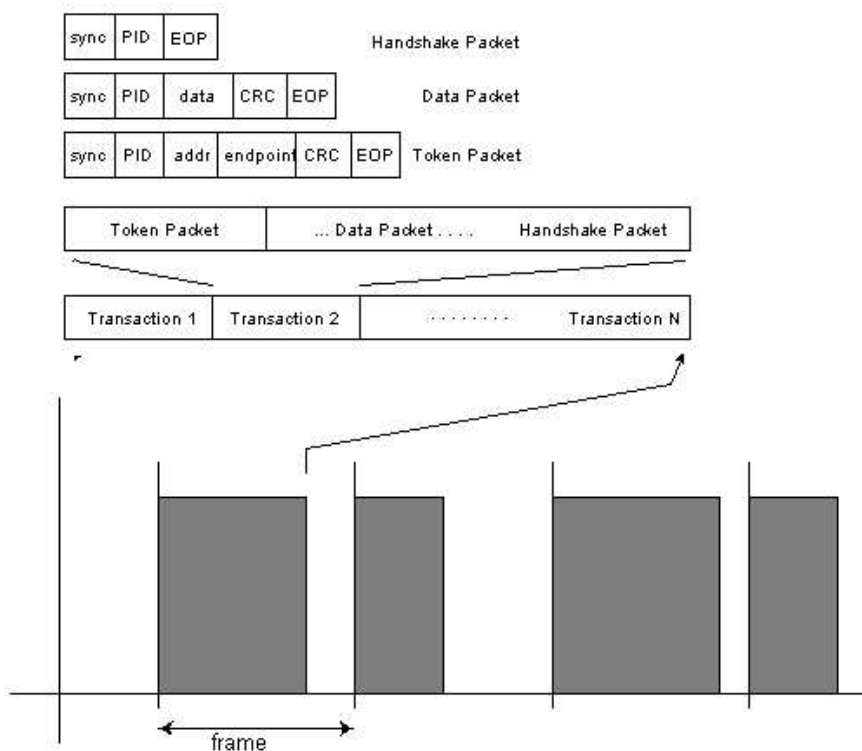
Slika 1: Večplastna komunikacija na OS Windows 2000

Naprava lahko ima svoj gonilnik ali pa uporablja enega od splošnih gonilnikov, če ustreza temu razredu splošnih naprav.

Na vodilo je lahko hkrati povezano do 127 enot, ki jih povezujemo v drevesno zgradbo.

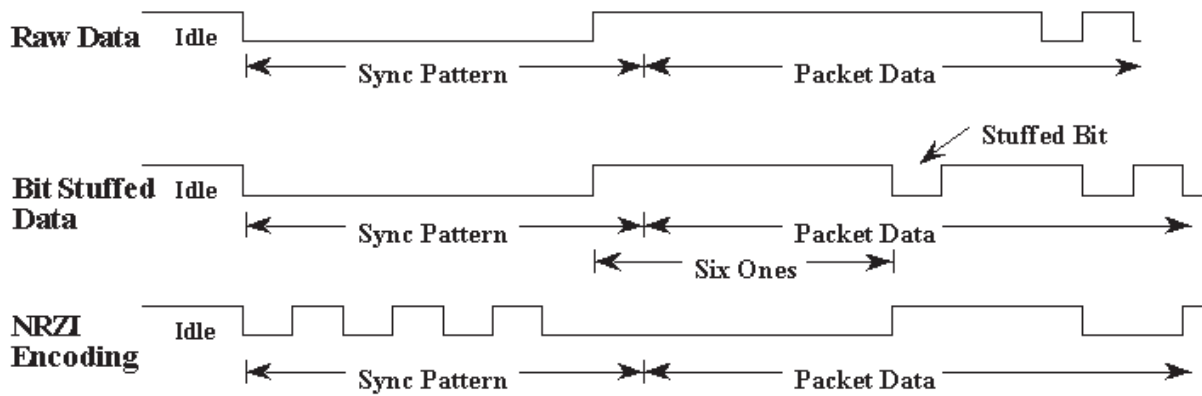
Podatkovni tok po vodilu je serijski, kar pove že ime, in časovno rezinjen. Računalnik oz. gostitelj vsem enotam dodeli enak časovni interval ene mili sekunde pri low in full speed hitrosti in 125 μ s pri high speed hitrosti. Vsaka priključena enota pa lahko odgovori znotraj te časovne enote, kjer ima svoj ustrezno dodeljen čas.

Podatki se prenašajo po enem izmed štirih možnih načinov prenosa. Obstajajo kontrolni, prekinitveni, masovni in isihronski. Podatki so razdeljeni na manjše dele imenovane paketi. Vsak paket vsebuje identifikacijsko kodo ali PID (Packet Identifier), ki ji sledi ustrezen podatek.



Slika 2: Prenos podatkov na USB vodilu za N priključenih naprav.

Obstajajo štiri vrste paketov. Vsi paketi se začnejo z SYNC, ki omogoča sinhronizacijo povezane naprave na gostiteljski računalnik, in končajo z EOP (End of Packet) ločitvenim delom. SOF (Start of Frame) paket in token pakete kot so IN, OUT in SETUP pakete lahko začne le gostiteljski računalnik. DATA in HANDSHAKE pakete pa lahko začne tudi periferna enota. Paketi so kodirani z NRZI kodo in vsakih šest zaporednih enk je vrinjena ničla.

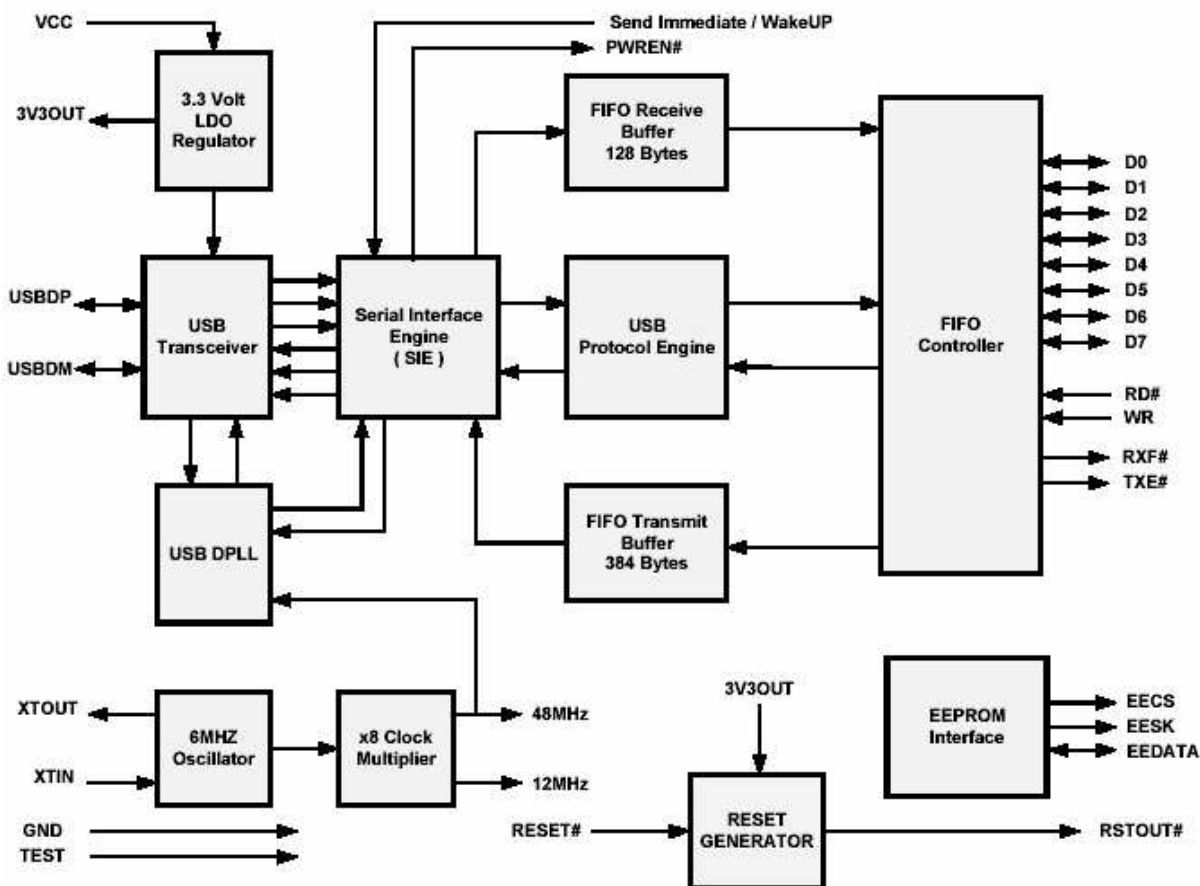


Slika 3: NRZI kodiranje in vrivanje ničel

USB uporablja štiri žično povezavo, od katerih sta dve žici napajalni (5V in masa), drugi dve pa diferencialni za prenos podatkov. Sam USB omogoča povezavo naprav brez lastnega napajanja, saj dovoljuje porabo toka do 500mA.

FT245BM USB ČIP

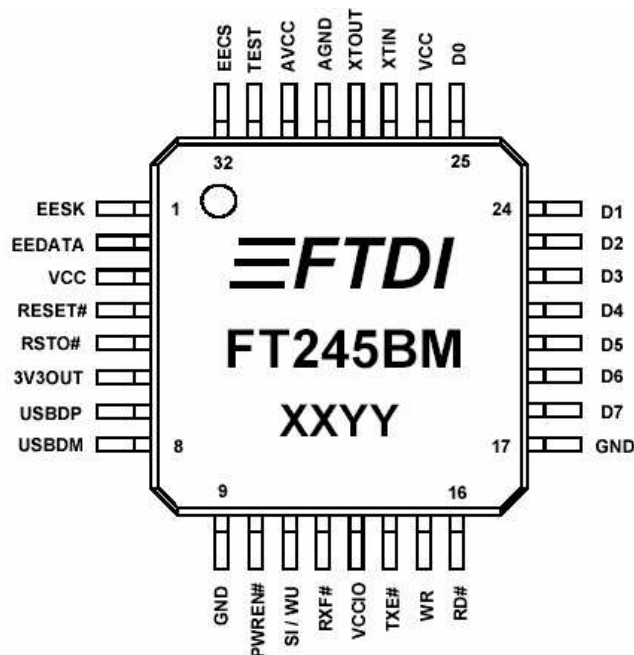
Ker je sam USB protokol zahteven, so se hitro pojavili mikrokontrolerji, ki že vsebujejo USB kot eno od perifernih priključkov, kot na primer UART. Za tiste mikrokontrolerje, ki pa nimajo ustrezne enote za USB komunikacijo, lahko na zelo preprost način uporabimo razne USB vmesnike. To so čipi, ki opravljajo le pretvorbo iz USB komunikacije na katero drugo. To so ponavadi I2c, serijska komunikacija in paralelna komunikacija. En od takih čipov je tudi FTDI-jev FT245BM, ki opravljajo pretvorbo iz paralelne na USB komunikacijo. Uporaba čipa je zelo preprosta, saj nam o USB komunikaciji, ni potrebno ničesar vedeti. Čip ima že vgrajen strojni kod za pretvorbo. Kljub temu, da čip ni programljiv, je vseeno zelo uporaben. Omogoča direkten priklop 8-bitnega podatkovnega vodila in kontrolnih signalov. Deluje do hitrosti 8Mb/s, kar je ponavadi za majhne mikrokontrolerje še preveč.



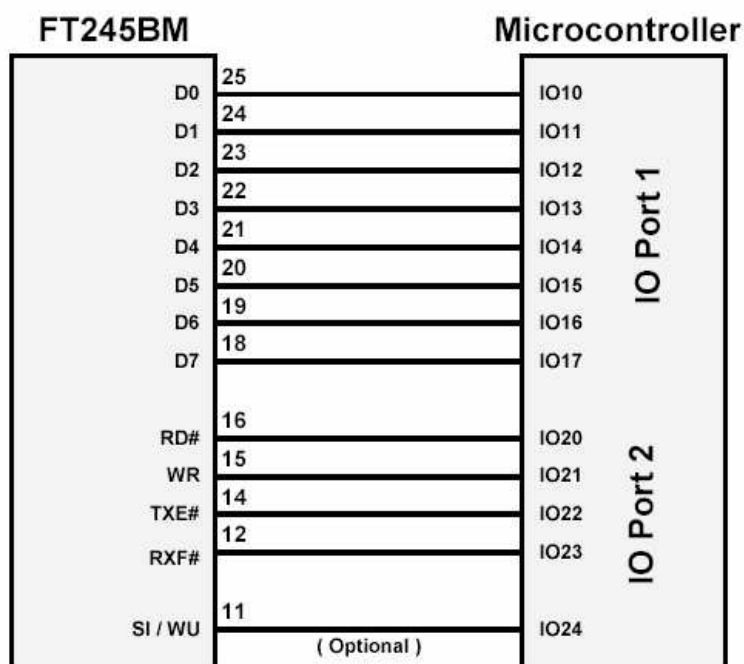
Slika 4: Shema FT245BM čipa

Na čipu je 384 bajtov medpomnilnika FIFO za odpošiljanje in 128 bajtov medpomnilnika za sprejemanje podatkov. Nanj lahko priklopimo I2C EPROM, v katerega zapišemo identifikacijske podatke o naši napravi.

Čip je zapakiran v LQFP 32 pinskem ohišju dimenzij le 10x10 mm.



Slika 5: Ohišje FT245BM čipa

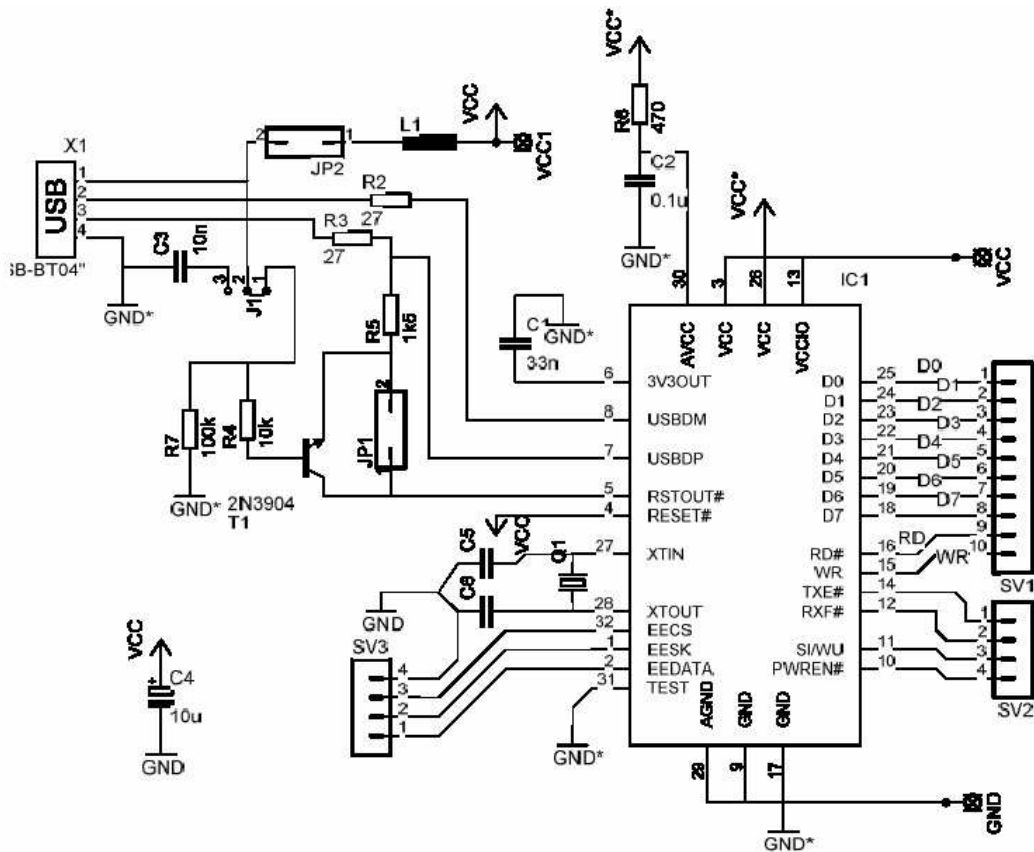


Slika 6: Povezava čipa na IO vrata uC

USB MODUL

Sam čip ne potrebuje veliko dodatnih elementov. Ker čip omogoča uporabo napajanja iz USB vodila ali zunanje oz. lastno napajanje, sem dodal nekaj preklopnikov, da lahko izbiramo med svojim napajanjem ali napajanjem iz vodila.

Na napajalno (+5V) žico USB-ja je prikolpljena feritna solzica, ki deluje kot RF sito in onemogoča prehod prevelikih radiofrekvenčnih motenj, ki se lahko pojavijo na čipu, nazaj v gostiteljski računalnik. V bistvu je zaščita pred EMI motnjami. Na napajalne pine čipa sem dodal sklopitvene kondenzatorje za boljšo napajalno napetost.



Slika 7: Shematski prikaz vezja USB modula

Ko uporabljamo modul, s svojim napajanjem moramo preklopiti preklopnik J1 na pine 1 in 2 in izklopiti ostala dva preklopnika. Samo napajana vezja ne smejo vsiljevati toka nazaj v gostiteljski računalnik, ko je ta ugasnjen. V D+ sponko pa je potrebno vsiliti tok preko 1k5 upora. Tako je določeno po specifikaciji USB za vsa samo napajana vezja. V ta namen je dodan tranzistor in 1k5 upor med RSTOUT# D+. Ko je gostitelj vklopljen, je tranzistor odprt in D+ je privezan na RSTOUT# (3.3V). V

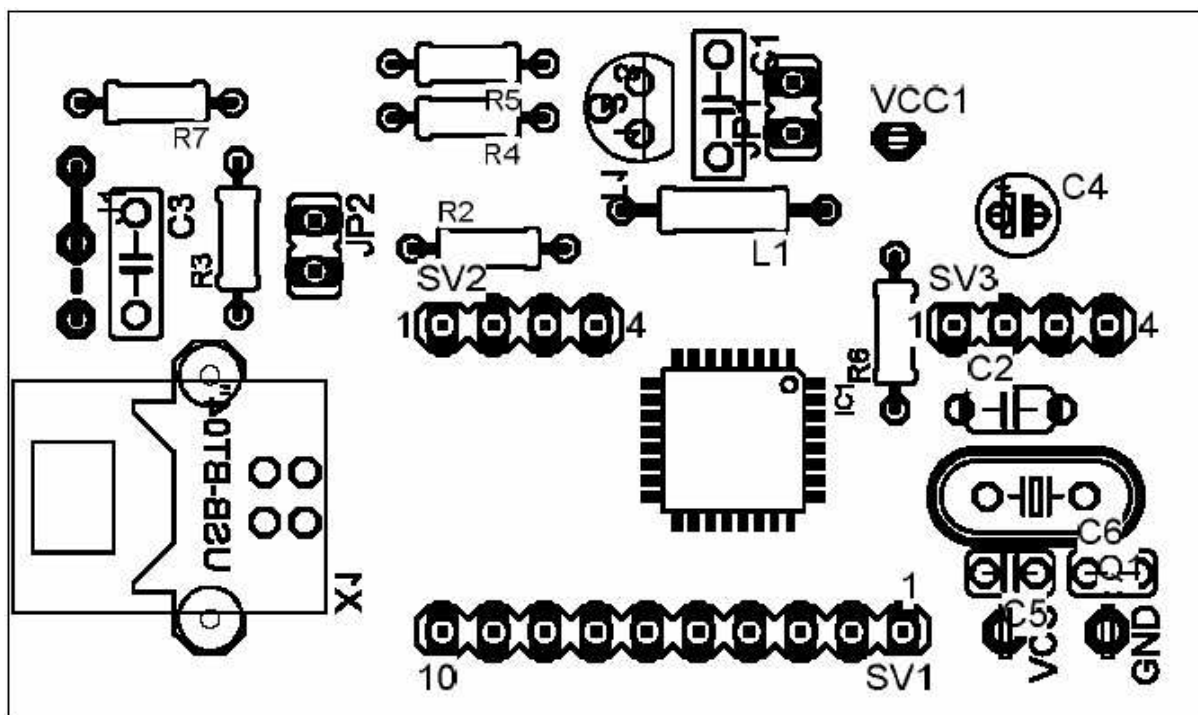
primeru, da je računalnik ugasnjen pa je tranzistor izklopljen in v D+ ni vsiljenega toka.

Modul je zgrajen zelo splošno in omogoča uporabo vseh funkcij samega FT245BM čipa. Priključki so izdelani kot 28 pinsko ohišje in ga lahko uporabimo na protoboardu ali kot "piggy back" na našem vezju. Še najbolj je primeren za testne namene, ko novo povezavo še preizkušamo. Omogoča pa tudi izdelavo samostojnih vezij brez uporabe mikrokontrolerjev. Nanj lahko priključimo D/A ali A/D pretvornik in lahko deluje kot generator signalov ali kot USB osciloskop. Možnosti uporabe je veliko. Sam sem ga izdelal z namenom testiranja povezave z mikrokontrolerjem, preizkusil pa sem ga na D/A pretvorniku, kot generator signalov.

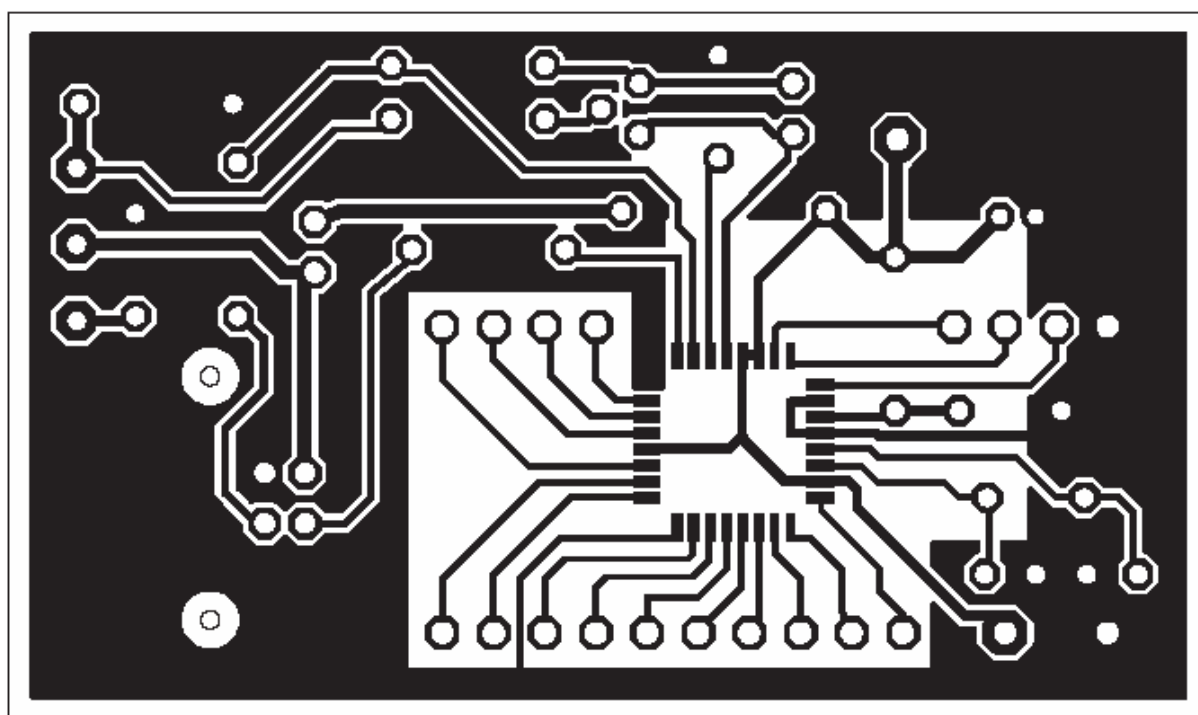
Na internetu so nam na voljo potrebni gonilniki za napravo in ob priklopu modula na računalnik, le povemo, kje imamo gonilnike in napravo lahko začnemo uporabljati. Možnosti gonilnikov so dve in sicer kot nov serijski port ali kot knjižnica .dll, kjer lahko uporabljamo API klice funkcij za upravljanje z napravo. Če namestimo serijski gonilnik lahko napravo uporabljamo kot navadna serijska vrata. Nanje lahko pišemo in iz njih beremo. Če pa namestimo knjižnico API klicev, moramo za komunikacijo uporabljati te funkcije. Omogočajo nam odpiranje vrat, branje, pisanje, resetiranje in ostale funkcije.

Za preizkus naprave sem priredil program za podoben testen modul, ki ga izdeluje tudi sam FTDI. S programčkom lahko na modul pošljemo ali iz njega beremo podatke. Omogoča iskanje naprave po opisu, zaporedni številki na vodilu ali serijski številki. Čip lahko tudi resetiramo. Na voljo je tudi izvorna koda, ki jo lahko po svojih potrebah prikrojimo zahtevani aplikaciji.

TISKANA PLOŠČICA



Slika 8: Postavitev elementov na tiskani ploščici



Slika 9: Prikaz povezav na tiskani ploščici

LITERATURA

Tony Wong: Understanding USB, Electronics World, November 1999.

J. Axelson: USB Complete, Lakeview Research, 1999

J. Hyde: USB Design by Example, Wiley, NY 1999

Internet naslov: www.ftdichip.com