

Merilna kartica MX 100 kot učno okolje za študente

Milan Rotovnik in Bojan Gergič
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,
Smetanova ulica 17, Maribor
milan.rotovnik@uni-mb.si

Measurement board MX 100 as learning aid for students

Measurement board MX 100 was designed as low-cost learning aid for students. It allows acquisition of analog signals, control of digital inputs/outputs and measurements with timer. The board contains microcontroller PIC, analog temperature sensor, push buttons and switches for generation of digital signals and light emitting diodes for indicating the state of digital outputs. Communication between MX 100 and host computer is realized with USB and custom designed communication protocol which is simple and adapted to measurement board. Enclosed LabVIEW driver allows graphically development of measurement applications.

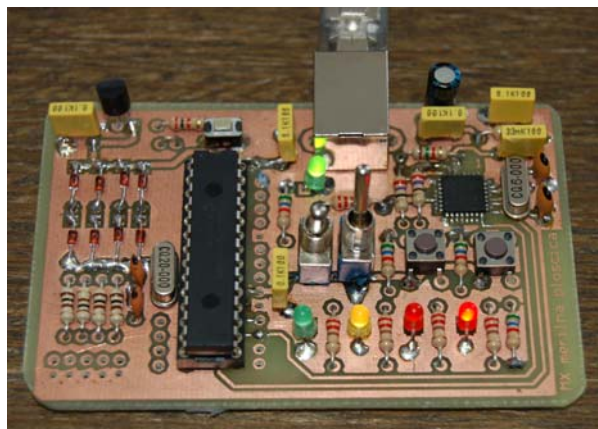
1 Uvod

Na Fakulteti za elektrotehniko računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru, Inštitutu za avtomatiko, se je pojavila potreba po merilni kartici, ki bi bila cenovno dostopna študentom. Merilno kartico bi študentje lahko uporabljali, kot učno orodje za zajemanje analognih signalov, meritve s števcem ter krmiljenje digitalnih vhodno-izhodnih priključkov.

V ta namen je bila razvita merilna kartica MX 100, ki temelji na preprosti izdelavi in elementih, ki jih študentje že poznajo ter uporabljajo pri študijskem procesu. Prav tako je bil pri načrtovanju merilne kartice poudarek na cenovno ugodnih elementih, saj je bila naša želja, da bi si jo lahko študentje sami izdelali in jo kasneje z malce samostojnega ter inovativnega dela dopolnili v zahtevnejšo merilno napravo.

2 Merilna kartica MX 100

Jedro merilne kartice je mikrokrmilnik PIC 16F876A [1] z vgrajenim analogno-digitalnim pretvornikom, števcem in digitalnimi vhodno-izhodnimi vrati. Kartica vsebuje tudi analogno temperaturno tipalo s senzorjem LM 35 [3], stikali, tipki in svetleče diode. Komunikacija med kartico in računalnikom je omogočena preko USB [2] vodila, pri čemer računalnik vidi merilno kartico kot dodatna serijska vrata. Komunikacija poteka s pomočjo lastnega protokola, ki je prilagojen kartici, vendar je preprost in razumljiv, kar omogoča študentu kasnejše predelave in nadgradnje.

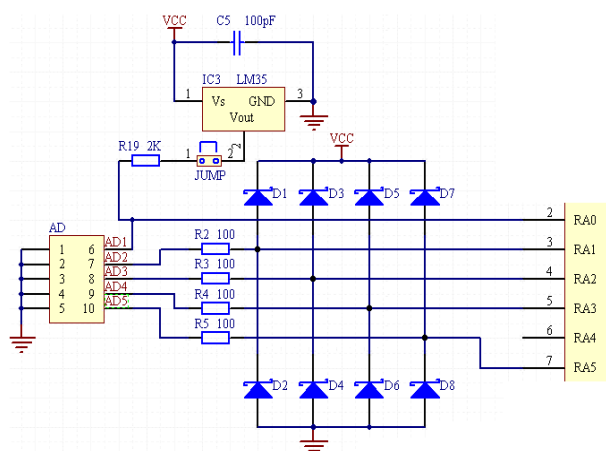


Slika 1: Merilna kartica MX 100.

2.1 Analogni vhodi

Merilna kartica ponuja 5 analognih vhodov, s katerimi lahko merimo analogne signale med 0 in 5 V, z nastavljivo referenčno napetostjo in 10-bitno ločljivostjo analogno digitalnega pretvornika. Vsi analogni signali se nahajajo na priključnem konektorju in so poimenovani od AD1 do AD5. Na vhod AD1 je priključen analogni temperaturni senzor LM35. Ostali analogni vhodi od AD2 do AD5 imajo

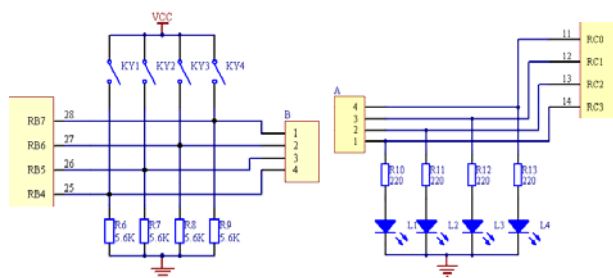
napetostno zaščito, saj lahko na vhod mikrokrmilnika pripeljemo le analogni signal med 0 in 5 V.



Slika 2: Shema analognega dela merilne kartice.

2.2 Digitalni vhodi in izhodi

Merilna kartica ima štiri digitalne vhode in štiri digitalne izhode. Dva digitalna vhoda sta na merilni plošči povezana z dvo-položajnim stikalom, dva pa s tipko. Stanje digitalnih izhodov prikazujejo štiri svetleče diode. Vsi signali digitalnih vhodov in izhodov so povezani na konektor, na katerega lahko priključimo tudi zunanje senzorje in aktuatorje.



Slika 3: Shema digitalnih vhodov in izhodov.

3 Programska oprema merilne kartice

Komunikacija med osebnim računalnikom in merilno kartico poteka s pomočjo lastnega protokola, ki deluje po principu gospodar-suženj. Protokol je prilagojen merilni kartici in hkrati zelo preprost za razumevanje komunikacije med dvema napravama. S preprostim protokolom omogočimo študentu lažje razumevanje komunikacije in kasnejšo nadgradnjo merilne kartice.

Program v mikrokrmilniku je napisan tako, da na serijskem portu čaka ukazno kodo, jo obdela, izvede meritev ter vrne rezultat.

Ukazna koda je sestavljena iz treh znakov. Primer: **+51**

+ predstavlja začetek ukazne kode.

51 je vrsta ukaza (v našem primeru izvede analogno meritev na AD1 vhodu).

Ukazne kode delimo na 4 sklope:

Ukazi sklopa 10 so ukazi za logično postavitev digitalnih izhodov. Ukaz **+10** pomeni postavitev vseh digitalnih izhodov na logično »0«, ukaz **+11** pa na logično »1«. Ukazi med **+12** in **+19** predstavljajo postavitve posameznih digitalnih izhodov. Primer: **+12** postavi prvi digitalni izhod na logično »1«, ukaz **+13** na logično »0«. Z ukazom **+14** in **+15** postavljamo logično stanje na drugem digitalnem izhodu, itd.

Ukazi sklopa 60 so ukazi za preverjanje stanja na digitalnih izhodih. Ukaz **+60** zahteva preverjanje logičnega stanja na vseh digitalnih izhodih, medtem ko ukazi med **+61** in **+64** zahtevajo preverjanje logičnega stanja na posameznih digitalnih izhodih.

Ukazi sklopa 30 so ukazi za preverjanje stanja na digitalnih vhodih. Ukaz **+30** zahteva stanje vseh digitalnih vhodov, ukazi med **+31** in **+34** pa stanja na posameznih digitalnih vhodih.

Ukazi sklopa 50 so ukazi za meritve na analognih vhodih merilne kartice. Ukaz **+50** zahteva meritve na vseh analognih vhodih, ukazi med **+51** in **+55** pa meritve na posameznih analognih vhodih.

Ko mikrokrmilnik dobi ukazno kodo, jo obdela, izvede meritev in vrne rezultat meritve v obliki besede, sestavljene iz petih znakov.

Primer: Ukazna koda **+51**, mikrokrmilnik vrne odgovor **S1037**.

S1 pomeni, da je bila poslana zahteva po analogni meritvi na vhodu 1. **037** pa je šestnajstiški zapis analogne meritve na temperaturnem senzorju. $37(\text{hex}) = 55(\text{dec})$ in

$55 \times 0,00488 = 0,2684$, kar je za temperaturni senzor LM 35 enako $26,8^{\circ}\text{C}$.

V primeru zahteve po meritvi vseh 5 analognih vhodov **+50**, mikrokrmilnik vrne sledeče rezultate meritev:

»S1037 S2142 S33FF S42EA S5000«

Enak način komunikacije velja za digitalne vhode in izhode.

Primer: **+31** zahteva po stanju prvega digitalnega vhoda.

Mikrokrmilnik vrne rezultat v obliki besede:

S0011 – prvi digitalni vhod je v logičnem stanju »1«.

4 Grafična nadzorna plošča merilne kartice MX 100

Grafično nadzorno ploščo smo naredili v programskem okolju LabVIEW [6], ki ga študentje spoznavajo skozi študij in si lahko poleg že obstoječih knjižnic naredijo lastne knjižnice za omenjeno merilno kartico.

V programskem okolju LabVIEW smo naredili štiri knjižnice za delovanje z merilno kartico MX 100. Vsaka knjižnica ima za komunikacijo in grafično predstavitev rezultatov naslednje vhode in izhode:

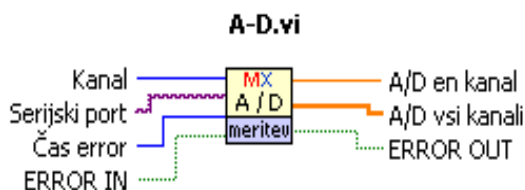
-Izbira kanala: izberemo posamezen kanal/vhod ali vse kanale skupaj.

-Serijski port: izberemo COM port za komunikacijo z MX merilno kartico.

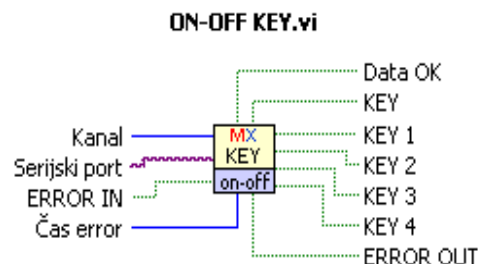
-Čas error: čas čakanja na podatke preden program javi napako (prevzeto 2 sekundi).

-Error IN in OUT: vhodni in izhodni priključek za napako.

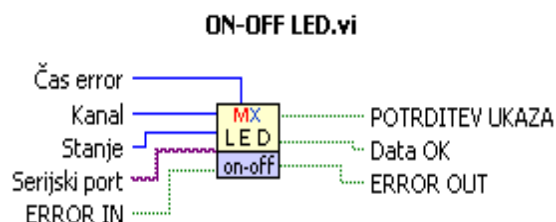
-Izhodne priključke za prenos rezultatov.



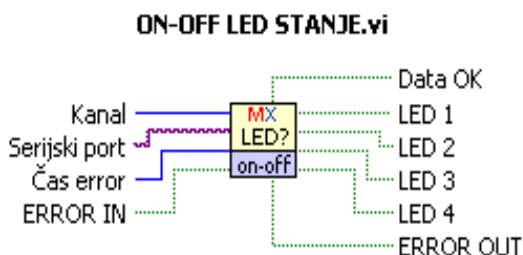
Slika 4: Branje analognih vhodov.



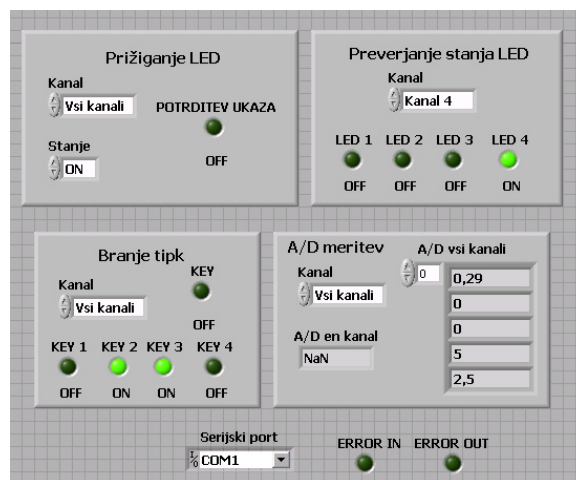
Slika 5: Branje digitalnih vhodov.



Slika 6: Postavljanje digitalnih izhodov.



Slika 7: Preverjanje stanja digitalnega izhoda.



Slika 8: Primer LabVIEW aplikacije.

Z uporabo omenjene programske knjižnice in grafičnim prikazom rezultatov, si lahko študent izdela svoj virtualni instrument za upravljanje merilne kartice in prikaz izmerjenih podatkov. Podatke je možno tudi izvoziti in arhivirati za kasnejšo obdelavo.

5 Nadaljnji koraki

V pripravi in izdelavi je novejša verzija merilne kartice, kartica MX 200, ki je grajena modularno. Glavni modul predstavlja mikrokrmilnik in komunikacijo z osebnim računalnikom. Ostali moduli kot na primer: modul za zajemanje analognih meritev, digitalno-analogni modul, vhodno-izhodni digitalni modul ali kombinacija teh, se priključi na glavni modul. S tem bo kartica optimalno izkoriščena in bo omogočala delo z več signali. Tako kot merila kartica MX 100 bo tudi ta ponujala inovativno delo s programiranjem mikrokrmilnika in računalniškim programom.

6 Zaključek

Merilno kartico MX 100 bodo študentje uporabljali pri študijskih vajah ali samostojnem domačem delu, saj je bil pri njenem načrtovanju poudarek na nizki ceni materiala, lažji razumljivosti komunikacije med računalnikom in zunanjo strojno opremo ter spoznavanjem analogne in digitalne merilne tehnike. Z malce

samostojnega in inovativnega dela lahko študentje kartico predelajo v multimeter, osciloskop, logični analizator, ali pa jo uporabijo za gradnjo kakšnega drugega virtualnega instrumenta, pri katerem je potrebna večnamenska merilna kartica.

7 Literatura

- [1] PIC 16F876A, *datasheet*, <http://pdfdata.datasheetsite.com/web/65318/16F876A.pdf>, maj 2009
- [2] USB v serijski 232 pretvornik, <http://www.ftdichip.com/Products/FT232R.htm>, maj 2009
- [3] Temperaturni senzor LM 35, *datasheet*, <http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>, maj 2009
- [4] J. Travis, J. Kring, *LabVIEW for everyone: graphical programming made easy and fun*, 3rd ed., Prentice Hall, 2007
- [5] R. H. Bishop, *LabVIEW 8 student edition*, Prentice Hall, 2007
- [6] LabView, <http://www.ni.com/labview>, maj 2009