

## Temperaturna sonda s PICem

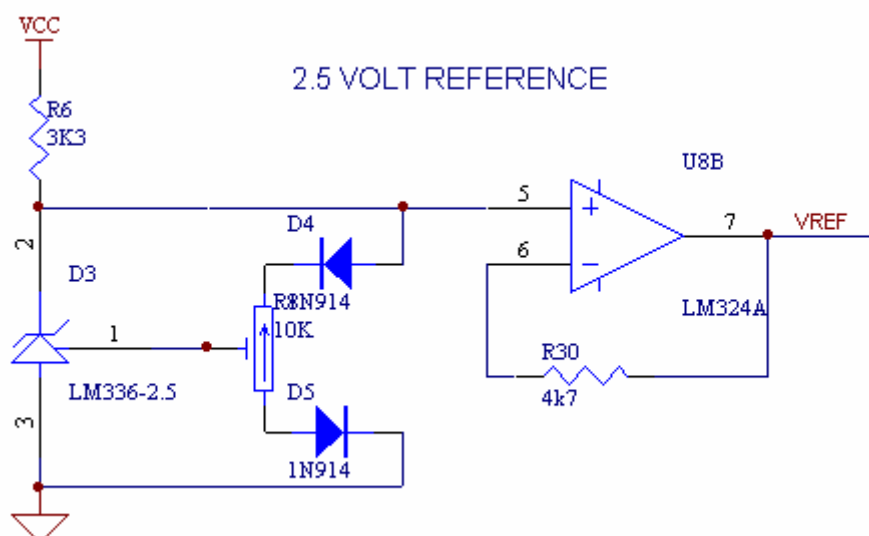
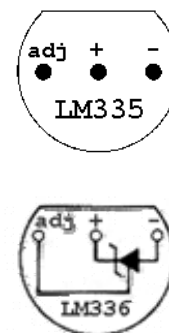
Mjerenje temperature u *low-cost* uređajima svodi se na mjerenje promjene napona reverzno polarizirane diode (koji pada za oko 2 mV/°C) ili mjerenjem pada napona na otporniku (čiji se otpor mijenja promjenom temperature). Pojavom temperaturne sonde **LM335**, mjerenje je dodatno pojednostavljeno: temperaturna sonda LM335 daje promjenu napona od 10 mV/K. Na temperaturi od 298.15K (25 °C) daje napon 2.498V.

Druga vrlo rasprostranjena komponenta današnjice je PIC – mikrokontroler kojega programiramo po želji. Neki od PICeva na tržištu imaju ugrađeni A/D (analogno/digitalni) pretvornik i UART (*universal asynchronous receiver-transmitter*, komponenta koja omogućava serijsku komunikaciju PICa sa vanjskim svijetom). Jedan od njih je **12F683**.

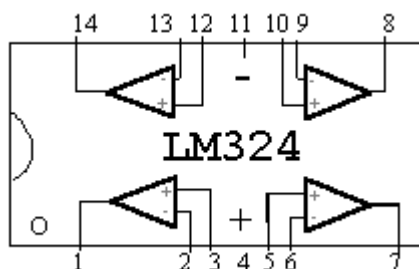
Koristeći ove dvije komponente kao osnovu temperaturnog mjerača, možemo napraviti jednostavan i malen sklop koji će svakih nekoliko sekundi očitavati vanjsku temperaturu i podatak slati na serijski port računala.

### Referentni napon

Sonda LM335 ima tri izvoda (vidi sliku, pogled od ispod): napon (+5 V) i masa (GND), te priključak za umjeravanje. Na ovaj ćemo izvod priključiti referentni napon od 2.498V, kao što je specificirano u uputstvima sonde (dokument se može skinuti sa stranica proizvođača, National Semiconductors, [www.national.com](http://www.national.com)). Referentni napon dobiti ćemo drugom poznatom komponentom, zener diodom: LM336-2.5, također od National Semiconductorsa. Napon  $V_{CC}$  je 5V. Shema je sljedeća:



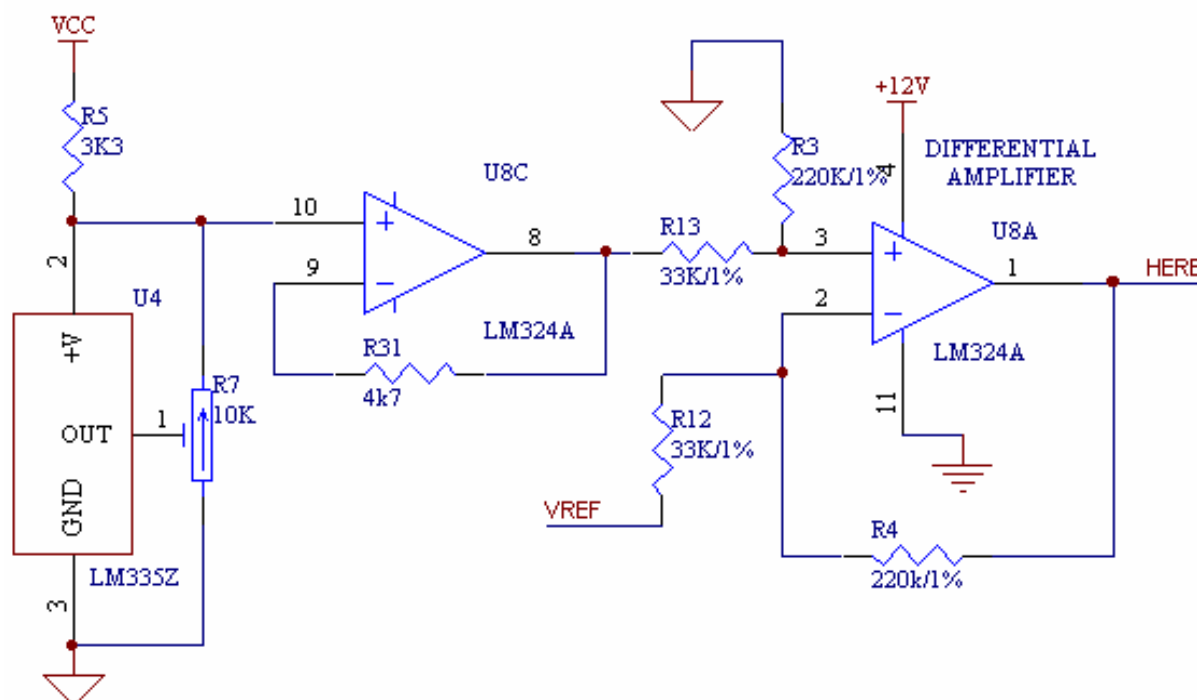
Potenciometrom od 10K precizno ćemo namjestiti željeni napon. U8B je dio LM324 integriranog kruga, koji u sebi sadrži četiri operacijskih pojačala (vidi sliku).



## Temperaturni senzor

PIC koji smo odabrali, 12F683, u sebi ima ugrađeni 10 bitni A/D konverter. To znači da napon od 0 do 5V zna podijeliti u  $2^{10} = 1024$  točke, tj. predstaviti ga kao broj od 0 (što predstavlja 0 volti) do 1023 (što predstavlja 4.995 volti). Naša odabrana temperaturna sonda, LM335, ima rezoluciju od 10 mV/K. To znači da će se za promjenu temperature od 1 Kelvin (a promjena od 1 Kelvin odgovara promjeni od 1 °C) napon sonde promijeniti za 10 mV. Raspon temperature sonde je od -40°C do +100°C, što je i više nego dovoljno za mjerenje vanjske temperature za naše podneblje. Jednostavnom računicom dobivamo da su za temperaturne vrijednosti od -40°C do +100°C, naponski izlazi sonde od 1.85V do 3.24V (računica: pri 25°C napon je 2.4985 volti, a svaki stupanj temperature promjene je 10 mV naponske promjene). Kako bismo dobili bolju rezoluciju, operacijskim pojačalom ćemo «rastegnuti» to područje.

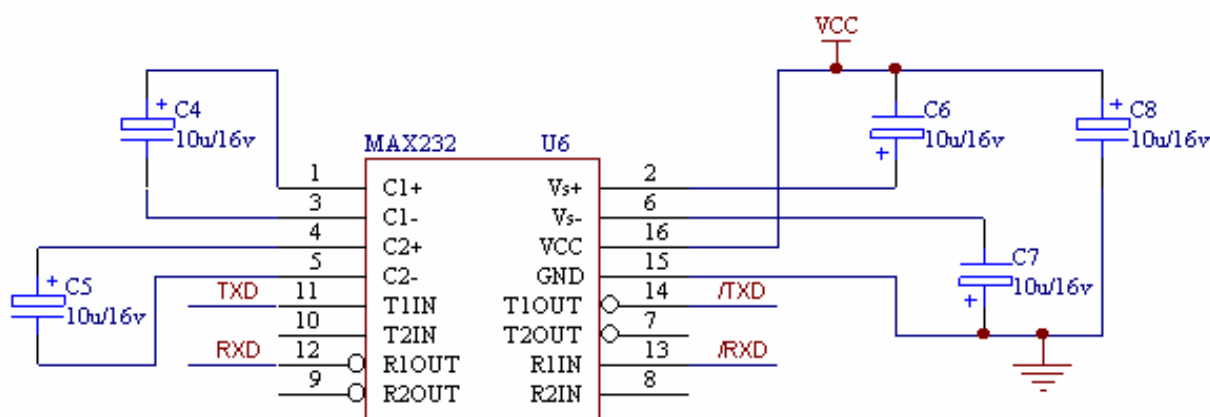
## TEMPERATURE SENSOR



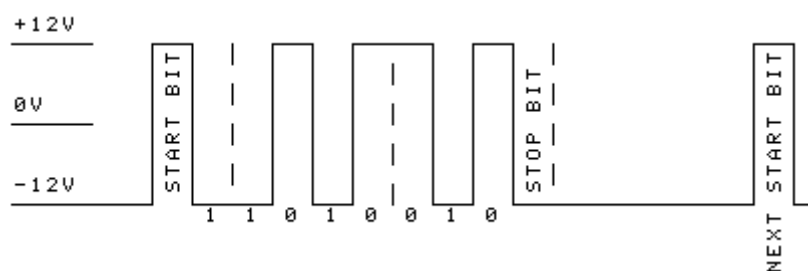
Ovdje koristimo druga dva dijela integriranog kruga LM324. LM324 je jedini dio ove sheme koja zahtjeva napajanje 12V. S ovim smo sklopom postigli pojačanje napona sonde za  $220/47 = 4.69$  puta. S time smo zapravo postigli da sonda daje promjenu od 46.9 mV po stupnju. Time ćemo dobiti veću preciznost sonde (podsjećamo: PIC ima 10 bitnu pretvorbu, i na to ne možemo utjecati; ono što možemo je prilagoditi naš izlazni napon iz sonde, na prikazani način).

## Serijska komunikacija

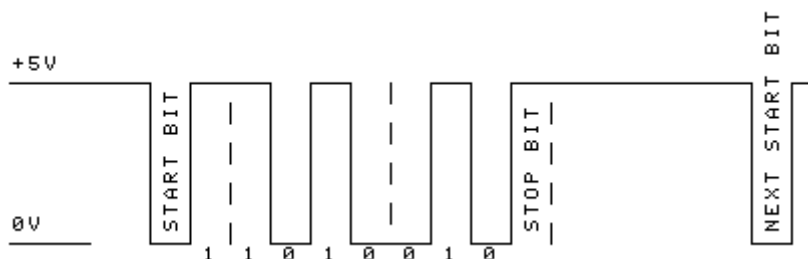
## SERIAL COMMUNICATIONS



Integrirani krug MAX232 je konvertor nivoa. Čemu on zapravo služi? RS232 port na računalu ima sljedeća stanja:

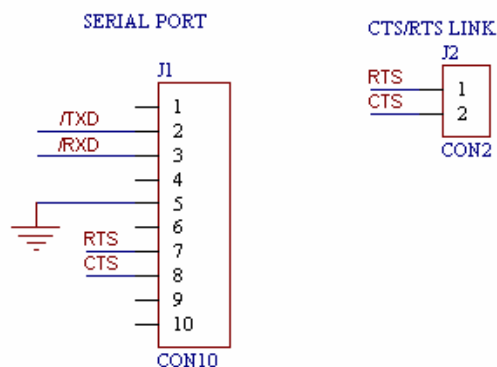


a izlaz iz PICa ima sljedeća stanja:

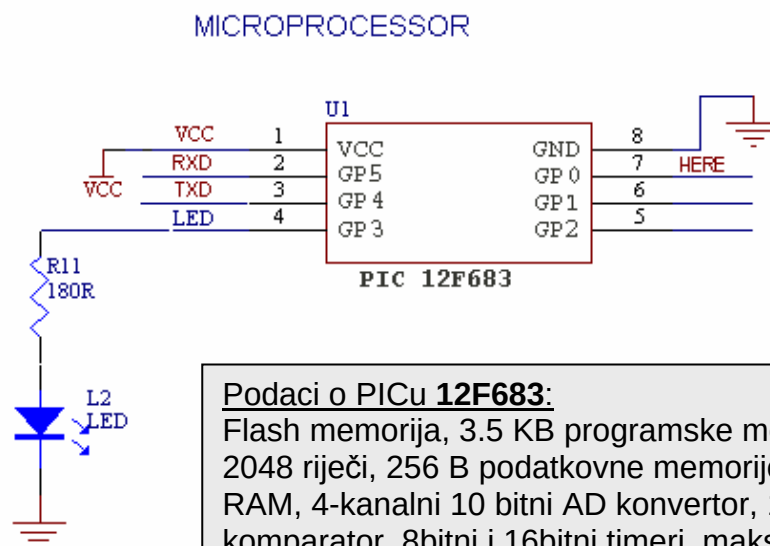


Računalu je logička nula -12V, a logička jedinica +12V. PIC ima napajanje od 5V što znači da može dati, na svom izlazu, napon od 0 do 5V. Sklop sa MAX232 integriranim krugom, prikazan na gornjoj slici, čini upravo tu logičku pretvorbu nivoa. Primjetimo da je izlaz T1OUT invertiran. Da bi se prilagodio tome, PIC (njegov UART

mehanizam) za logičku nulu daje izlaz 5V, a za logičku jedinicu 0V. Kada se taj napon pretvori i invertira dobije se na izlazu iz MAX232 integriranog kruga +12V za logičku jedinicu i -12V za logičku nulu, baš kao što je potrebno. Još jedna stvar koju treba imati na umu: integrirani krug MAX232 se napaja sa istim naponom kao i PIC, dakle sa 5V. Napon od +12V i -12V generira se unutar samog integriranog kruga pomoću kondenzatora spojenih na njegove nožice.



## Mikroprocesor - PIC



### Podaci o PICu 12F683:

Flash memorija, 3.5 KB programske memorije, 2048 riječi, 256 B podatkovne memorije, 128 B RAM, 4-kanalni 10 bitni AD konvertor, 1 komparator, 8bitni i 16bitni timeri, maksimalna frekvencija: 20 MHz, 8 pinova.

Dugi niz godina assembler je bio jedini jezik u kojem se moglo isprogramirati PIC. U posljednje vrijeme, sam proizvođač PICeva, Microchip, preporuča korištenje C programskog jezika za pisanje programa za PIC, jer kako sami kažu, jednostavnije se i brže dolazi do rješenja. Jedan od C prevoditelja (compilera) je i CCS C ([www.ccsinfo.com](http://www.ccsinfo.com)) čija se besplatna inačica može skinuti s navedenih stranica.

Programom moramo napraviti sljedeće: definirati koji pinovi su analogni, na koji pin će se dovoditi napon sa sonde, te koji će se pinovi koristiti za RS232 komunikaciju. Nakon što smo to definirali, program će raditi sljedeće: pokrenuti AD konverziju, pročitati vrijednost napona, i to ponoviti 30 puta. Od tih 30 uzoraka uzeti ćemo najveći i najmanji i to poslati na RS232 port (prema računalu). Ovaj će se postupak stalno ponavljati (staviti ćemo ga unutar beskonačne petlje). Na početku programa ćemo upaliti LEDicu, kao indikator da se PIC program izvršava.

Program je u potpunosti dan u nastavku, s objašnjenjima svake naredbe posebno.

```
// uključimo definicije pinova
#include <12F683.h>

// postavke konfiguracije
#define NOWDT,NOPROTECT,INTRC_IO

// brzina procesora, u Hertzima
#define use_delay(clock=4000000)

// postavke RS232 -> parity=N, stop_bit=1
#define use_rs232(baud=9600, xmit=PIN_A4, rcv=PIN_A5)

// pocetak programa
void main() {

// deklariramo varijable
    int i, value, min, max;

// definiramo koji pinovi su analogni
    setup_adc_ports( SAN0 );

// podesimo brzinu AD pretvorbe
    setup_adc( ADC_CLOCK_INTERNAL );

// podesimo sa kojega ćemo kanala (ima ih 4) citati analogni napon
// pin na kojem je taj kanal mora biti podesen kao analogni pin
    set_adc_channel( 0 );

// pocetak petlje
    do {

// uključimo LEDicu
        output_high(PIN_A3);

// postavimo pocetne min i max vrijednosti
        min=255; max=0;

// pocetak petlje, ponavljamo 30 puta
        for(i=0; i<=30; ++i) {

// prije konverzije pocekamo, preporuka Microchipa
            delay_ms(100);

// procitamo napon sa odabranog analognog ulaza
            value = Read_ADC();

// provjerimo dali je procitana vrijednost manja od najmanje
            if(value<min) min=value;

// provjerimo dali je procitana vrijednost veca od najvece
            if(value>max) max=value;
        }

// posaljemo dobivene podatke na RS232 port u HEX obliku
        printf("\n\rMin: %2X  Max: %2X\n\r",min,max);

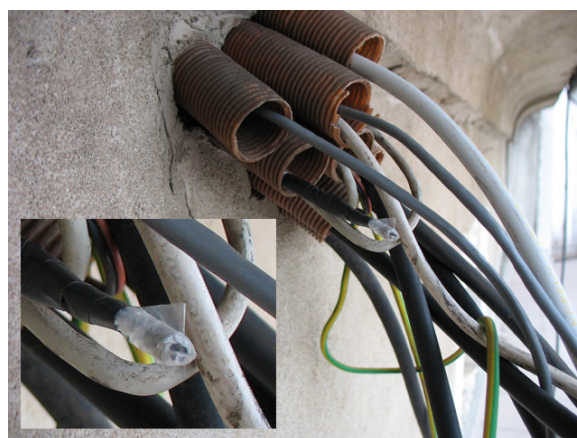
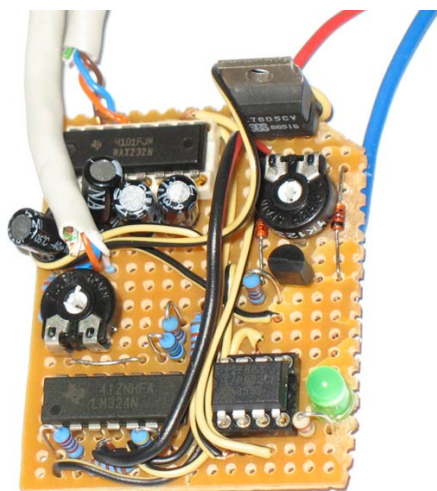
// kraj beskonacne petlje (uvjet je uvijek zadovoljen)
    } while (TRUE);

// kraj programa (kraj funkcije main)
}
```

Za one koji program žele bez izmjena isprogramirati u PIC, ili nemaju navedeni compiler, u nastavku je dan HEX kod, kojega prepoznaje svaki software za programiranje PICeva:

```
:1000000000308A007A2800000A108A100A1182073C
:100010000A340D344D3469346E343A342034253486
:1000200032345834203420344D34613478343A3406
:1000300020342534323458340A340D3400342A3014
:10004000840000008031933280130A100A001A00B8F
:100050002728A10B26284A30A000A00B2D2800003D
:1000600000000800B2428AE28831605128312051287
:100070000830A100000000000000A1174E28A113C5
:10008000AE0C03180516031C051221174E28211368
:10009000A10B402800000000000005161C30840061
:1000A000840B5028000000000A11B3F28211B47287B
:1000B0000034AD1B6B280F30A0002C0EA0050A30B9
:1000C0002002031866283030A00768282D08A007F2
:1000D0002008AE0034200F30AC050A302C02031883
:1000E000732830307528AD132D08AC072C08AE00EE
:1000F0003420003484011F308305613083168F0063
:100100000F080512831205161F1383161F109F1068
:100110001F119F110730831299001F1383161F149C
:100120009F101F119F111F169F161F1383129F13DD
:100130001F140030A1001F08F33921049F0083160B
:10014000851183128515FF30A800A901A601260894
:100150001E3C031CC1286430AA001F289F149F184E
:10016000AF281E08A700280827020318B928270867
:10017000A800270829020318BF282708A900A60AF3
:10018000A728AA012A080420AA0AA000AE00342049
:1001900007302A02031DC2282808AC003730AD0002
:1001A00059200A30AB002B080420AB0AA000AE0097
:1001B000342011302B02031DD3282908AC0037301E
:1001C000AD0059200A30AE0034200D30AE0034208E
:0401D0009F28630001
:02400E00F43F7D
:00000001FF
```

Podsjećamo još jednom da je ovaj HEX kod pripremljen samo za PIC 12F683 i na ostalima vjerojatno neće raditi. C kod koji je dan pri vrhu može se iskompajlirati za bilo koji PIC koji ima AD konvertor i UART (tj. podržava serijsku komunikaciju).



Slike prikazuju pločicu s elektronikom, i mjesto probne ugradnje sonde. Sonda je kablom izvučena do mjesta gdje se temperatura želi mjeriti (u našem slučaju terasa radio kluba Pazin).

Popis dijelova:

IC4 = LM335Z  
IC8 = LM324A  
LM336Z2.5

D4 = 1N914  
D5 = 1N914

Rtrim7 = 10k  
Rtrim8 = 10k  
R6 = 3k3  
R30 = 4k7  
R5 = 3k3  
R31 = 4k7  
R13 = 33k  
R12 = 33k  
R3 = 220k  
R4 = 220k

IC6 = MAX232  
C4 = 10uF  
C5 = 10uF  
C6 = 10uF  
C7 = 10uF  
C8 = 10uF

7805