



Proiectarea cu Microprocesoare

Scurt exemplu de proiect

Universitatea POLITEHNICA București

Aprilie 2016



- ▶ Am ales să vă facem un exemplu de proiect simplu
 - ▶ Vom vedea pașii prin care trebuie trecut
 - ▶ Implementarea lui durează sub o oră



- ▶ Vrem să afișăm temperatura în grade Celsius pe un LCD text
- ▶ Refresh la jumătate de secundă
- ▶ Ce ne trebuie?



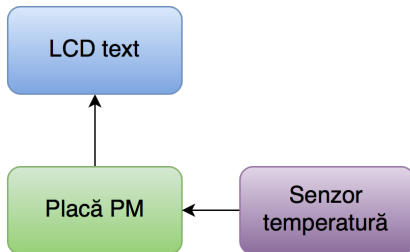
- ▶ Vrem să afișăm temperatura în grade Celsius pe un LCD text
- ▶ Refresh la jumătate de secundă
- ▶ Ce ne trebuie?
 - ▶ Ecran LCD text, ca cel din laborator. Putem obține rapid unul de pe oricare site de ocazii, preț ~20RON



- ▶ Vrem să afișăm temperatura în grade Celsius pe un LCD text
- ▶ Refresh la jumătate de secundă
- ▶ Ce ne trebuie?
 - ▶ Ecran LCD text, ca cel din laborator. Putem obține rapid unul de pe oricare site de ocazii, preț ~20RON
 - ▶ Un senzor de temperatură, vom alege cel mai simplu: LM335



- ▶ Vrem să afișăm temperatura în grade Celsius pe un LCD text
- ▶ Refresh la jumătate de secundă
- ▶ Ce ne trebuie?
 - ▶ Ecran LCD text, ca cel din laborator. Putem obține rapid unul de pe oricare site de ocazii, preț ~20RON
 - ▶ Un senzor de temperatură, vom alege cel mai simplu: LM335
 - ▶ Este un senzor analogic





Hardware

Software

Concluzii



- ▶ Găsim pe Farnell LM335Z/NOPB (cod 1564652)
 - ▶ Capsula este TO-92
 - ▶ Prețul este 4.32RON
- ▶ Găsim datasheet-ul la adresa
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm235.pdf>
- ▶ Căutăm informații din datasheet:



- ▶ Găsim pe Farnell LM335Z/NOPB (cod 1564652)
 - ▶ Capsula este TO-92
 - ▶ Prețul este 4.32RON
- ▶ Găsim datasheet-ul la adresa
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm235.pdf>
- ▶ Căutăm informații din datasheet:
 - ▶ Care este pinout-ul pentru capsula pe care am ales-o?



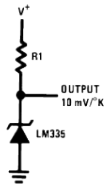
- ▶ Găsim pe Farnell LM335Z/NOPB (cod 1564652)
 - ▶ Capsula este TO-92
 - ▶ Prețul este 4.32RON
- ▶ Găsim datasheet-ul la adresa
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm235.pdf>
- ▶ Căutăm informații din datasheet:
 - ▶ Care este pinout-ul pentru capsula pe care am ales-o?
 - ▶ Cum se leagă piesa în schema electrică?



- ▶ Găsim pe Farnell LM335Z/NOPB (cod 1564652)
 - ▶ Capsula este TO-92
 - ▶ Prețul este 4.32RON
- ▶ Găsim datasheet-ul la adresa
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm235.pdf>
- ▶ Căutăm informații din datasheet:
 - ▶ Care este pinout-ul pentru capsula pe care am ales-o?
 - ▶ Cum se leagă piesa în schema electrică?
 - ▶ Cum se obțin date de la senzor?

- ▶ Schema simplificată e ușor de folosit
- ▶ Trebuie să aflăm ce valoare ne trebuie pentru R_1
 - ▶ *For optimum accuracy, R_1 is picked such that 1 mA flows through the sensor*

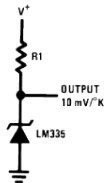
Basic Temperature Sensor Simplified Schematic





- ▶ Schema simplificată e ușor de folosit
- ▶ Trebuie să aflăm ce valoare ne trebuie pentru R_1
 - ▶ *For optimum accuracy, R_1 is picked such that 1 mA flows through the sensor*
 - ▶ $I = \frac{V^+ - \text{OUTPUT}}{R_1} \rightarrow R_1 = \frac{V^+ - \text{OUTPUT}}{I}$
 - ▶ Avem alimentare la 5V și temperatură medie de 25°
 - ▶ $R_1 = \frac{5V - (273.15 + 25) \cdot 10mV}{1mA} \simeq 2018\Omega$

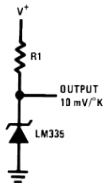
Basic Temperature Sensor Simplified Schematic





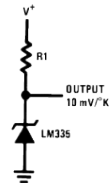
- ▶ Schema simplificată e ușor de folosit
- ▶ Trebuie să aflăm ce valoare ne trebuie pentru R_1
 - ▶ *For optimum accuracy, R_1 is picked such that 1 mA flows through the sensor*
 - ▶ $I = \frac{V^+ - \text{OUTPUT}}{R_1} \rightarrow R_1 = \frac{V^+ - \text{OUTPUT}}{I}$
 - ▶ Avem alimentare la 5 V și temperatură medie de 25°
 - ▶ $R_1 = \frac{5\text{ V} - (273.15 + 25) \cdot 10\text{ mV}}{1\text{ mA}} \simeq 2018\Omega$
 - ▶ Dintre valorile comune pentru rezistențe, alegem $2\text{ K}\Omega$

Basic Temperature Sensor Simplified Schematic



- ▶ Schema simplificată e ușor de folosit
- ▶ Trebuie să aflăm ce valoare ne trebuie pentru R_1
 - ▶ *For optimum accuracy, R_1 is picked such that 1 mA flows through the sensor*
 - ▶ $I = \frac{V^+ - \text{OUTPUT}}{R_1} \rightarrow R_1 = \frac{V^+ - \text{OUTPUT}}{I}$
 - ▶ Avem alimentare la 5V și temperatură medie de 25°
 - ▶ $R_1 = \frac{5V - (273.15 + 25) \cdot 10mV}{1mA} \simeq 2018\Omega$
 - ▶ Dintre valorile comune pentru rezistențe, alegem 2K2
- ▶ Tensiunea pe OUTPUT este temperatura în Kelvin împărțită la 100 → pin ADC

Basic Temperature Sensor Simplified Schematic



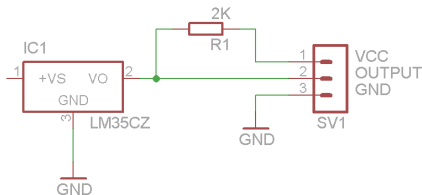


Piesă	Valoare	Preț
LCD text		20RON
Rezistență	1K Ω	0.16RON
Rezistență	10K Ω	0.24RON
Rezistență	2K Ω	0.24RON
LM335	LM335A	4.32RON



- ▶ În EAGLE CAD, introducem următoarele componente:

- ▶ O rezistență:
resistors/R-EU_-
/R0204/7
- ▶ Ground: GND
- ▶ Conector baretă pini:
con_1stb/MA03-1
- ▶ Senzor temperatură:
lm35/lm35 (găsim
bibliotecă separată,
căutăm lm35 eagle lbr pe
net)
- ▶ Fizic, conectorul nostru SV1 va fi legat cu 3 fire la 5V, **PA0**, GND





Hardware

Software

Concluzii



- ▶ Trebuie să facem o măsurare de două ori pe secundă → timer cu întrerupere
- ▶ Trebuie să adaptăm codul de LCD text din laborator (pentru că nu avem aceeași pini ca placa de laborator)



```
// lcd.h
// Pinii de date ai LCD-ului
#define LcdD4           PC6
#define LcdD5           PC5
#define LcdD6           PC4
#define LcdD7           PC3

// Portul pe care conectam pinii de control ai LCD-ului
#define LcdCTRL_DDR    DDRA
#define LcdCTRL_PORT   PORTA
#define LcdCTRL_PIN    PINA

// Pinii de control ai LCD-ului
#define LcdRS           PA5
#define LcdRW           PA6
#define LcdE            PA7
```




```
int main()
{
    // initializare LED
    DDRD |= (1 << PD7);
    // initializare timer
    OCR1A = 7812;
    TCCR1B = (1 << WGM12) | (5 << CS10);
    TIMSK1 |= (1 << OCIE1A);
    // initializare ADC
    ADMUX = (1 << REFS0);
    ADCSRB = (1 << ADEN) | (7 << ADPS0);

    sei();

    while(1);
}
```



```
ISR(TIMER1_COMPA_vect)
{
    // start conversie
    PORTD |= (1 << PD7);
    ADCSRA |= (1 << ADSC);
    loop_until_bit_is_clear(ADCSRA, ADSC);

    // terminare conversie
    PORTD &= ~(1 << PD7);

    char s[10];
    // \xDF este simbolul pentru grade
    sprintf(s, "%7.2f \xDF C",
        ADC * 5 / 1023.0f * 100 - 273.15f);
    LCD_printAt(0, s);
}
```



Hardware

Software

Concluzii



- ▶ Variante ale codului



- ▶ Variante ale codului
 - ▶ `while(1)` cu `_delay_ms` (urât)



- ▶ Variante ale codului
 - ▶ `while(1)` cu `_delay_ms` (urât)
 - ▶ ADC cu auto-trigger pe Timer1 compare match, ISR pe ADC complete (expert mode)



- ▶ Variante ale codului
 - ▶ `while(1)` cu `_delay_ms` (urât)
 - ▶ ADC cu auto-trigger pe Timer1 compare match, ISR pe ADC complete (expert mode)
- ▶ Hardware-ul a fost ușor de conectat



- ▶ Variante ale codului
 - ▶ `while(1)` cu `_delay_ms` (urât)
 - ▶ ADC cu auto-trigger pe Timer1 compare match, ISR pe ADC complete (expert mode)
- ▶ Hardware-ul a fost ușor de conectat
- ▶ Modificările software au fost minime



- ▶ Variante ale codului
 - ▶ `while(1)` cu `_delay_ms` (urât)
 - ▶ ADC cu auto-trigger pe Timer1 compare match, ISR pe ADC complete (expert mode)
- ▶ Hardware-ul a fost ușor de conectat
- ▶ Modificările software au fost minime
- ▶ **DISCLAIMER:** *Considerăm acest proiect ca fiind prea simplu, dar exemplifică bine workflow-ul proiectului PM*