

# Termostat

## Termostat digital

Sa se proiecteze un sistem de masurare a temperaturii comandat de un microcontroler tip Atmega128. Sistemul va comanda un agregat de racire in cazul in care temperatura ambianta este mai mare decat o temperatura presetata + 0.5 °C, sau un agregat de incalzire atunci cand temperatura scade sub Tset – 0.5.

Sistemul are urmatoarele caracteristici:

- gama de temperaturi masurate si reglate intre 0 – 100 °C
- temperatura afisata pe un afisaj cu leduri pe 3 digiti
- 2 butoane de reglare a temperaturii cu posibilitatea modificarii temperaturii setate: la apasarea unuia dintre butoane aparatul intra in modul de setare. Daca timp de 5 secunde nu se apasa nici un buton se revine la temperatura reala.

Afisajul contine de asemenea 2 leduri ce indica modul de afisare(real sau setare).

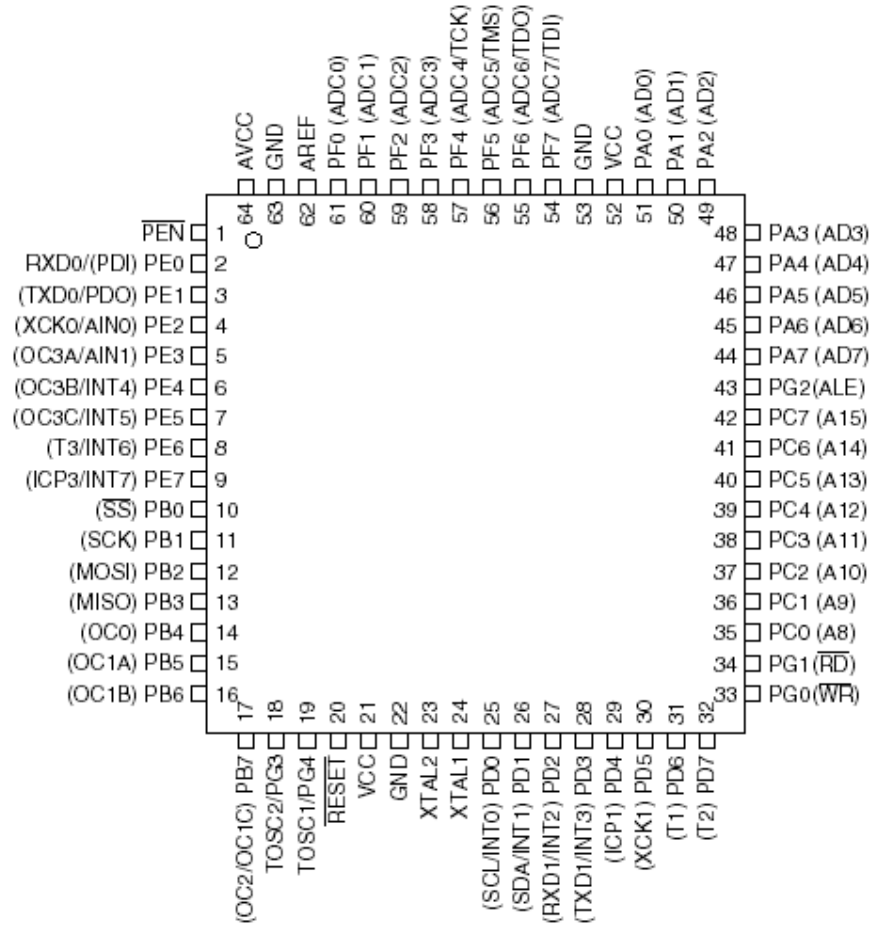
Se vor folosi :

1. afisaje cu leduri cu anod sau catod comun.
2. microcontroler Atmega128
3. traductori de temperatura LM335

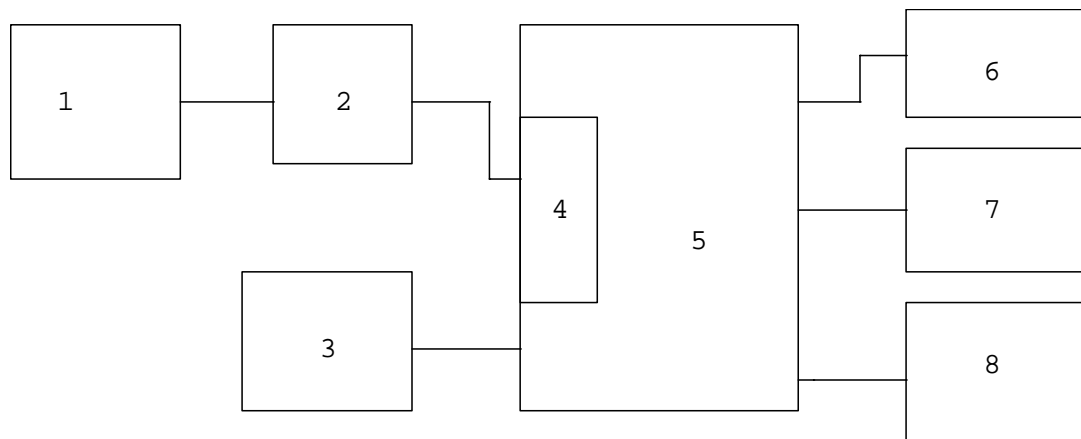
Temperaturile se vor afisa in grade C.

## Caracteristici generale Atmega128:

1. microcontroler pe 8 biti cu arhitectura RISC
2. Tensiuni de operare in gama 4.5-5.5 V
3. Convertor analog-digital
4. 32x8 registre de uz general
5. 128 kb memorie flash reprogramabila
6. 4k EEPROM
7. 4k SRAM intern
8. 2 timere pe 8 biti si 2 timere extinse pe 16 biti
9. 133 instructiuni cu durata intre 1-3 cicli.

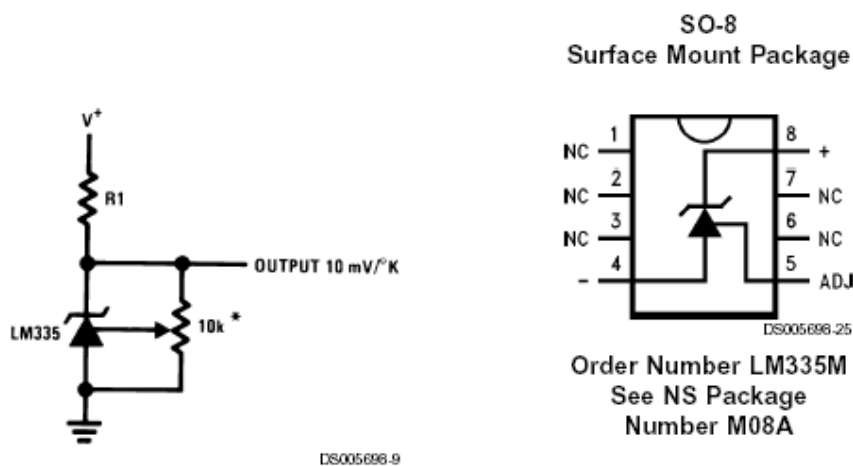


## Schema bloc



1. Senzor de temperatura LM335
2. Amplificator
3. Taste
4. Convertor analog-digital cu conversii succesive
5. Microcontroler Atmega128
6. Afisaj cu leduri cu 3 digiti + indicatori de comanda si modul de afisare(Tset/Treal)
7. Agregat de racire
8. Agregat de incalzire

## Senzorul de temperatura



Acest senzor functioneaza intre temperaturile  $-40^{\circ}\text{C}$  si  $100^{\circ}\text{C}$  pastrandu-si liniaritatea si impedanta scazuta. Din cele 3 forme disponibile s-a ales SO-8 cu montare pe suprafata, avand o rezistenta termica scazuta fata de celelalte variante. Circuitul are o impedanta dinamica mai mica de  $1\Omega$  si functioneaza intre  $0.45\text{mA}$  si  $5\text{mA}$  fara degradari ale performantelor. Calibrat la  $25^{\circ}\text{C}$  LM335 are o eroare mai mica de  $1^{\circ}\text{C}$  la o variatie a

temperaturii de 100°C (tipic 0.5°C). Are o iesire liniara in tensiune care variaza in functie de tepeptura cu 10mV/°K.

Rezistenta R7 este folosita pentru calibrarea la 25°C trebuind sa asigure la iesire tensiunea de 2.982V pentru aceasta temperatura.

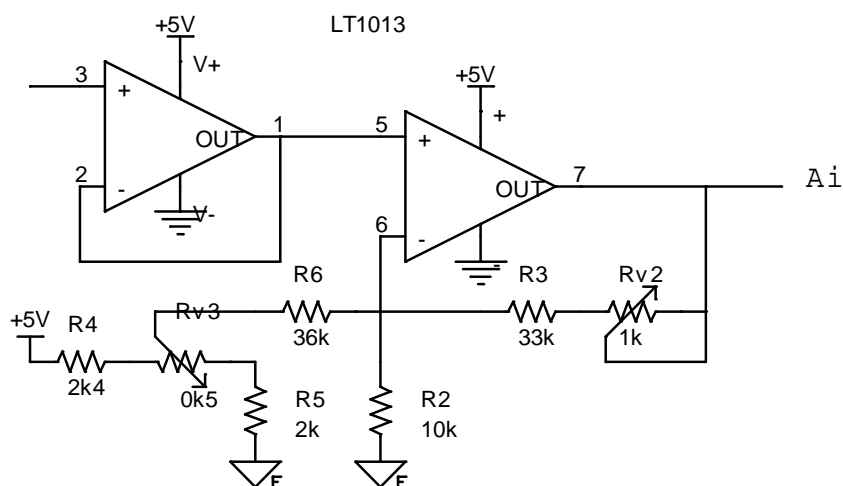
Legea de variatie:

$$V_{OUT} = V_{OUT-298^{\circ}} \cdot \frac{T}{(25 + 273)^{\circ}K}, \text{ unde } T \text{ este temperatura in grade Kelvin.}$$

Rezulta

- Tensiune de iesire la +100C: 3.732V
- Tensiune de iesire la -40C: 2.332V

### Adaptorul de semnal



Amplificatorul LT1013 este primul AO dual de precizie cu 8 pini. Poate fi alimentat de la o singură sursă de 5V. Gama intrării de mod comun poate include și masa. Ieșirea poate oscila în limita a câțiva mV de la masa.

Deoarece traductorul de temperatura LM335 are o panta de 10mV/°K rezulta ca, la capetele de scala ale termometrului (-40°C și 100°C) tensiunile de iesire vor avea valorile +2.332V (pt -40°C) și 3.732V (pt 100°C) asadar excursia de tensiune va fi de 1.400V.

Acest adaptor are rolul de a mari excursia tensiunii de la iesire de la 1.4V la 5V deoarece intrarea analogica a convertorului este cuprinsa între valorile 0...5V.

Amplificarea acestui adaptor trebuie sa fie  $A = \Delta U_f / \Delta U_i = 5 / 1.4 = 3.5714$  pe fiecare grad Celsius.

Amplificarea este:  $A = (R_3 + R_{v2}) / R_2$

$R_6 \approx R_3 + R_{v2}$ . Pentru  $R_2 = 10k\Omega$  avem:

$R_3 + R_{v2} = 35.714k$  rezulta ca  $R_3 = 33k$ , iar  $R_{v2} = 2.714k$

Se alege  $R_6 = 36k$ .

## Convertorul analog-digital

Convertorul analog-digital oferit de Atmega128 are urmatoarele caracteristici:

- rezolutie de 10 biti
- precizie de  $\pm 2$  LSB
- timp de conversie intre 13-260 $\mu$ s
- 8 canale de intrare multiplexate
- posibilitatea de ajustare stanga a rezultatului din registrul ADC
- excursia de tensiune 0-VCC
- moduri "Free-Running" sau conversie unica
- intrerupere la terminarea unei conversii

Acesta primeste pe intrarea ADC0 o tensiune  $V_{in} \in (0..5V)$  si este alimentat la  $V_{ref}=5V$ .

Rezultatul conversiei pentru un nivel de tensiune de 0V este  $ADC = 0x00$  iar pentru 5V  $0xFF$ .

Pentru a activa ADC-ul se seteaza bitul ADEN din registrul ADCSRA. Implicit rezultatul va fi aliniat la dreapta (ADCL apoi ADCH). Pentru a incepe o conversie se seteaza ADSC.

Acesta va fi resetat automat la finalizare cand  $ADIF = 1$ .

Circuitul prezinta un multiplexor de selectie a canalului de intrare ce va fi setat in registrul ADMUX.

Ultimii 3 biti din ADCSRA sunt destinati setarii frecventei de esantionare(pre-scale).

Circuitul de aproximatii succesive necesita o frecventa intre 50 kHz si 200 kHz iar introducerea unei frecvente mai mari duce la scaderea preciziei. In acest caz s-a ales un factor de pre-scale de 32 ( $ck/32 = 125$  kHz).

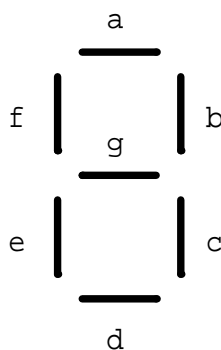
## Afisajul

Se vor folosi 3 afisaje cu leduri de 7 segmente pentru afisarea temperaturii in gama 0 - 100°C.

Acestea vor fi alimentate prin 3 tranzistoare npn care au rolul de intrerupatoare polarizate in baza de pinii portului A al microcontrolerului. De asemenea la portul A vor fi conectate 4 leduri ce vor semnala modul de afisare real/setare si comanda de racire/incalzire.

Selectia segmentelor celor 3 digiti se va face prin portul B conectand cele 3 afisaje la o magistrale, aceasta avand avantajul economiei de curent.

Pentru a aprinde un segment pinul corespunzator al portului B va trece pe nivelul 0. Punctul din coltul dreapta jos va fi conectat la pinul cel mai semnificativ al portului, el nefiind folosit.



### **Descrierea porturilor:**

Port A:

- PIN0...PIN2 comanda tranzistoarelor
- PIN3 ledul de setare a temperaturii
- PIN4 ledul de afisare a temperaturii ambiante
- PIN5 ledul ce semnaleaza comanda de racire
- PIN6 ledul ce semnaleaza comanda de incalzire

Port B:

- PIN0...PIN7 selectia segmentelor afisajului

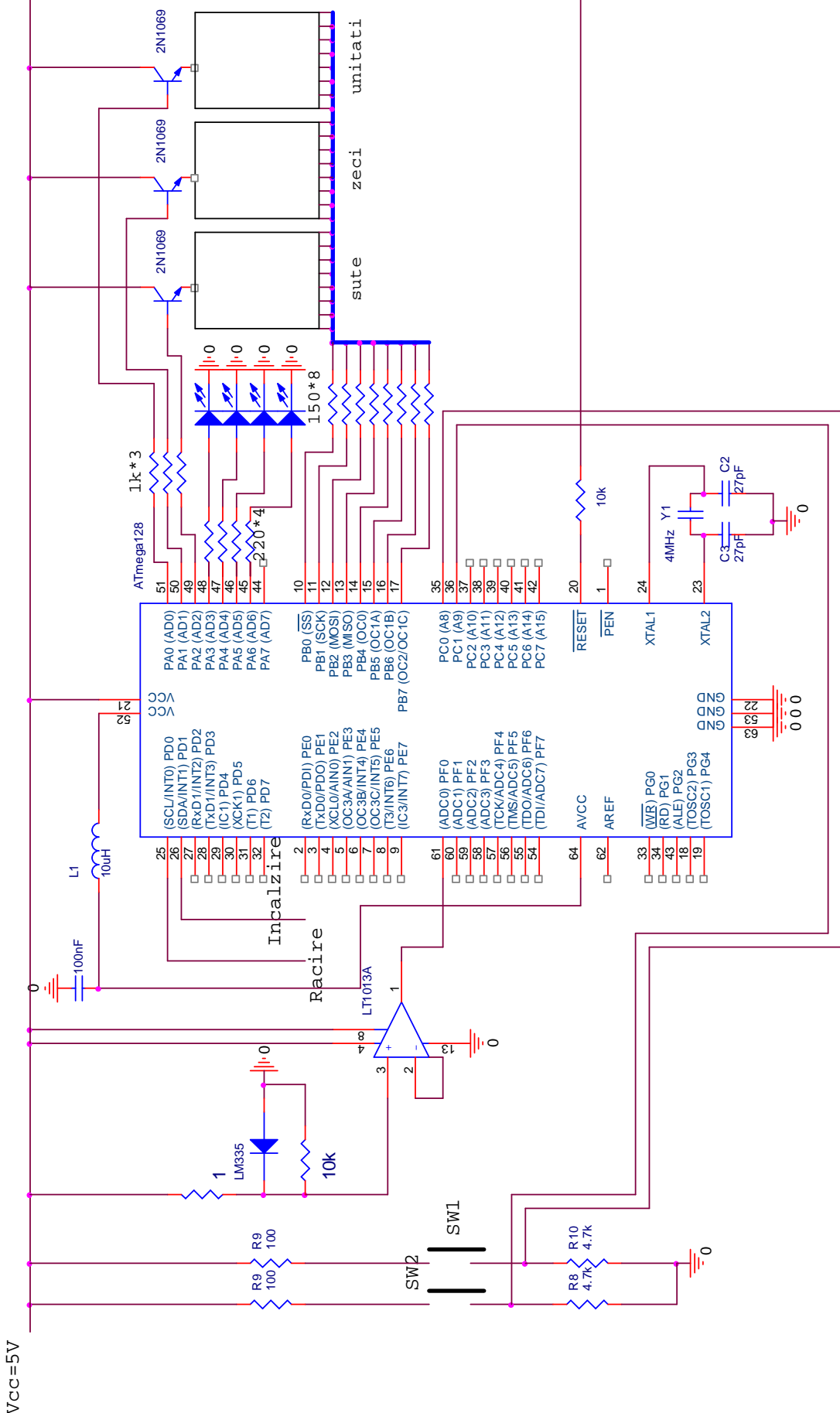
Port C:

- PIN0 butonul de crestere a temperaturii cu o unitate
- PIN1 butonul de scadere a temperaturii cu o unitate

Port D:

- PIN0 comanda racirea
- PIN1 comanda incalzirea

Temperatura setata se inregistreaza in EEPROM pentru persistenta. Programul are o dimensiune de 5778 octeti ce ocupa 4.4% din memoria de program. Programul a fost compilat cu AVR-GCC 3.4.6 si simulat cu AVR Studio 4.12 SP2 utilizand WinAVR(GNU-gdb 6.4.0) ca debugger si builder extern.



VCC=5V