

## STUDIUL SENZORILOR DE TEMPERATURĂ

### Scopul lucrării

- studiul caracteristicilor de temperatură ale termocuplului, termistorului și termometrului rezistiv;
- înțelegerea necesității amplificării tensiunii furnizate de un termocuplu;
- observarea rolului temperaturii de referință în măsurarea temperaturii cu termocuplu;
- studiul modului de liniarizare a caracteristicii de temperatură a unui termometru rezistiv, respectiv termistor.

### Materiale necesare

- termocuplu NiCr-Ni (**TC**), termistor (**NTC**), rezistență de platină (**R<sub>pt</sub>**);
- cuptor, termometre, baie de apă și gheață, amplificator diferențial, instrumente de măsură;
- programul Scidavis sau echivalent;

### Metodologia efectuării lucrării

#### a) Ridicarea caracteristicilor de temperatură ale termocuplului, termistorului și termometrului rezistiv

În lucrarea de față vom studia un termometru rezistiv (**RTD**, Resistance Temperature Detector) de tip Pt100. Rezistența termometrului rezistiv,  $R$ , va avea forma:

$$R(T) = R_0(1 + AT + BT^2)$$

unde  $R_0 = 100 \Omega$  este rezistența senzorului la  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $A = 3.908 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , iar  $B = -5.775 \cdot 10^{-7} \text{ }^\circ\text{C}^{-2}$ .

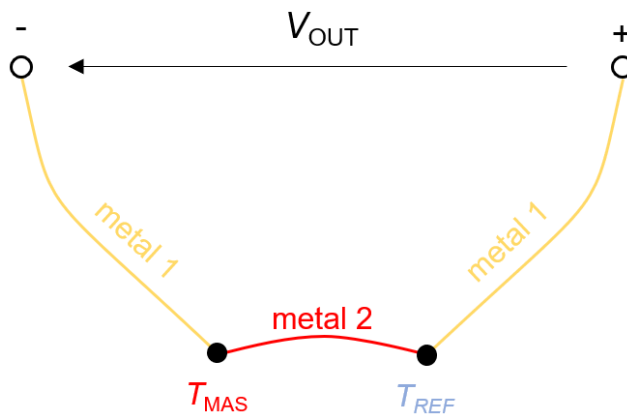
Dependența de temperatură a rezistenței unui termistor (**NTC**, Negative Temperature Coefficient) poate fi scrisă folosind următoarea relație:

$$R = R_0 e^{\beta \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$$

unde  $R_0$  este rezistența termistorului la temperatura  $T_0$  (de regulă  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ), iar  $\beta$  este constanta termistorului și se măsoară în K. De regulă constanta  $\beta$  este dată pentru un domeniu de temperatură.

Un termocuplu este compus din două joncțiuni realizate între fire din metale diferite. Principiul de funcționare al termocuplului se bazează pe efectul Seebeck – vezi explicația detaliată în curs. Tensiunea de ieșire a termocuplului poate fi scrisă în felul următor:

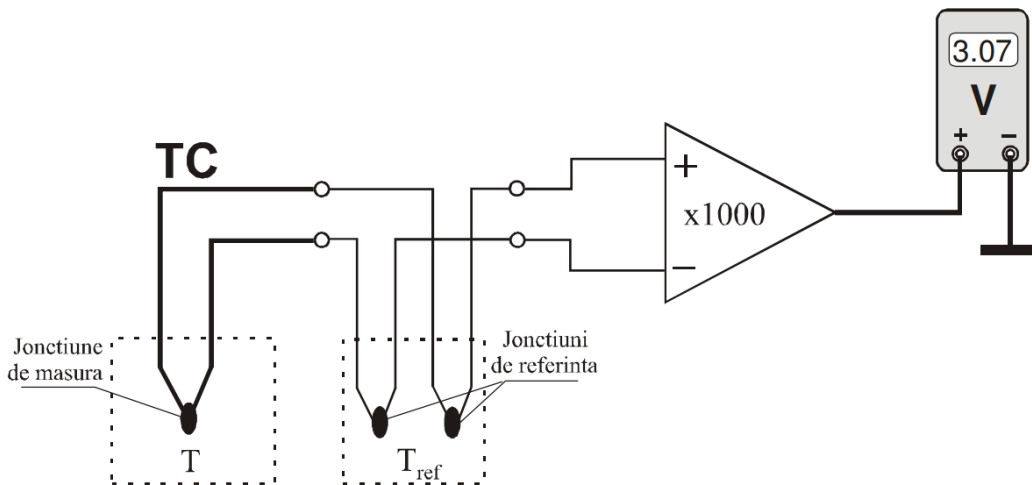
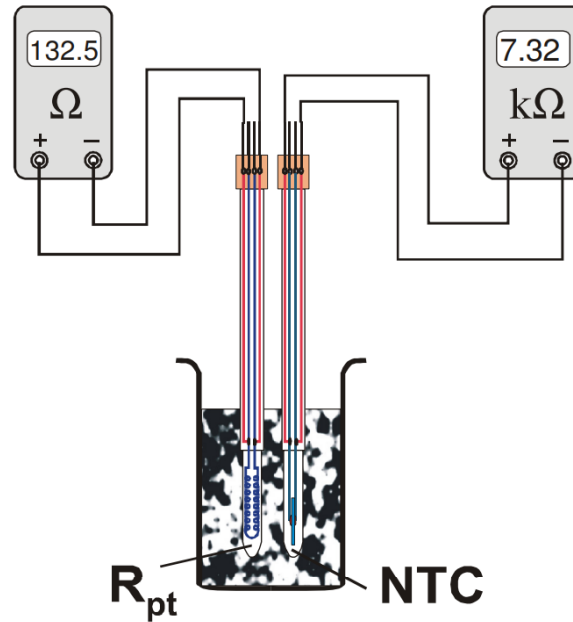
$$V_{OUT} = (S_1 - S_2)(T_{MAS} - T_{REF}) = S_{12}(T_{MAS} - T_{REF})$$



unde  $S_1$  și  $S_2$  reprezintă coeficienții Seebeck ai metalului 1, respectiv 2,  $S_{12}$  reprezintă coeficientul Seebeck al termocuplului,  $T_{MAS}$  reprezintă temperatura jonctiunii de măsură, iar  $T_{REF}$  reprezintă temperatura jonctiunii de referință. În cele ce urmează vom studia caracteristica de temperatură a termocuplului de tip K, care are un coeficient Seebeck  $S_{12} = 41 \mu V/^{\circ}C$ .

- folosind materialele puse la dispoziție ridicați caracteristicile de temperatură pentru TC (0-150°C), NTC (0-100°C) și  $R_{Pt}$  (0-150°C), completând tabelul de mai jos;
- pentru măsurători, pasul în temperatură va fi de 5 °C;
- jonctiunile de referință din circuitul de măsură al TC vor fi la temperatura camerei.

$T$ (°C)	$V_{TC}$ (V) $T_{REF} = 25^{\circ}C$	$R_{Pt}$ ( $\Omega$ )	$R_{NTC}$ (k $\Omega$ )
...	...	...	...



- reprezentați pe grafice diferite cele trei caracteristici de temperatură și apreciați liniaritatea lor;
- determinați sensibilitatea fiecărui senzor;
- cunoscând amplificarea introdusă de amplificatorul diferențial, calculați tensiunile furnizate de termocuplu și sensibilitatea lui fără amplificare;
- aproximați cu o funcție exponențială descrescătoare de ordinul 1 caracteristica de răspuns a termistorului (*NTC*) și determinați rezistența sa atunci când  $T \rightarrow \infty$ , ( $R_\infty$ ), calculați constanta de temperatură  $B$ , știind că  $R(T) = R_\infty \exp(B/T)$ , în care  $T$  este temperatura absolută.

**b) Observarea efectului temperaturii joncțiunilor de referință din circuitul de măsură a temperaturii cu TC**

- cele două joncțiuni de referință din circuitul de măsură al TC se pun într-un amestec de apă și gheață (aproximativ 0°C) și se repetă măsurătorile pentru ridicarea caracteristicii sale;
- reprezentați funcția pe același grafic cu cel anterior;
- comparați cele două grafice și calculați valoarea tensiunii de compensare necesară la temperatura camerei.

$T$ (°C)	$V_{TC}$ (V) $T_{REF} = 0^\circ C$
...	...

**c) Liniarizarea răspunsului în temperatură pentru termistor**

Caracteristica de temperatură a termistorului poate fi liniarizată dacă se conectează o rezistență de liniarizare în paralel cu termistorul. Liniarizarea termistorului se face întotdeauna pe un domeniu de temperatură specificat. Valoarea rezistenței de liniarizare pe domeniul de temperatură între  $T_1$  și  $T_3$  se alege astfel:

$$R_{LIN} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 - 2R_1 R_3}{R_1 + R_3 - 2R_2}$$

unde  $R_1$  și  $R_3$  reprezintă rezistența termistorului la temperatura  $T_1$ , respectiv  $T_3$ , iar  $R_2$  reprezintă rezistența termistorului la temperatura din mijlocul intervalului de liniarizare,  $T_2$ :

$$T_2 = \frac{T_1 + T_3}{2}$$

În cele ce urmează vom liniariza răspunsul termistorului în domeniul de temperatură 25-100 °C.

- se notează valorile rezistenței termistorului măsurate anterior pentru cele trei temperaturi:  $R_1(25^\circ C)$ ,  $R_3(100^\circ C)$  și  $R_2(62.5^\circ C)$ ;
- se calculează valoarea rezistenței de liniarizare,  $R_{LIN}$ ;
- conectați rezistența de liniarizare în paralel cu termistorul și ridicați-i caracteristica de temperatură, reprezentând-o pe același grafic cu cel anterior.
- comparați liniaritățile și sensibilitățile celor două metode.

$T$ (°C)	$R_{NTC}$ Liniarizat (kΩ)
...	...