

Termistor

Pomůcky: Systém ISES, moduly: teploměr, ohmmetr, termistor, 2 spojovací vodiče, stojan s držáky, azbestová síťka, kádinka, voda, kahan, zápalky, soubor: **termistor1.imc**.

Úkoly:

- 1) Proměřit závislost odporu termistoru na teplotě v teplotním intervalu alespoň 60 °C a nakreslit graf: *Závislost odporu termistoru na termodynamické teplotě.*
- 2) Určit parametry A , B termistoru a z nich vypočítat odpor termistoru při teplotách 0 °C a 150 °C. Dále vypočítat teplotu $t_{1,400}$ při odporu 1,400 k Ω .
- 3) Provést měření teploty prostřednictvím termistoru a vypočtené kalibrační křivky.

Teorie:

Termistor je polovodičová součástka, jejíž odpor závisí na teplotě přibližně podle vzorce

$$R = A \cdot e^{\frac{B}{T}},$$

kde T je termodynamická teplota, $e = 2,718$ (Eulerovo číslo) a A , B jsou parametry konkrétního termistoru.

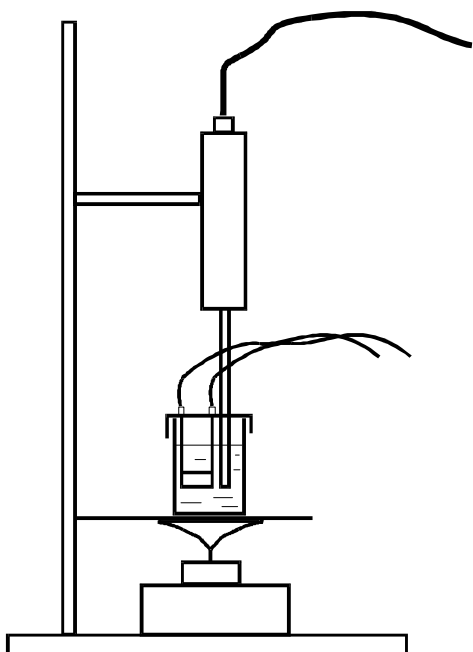
Provedeme-li logaritmování rovnice při základu e , dostaneme $\ln R = B \cdot \frac{1}{T} + \ln A$. Pokud vyneseme na vodorovnou osu veličinu $x = \frac{1}{T}$ a na svislou osu $y = \ln R$, bude grafem přímka, jejíž směrnice je B a $\ln A$ určuje posunutí. Parametry A , B se tak dají získat při aproximaci přímkou.

Provedení:

1. úkol: Závislost odporu termistoru na teplotě

Modul **teploměr** zasuneme do **kanálu C**. Na **ohmmetru** nastavíme odpor **1 k Ω** a zasuneme do **kanálu D**. Sestavíme aparaturu podle obrázku.

Založíme nový experiment a načteme do konfigurace **J://ISES/termistor1** (*automaticky nastaví: start automaticky, doba měření 720 s, vzorkování 1 Hz, vstupní kanály C: teploměr, D: ohmmetr 0-1k Ω , panel č. 1 – teplota digitálně, 1 deset. místo, panel č. 2 – odpor digitálně na 3 deset. místa, panel č. 3 – graf závislost odporu na teplotě*).



Termistor

Po spuštění měření se na obrazovce objevují údaje o teplotě (Celsiově), odporu a graf závislosti R na t . Necháme termistor s vodou v kádince zahřívát (je nastavená doba 720 s, tedy 12 min). Pokud teplota překročí 90°C, měření předčasně ukončíme.

Čas zahřívání je možné využít k přípravě protokolu a výpočtů. Je třeba si připravit rovnici, která umožní vypočítat teplotu ze známých veličin A , B , R .

Po ukončení měření naměřený soubor uložíme!

Uchopíme horní okraj dolního panelu a roztáhneme ho nahoru, abychom mohli z grafu lépe odečíst 15 bodů pro tabulku č. 1 a následně pro graf *Závislost odporu termistoru na termodynamické teplotě* („zpracování měření“ a „odečet hodnot“).

2. úkol: Určení parametrů A , B a výpočty

Pro určení parametrů A a B využijeme rovnici: $\ln R = B \cdot \frac{1}{T} + \ln A$. Provedeme-li substituci

$x = \frac{1}{T}$ a $y = \ln R$, změní se rovnice na tvar $y = B \cdot x + \ln A$ a to je již rovnice přímky o směrnici B a posunutí $\ln A$. Přímku si necháme spočítat aproximací.

Smažte označené body (vpravo „**Vyčištění dat**“), klikněte na „**Upravit experiment**“.

Vyjměte panel č. 1 a panel č. 2.

„**Upravit definici zobrazení**“. Na ose x necháme zobrazit veličinu $x = 1/T$, tedy výraz $1/(C1+273.16)$, interval zobrazení osy x bude (0,0025; 0,0035).

Na ose y necháme zobrazit veličinu $y = \ln R$, tedy výraz $\ln(D1)$, interval zobrazení osy y bude (-3; 0).

Po dvojím kliknutí OK vidíme graf přímky, respektive úsečky.

Nástrojem „Odečet rozdílu“ vybereme asi 10 bodů a provedeme „**Aproximaci**“ **přímkou**.

Do protokolu zapíšeme rovnici přímky, $\ln A$, A , B .

Vypočteme odpor (vyjde v kiloohmech) při 0 °C a 150 °C, což jsou teploty mimo interval našeho měření.

Zapíšeme R_0 , R_{150} . Vypočteme a zapíšeme $t_{1,400}$.

3. úkol (dobrovolný): Měření teploty ohmmetrem

Pokud změříme odpor R termistoru, lze z rovnice $\ln R = B \cdot \frac{1}{T} + \ln A$ vypočítat termodynamickou teplotu

T a zobrazit na monitoru Celsiovu teplotu t . Pokuste se zobrazit v jednom panelu teplotu měřenou teploměrem a v druhém panelu teplotu vypočtenou z odporu termistoru. Zahřívejte vodu a ukažte vyučujícímu jak se vám teploty shodují.

Protokol

Název: Termistor

Pomůcky:

Teorie:

Vypracování:

1)

Tabulka č.1: Závislost odporu termistoru na teplotě

č. měření	$\frac{t}{^{\circ}\text{C}}$	$\frac{T}{\text{K}}$	$\frac{R}{\text{k}\Omega}$
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

2) Aproximace přímkou:

$$\ln A = \dots$$

$$A = \dots \text{ k}\Omega$$

$$B = \dots \text{ K}$$

$$R_0 = \dots \text{ k}\Omega$$

$$R_{150} = \dots \text{ k}\Omega$$

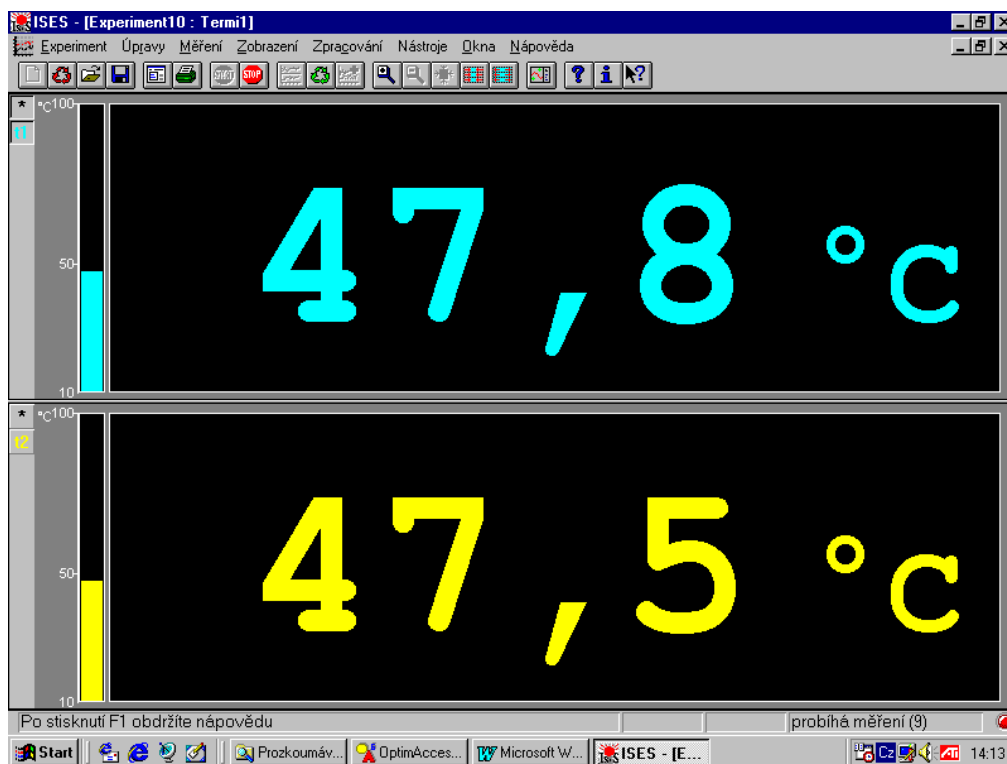
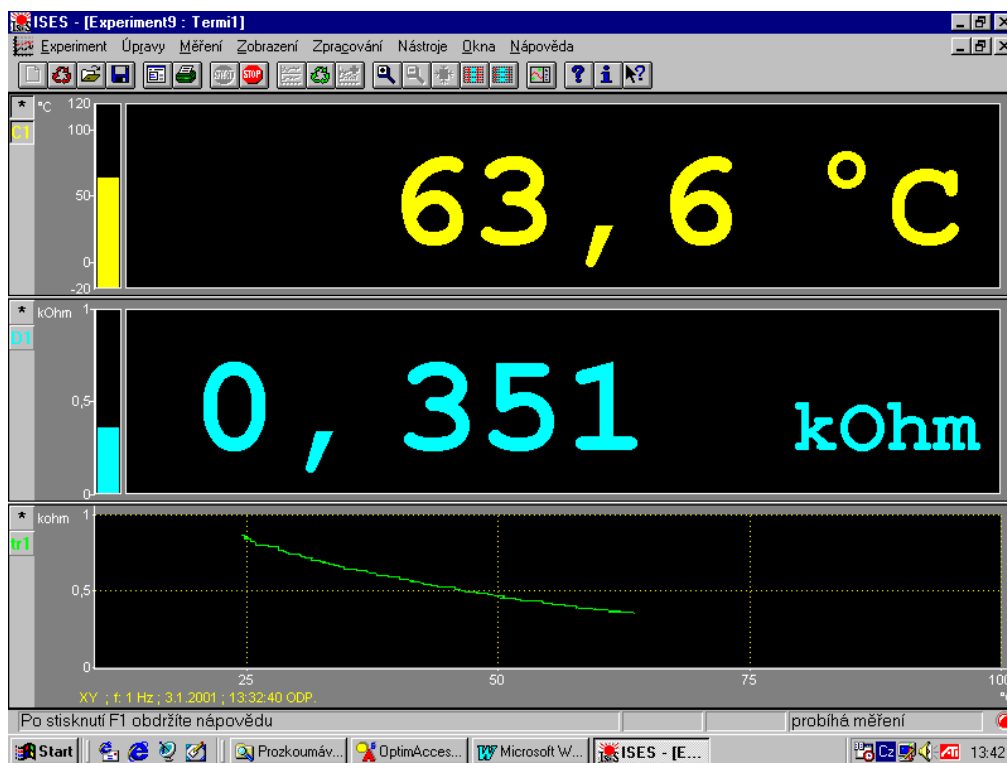
$$t_{1,400} = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$$

3)

Závěr: Diskutovat jak závisí odpor termistoru na teplotě, jak souhlasí teoretická závislost s experimentem, k čemu je užitečná znalost parametrů A , B ? Jak se shodují teploty měřené teploměrem a kalibrovaným termistorem?

Ukázky měřicích obrazovek

Úkol č. 1: Závislost odporu termistoru na teplotě (termistor1.imc)



Termistor

