

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI I TECHNIK INFORMACYJNYCH		PODSTAWY CZUJNIKÓW POMIAROWYCH LABORATORIUM	
Ćwiczenie 4 – Pomiary temperatury zadanie domowe			
Imię i Nazwisko		Numer albumu	Data
Paweł Rawicki		283529	07.11.2020

Przed wykonaniem zadania należy przeczytać materiały do ćwiczenia 4, dostępne na stronie przedmiotu na serwerze Studia.

Rozwiązane zadanie należy przesłać na adres: jsoch@ise.pw.edu.pl w terminie do 8.11.2020r.

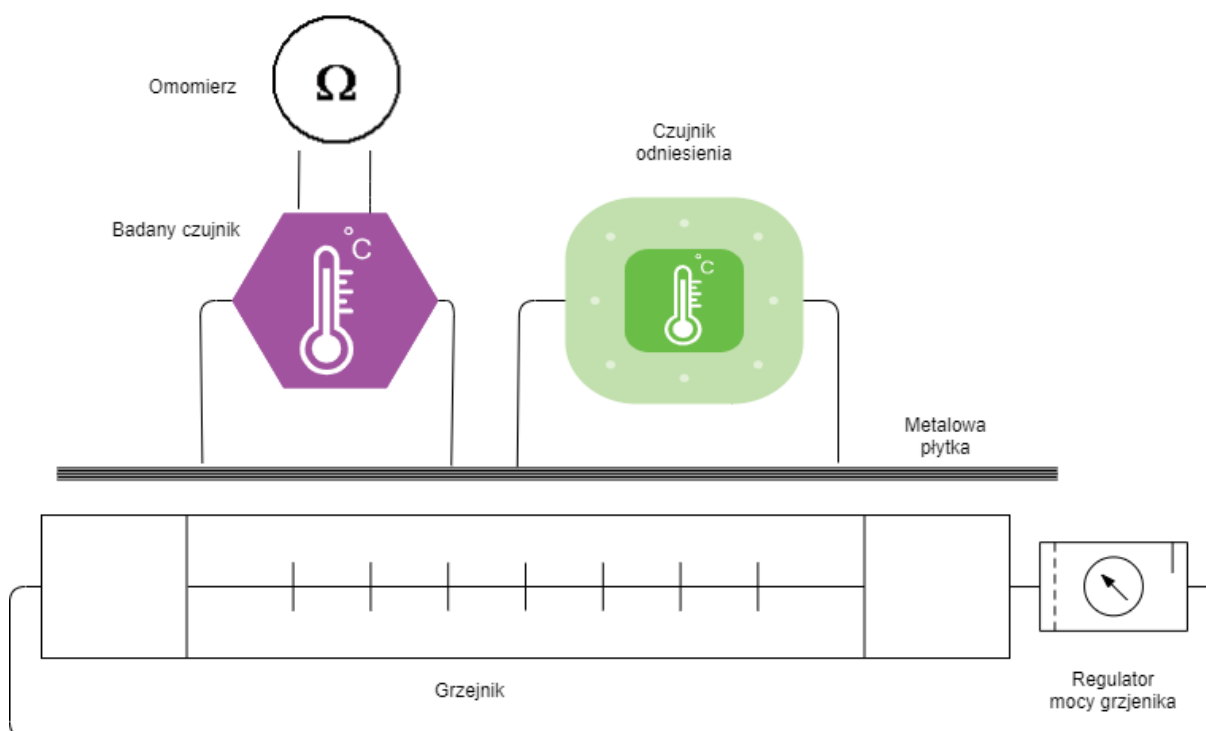
1.

Zaplanować eksperyment, w wyniku którego możliwe będzie wyznaczenie charakterystyk $R = f(T)$ rezystancyjnych czujników temperatury w zakresie od temperatury pokojowej do 80°C. Do dyspozycji mamy następujący sprzęt i aparaturę:

- multimetr cyfrowy z funkcją pomiaru rezystancji,
- wzorcowy rezystancyjny czujnik temperatury Pt100 o znanej charakterystyce,
- metalową podstawę o dużej pojemności cieplnej i dobrym przewodnictwie cieplnym, umożliwiającą zamocowanie czujników i utrzymywanie ich w jednakowej temperaturze,
- grzejnik elektryczny o regulowanej mocy grzania.

Zastanowić się, jak powinna być ustawiona moc grzania.

Schemat:



Przebieg eksperymentu:

1. Zestawienie układu
2. Włączenie grzejnika, grzejnik powinien być ustawiony na najmniejszą możliwą wartość, przy której wartość temperatury metalowej płytki rośnie. Jest to spowodowane co najmniej dwoma faktami: Po pierwsze grzejąc powoli, płytka powinna zostać nagrzana bardziej równomiernie, po drugie unika się przeregulowania- łatwiej uzyskać żadaną temperaturę, ponieważ w zestawionym zestawie grzanie następuje szybciej niż chłodzenie(nie ma elementu chłodzącego, też wtedy pomiar jest dłuższy, ale bardziej stabilny).
3. Gdy temperatura zostanie ustalona- można to sprawdzać co na czujniku odniesienia należy odłączyć czujnik który należy skalibrować i szybko zmierzyć na nim opór. Należy odłączyć, ponieważ w przeciwnym wypadku mierzymy równolegle połączony opór płytki i czujnika (chyba że czujnik ma specjalne wyjście do pomiaru, wtedy nie trzeba go odłączać).
4. Sporządzenie charakterystyki.

2.

Na rysunkach Rys. 1, Rys. 2 i Rys. 3 przedstawiono wykresy charakterystyk temperaturowych trzech rezystancyjnych czujników temperatury – dwóch termistorów o oznaczeniach 820R i NTC-213 oraz czujnika krzemowego o oznaczeniu ITE. Na podstawie tych wykresów wyznaczyć następujące parametry:

- współczynniki materiałowe A i B termistorów 820R i NTC-213,

Wykorzystane wzory

$$B = \frac{T_1 \cdot T_0}{T_1 - T_0} \ln \frac{R_{T0}}{R_{T1}} \quad (2-15)$$

$$R_T = A \cdot e^{B/T} \quad (2-13)$$

Obliczenia wykonano w Matlabie z pomocą poniższego skryptu, należy pamiętać o przeliczeniu na Kelwiny

```
%% B
Kelvin= 273.15;

% 820R
T0 = 65 + Kelvin;    %[K]
RTo=0.2;             %[kOm]
T1 = 25 + Kelvin;    %[K]
RT1 = 0.9             %[kOm]

B820=bParam(T0,RTo,T1, RT1);
A820=aParam(RTo, T0,B820);

%NTC-213
T0 = 50 + Kelvin;    %[K]
RTo=8;               %[kOm]
T1 = 62.5 + Kelvin;  %[K]
RT1 = 5               %[kOm]

BNTC=bParam(T0,RTo,T1, RT1);
ANTC=aParam(RTo, T0,BNTC);

function [B]=bParam(T0,RTo,T1, RT1)
    B=T1*T0/(T1-T0)*log(RTo/RT1);
end

function [A]= aParam(RT,T,B)
    A=RT/exp(B/T);
end
```

CZUJNIK	A	B
820R	2.71e-6	3.79e3
NTC-213	2.64e-5	4.08e3

- czułość bezwzględną i względną wszystkich trzech czujników w temperaturze $(30+2a)^{\circ}\text{C}$, gdzie a oznacza ostatnią cyfrę numeru albumu studenta.

Policzone w Matlabie, policzona została zarówno czułość dla spadku o jeden stopień jak i o wzrostu o jeden stopień.

```
a=9;
T=30+2*a;

r820Tdown=0.375;
r820T=0.36;
r820Tup=0.35;
relativeSensitivity820=100*[ (r820Tdown-
r820T)/r820T, (r820Tup-r820T)/r820T];
absoluteSensitivity820=[ (r820Tdown-r820T), (r820Tup-
r820T) ];

rNTCTdown=8.9;
rNTCT=8.6;
rNTCTup=8.4;
relativeSensitivityNTC=100*[ (rNTCTdown-
rNTCT)/rNTCT, (rNTCTup-rNTCT)/rNTCT];
absoluteSensitivityNTC=[ (rNTCTdown-rNTCT), (rNTCTup-
rNTCT) ];

rITETdown=1.135;
rITET=1.14;
rITETup=1.145;
relativeSensitivityITE=100*[ (rITETdown-
rITET)/rITET, (rITETup-rITET)/rITET];
absoluteSensitivityITE=[ (rITETdown-rITET), (rITETup-
rITET) ];
```

$$T=30+2*9=48$$

CZUJNIK	CZUŁOŚĆ BEZWZGLĘDNA[kΩ] spadek o jeden	CZUŁOŚĆ WZGLĘDNA [%] [$\frac{1}{K}$]

	stopień/wzrost o jeden stopień	spadek o jeden stopień/wzrost o jeden stopień
820R	0.015/ -0.01	4.17/-2.78
NTC-213	0.3/-0.2	3.49/-2.33
ITE	-0.005/0.005	-0.44/0.44

Opisać sposób wyznaczania poszczególnych parametrów, podać wzory obliczeniowe, zwrócić uwagę na jednostki.

3.

Obliczyć wartość maksymalnego prądu pomiarowego I_{Pmax} dla czujnika o oznaczeniu ITE w temperaturze 25°C, jeżeli dopuszczalna wartość błędu od samopodgrzania wynosi $\Delta T_{max} = 0,1^\circ\text{C}$, a stała odprowadzania ciepła w powietrzu jest równa $K = 20 \text{ mW/deg}$.

$$I_{Pmax} = \sqrt{\frac{\Delta T_{max} \cdot K}{R_T}} \quad (2-12)$$

Dane

$\Delta T_{max} = 0,1 \text{ deg}$, nie ma różnicy °C czy °K

$K=0.02\text{W/deg}$

$R_t=950 \text{ Ohm}$

$I_{pmax}= 0.0015\text{A}$

Jak zmieni się wartość prądu I_{Pmax} , jeżeli czujnik zostanie zanurzony w wodzie? Odpowiedź uzasadnić.

Uwzględniając tylko inną przewodność cieplną wody niż powietrza można stwierdzić że maksymalny prąd pomiarowy będzie większy. Przewodność cieplna wody wynosi 600mW/deg , czyli maksymalny prąd pomiarowy jest większy o pierwiastek z $30 \rightarrow 5.48$. Czyli wynosi 0.0082A

4.

Na Rys. 4 przedstawiono charakterystykę statyczną $U(I)$ termistora o oznaczeniu 820R.

Wytlumaczyć przebieg tej charakterystyki. Czy na jej podstawie można określić znak temperaturowego współczynnika rezystancji badanego termistora? Który punkt charakterystyki $U(I)$ odpowiada temperaturze otoczenia?

Temperaturze otoczenia odpowiada punkt w którym opór termistora wynosi 900 Ohm (temperatura 25 °C). Czyli w przybliżeniu punkt dla $I = 9\text{mA}$ i $U = 8\text{V}$

Na podstawie dostępnych danych oszacować temperaturę czujnika przy prądzie $I_1 = 25\text{ mA}$ oraz $I_2 = 100\text{ mA}$.

$$R_1 = U_1 / I_1$$

$$R_2 = U_2 / I_2$$

U_1 i U_2 a odczytuje z wykresu: 12.5V, 12.5V

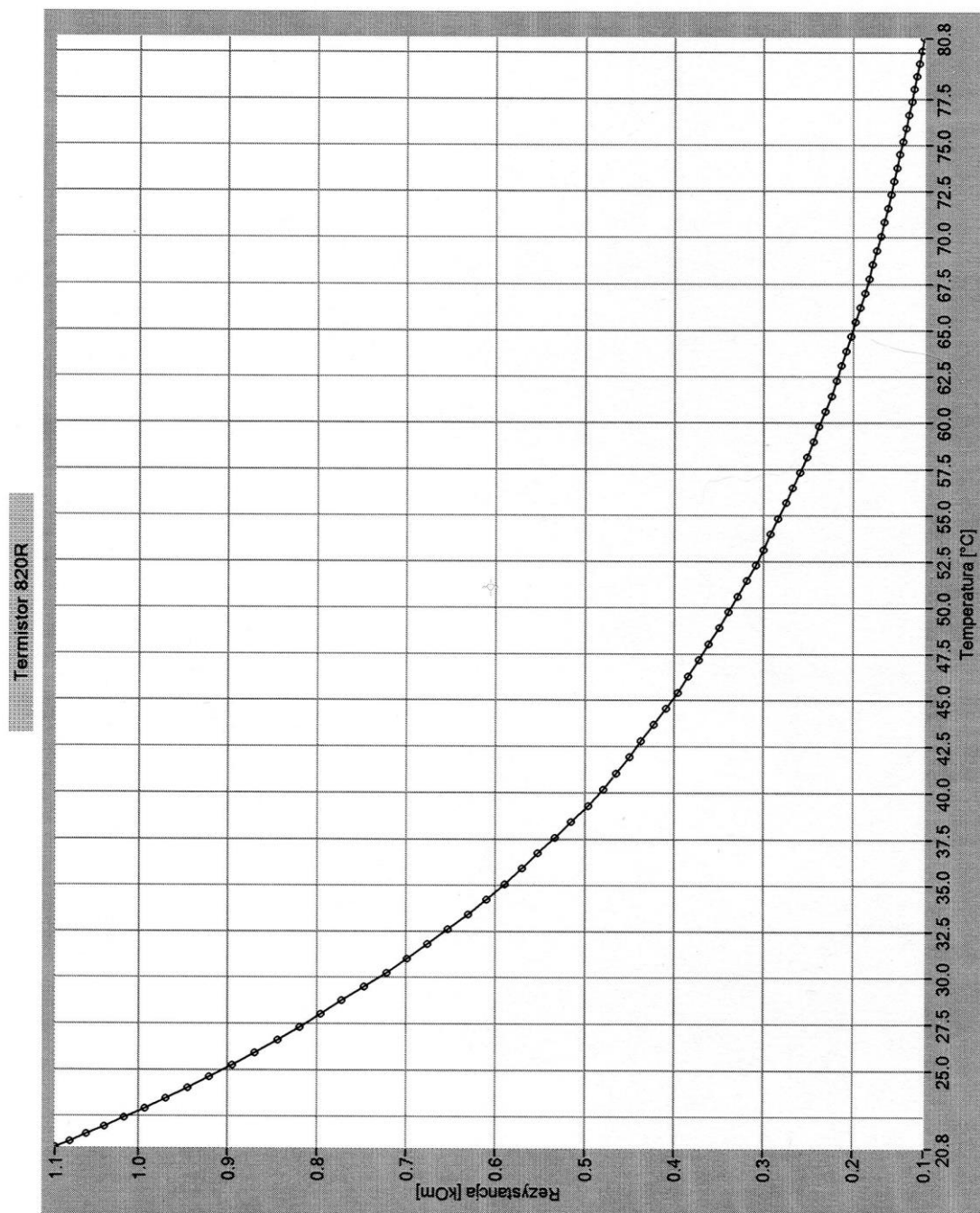
$$R_1 = 500\text{ Ohm}$$

$$R_2 = 125\text{ Ohm}$$

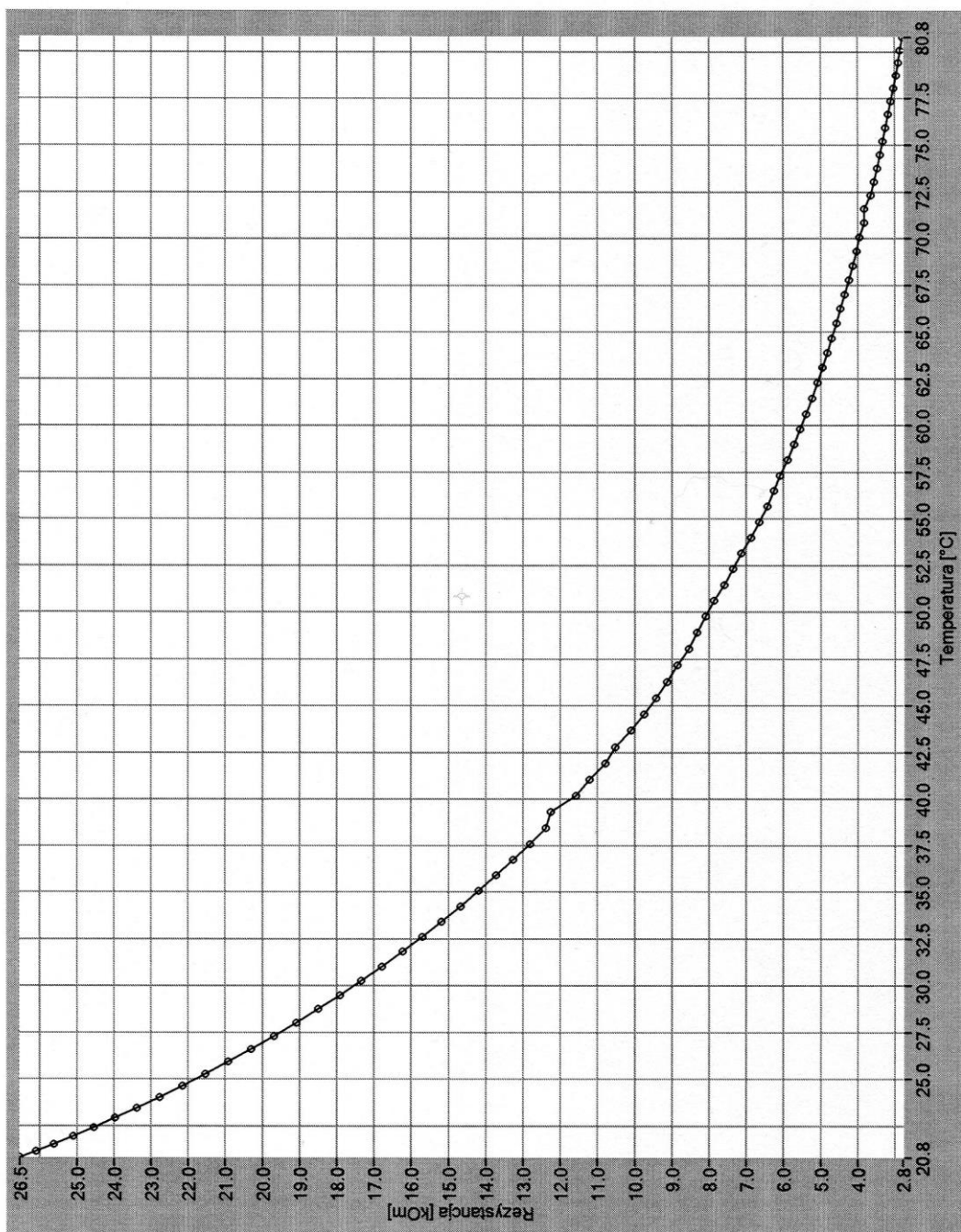
T_1 z wykresu na Rys. 1 - 75 °C

T_2 z wykresu na Rys. 1 - 38 °C

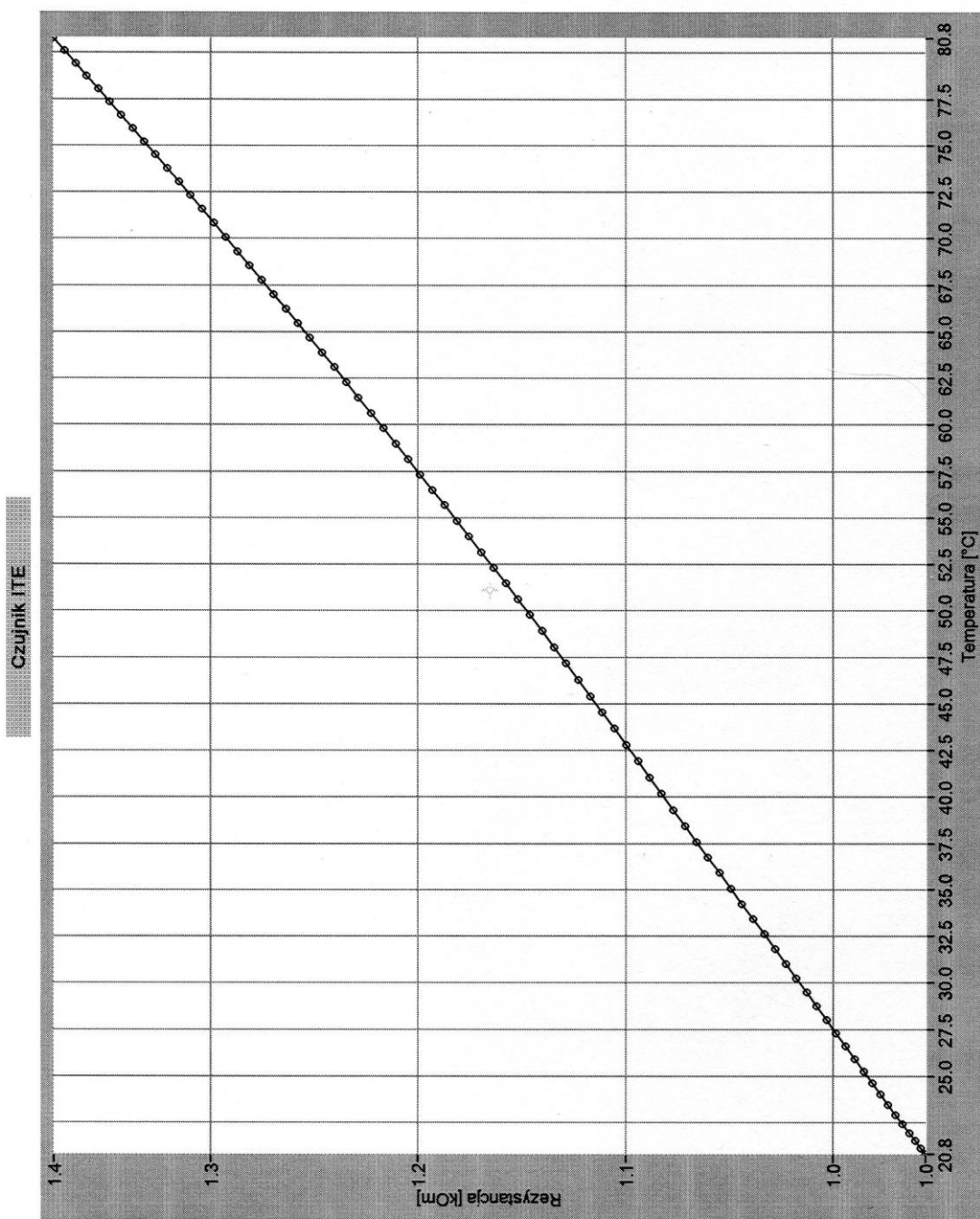
I1



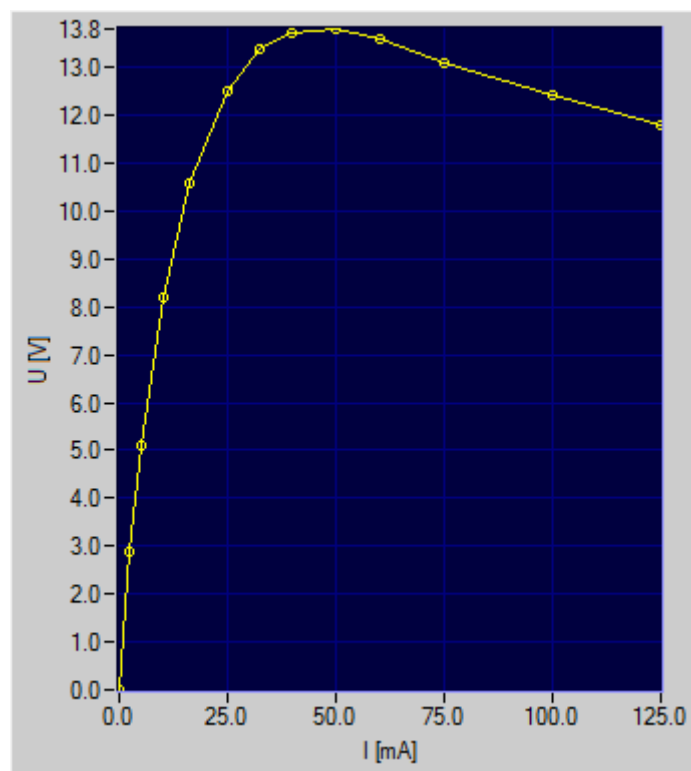
Rys. 1. Charakterystyka temperaturowa termistora o oznaczeniu 820R.



Rys. 2. Charakterystyka temperaturowa termistora o oznaczeniu NTC-213.



Rys. 3. Charakterystyka temperaturowa czujnika krzemowego o oznaczeniu ITE.



Rys. 4. Charakterystyka $U(I)$ termistora o oznaczeniu 820R.