

## Badanie termistora

Celem zadania jest zbadanie zachowania elementu stosowanego w układach elektrycznych i elektronicznych, którego właściwości silnie zależą od temperatury. Aby jednak mieć porównanie z klasycznym elementem obwodu elektrycznego jakim jest opornik zaczniemy od jednego z podstawowych praw dotyczących przepływu prądu elektrycznego w obwodach.

### *Prawo Ohma*

**Napięcie  $U$  pomiędzy dwoma końcami przewodnika jest proporcjonalne do natężenia prądu  $I$  płynącego przez ten przewodnik. Współczynnikiem proporcjonalności jest opór  $R$  czyli:**

$$U = R \cdot I$$

Jednostką oporu jest om ( $1\Omega = 1V/1A$ ). Można go mierzyć bezpośrednio omomierzem, albo mierząc napięcie i natężenie prądu w układzie. Właśnie tym drugim sposobem posłużymy się do wyznaczenia charakterystyki prądowo napięciowej termistora.

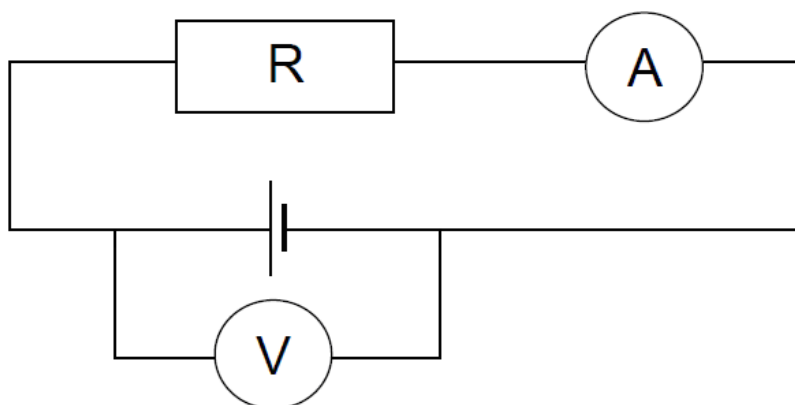
### *Układ pomiarowy*

Do wykonania pomiarów mamy:

- termistor w aluminiowej rurce z wyprowadzonymi przewodami; termistor to obiekt o rozmiarze kilku milimetrów umieszczony i zalany żywicą na końcu rurki;
- multimetr uniwersalny Brymen 805, który może pełnić rolę woltomierza, amperomierza i omomierza;
- zasilacz prądu stałego;
- przewody.

### *Badanie prawa Ohma dla termistora*

Zmontuj obwód składający się z zasilacza, opornika i amperomierza. Pamiętaj, że amperomierz włączamy do obwodu szeregowo. Jako woltomierz posłuży odczyt na zasilaczu danego napięcia. Będziemy pracować w trybie stałonapięciowym czyli zasilacz musimy ustawić tak aby dawał stałe, regulowane napięcie. Schemat układu przedstawia poniższy rysunek, na którym  $R$  oznacza termistor,  $A$  amperomierz, a  $V$  woltomierz w zasilaczu.





Poniżej przedstawiona jest tabela pomiarów jakie trzeba wykonać:

Napięcie $U$ (V)	2	5	10	15	20	23	25	27	29	30
Natężenie $I$ ( $\mu$ A)										

Następnie przedstaw te same wyniki w formie wykresu ilustrującego zależność natężenia od napięcia  $I(U)$ . Czy otrzymane punkty układają się na linii prostej? Które punkty „odstają”? Czy masz jakiś pomysł na wytłumaczenie takiej rozbieżności? Może pomoże w wyjaśnieniu dalsza część pomiarów?

### ***Badanie zależności oporu termistora od temperatury***

Pomiary w tym doświadczeniu odbywają się w dwóch częściach. W pierwszej części wykonywany jest pomiar charakterystyki temperatura-opór termistora w trakcie stygnięcia w obszarze od około 80°C do około 40°C. W drugiej części mierzymy opór w trakcie ogrzewania termistora od około 4°C do około 14°C.

#### ***Masz do dyspozycji:***

- naczynie o pojemności około 200 ml;
- wzorcowy termometr elektroniczny z podziałką co 0,1°C;
- termistor (jak poprzednio);
- miernik uniwersalny Brymen 805 jako omomierz.

Ponieważ przy wysokich temperaturach woda stygnie stosunkowo szybko i trudny jest jednoczesny odczyt temperatury i oporności, należy właściwie zorganizować pracę pary eksperymentatorów.

W trakcie pomiarów obchodź się bardzo ostrożnie z naczyniem z wodą – woda o temperaturze 80°C jest gorąca. Naczynie ustaw z dala od Ciebie, aby niechcący go nie potraścić, staraj się nim nie poruszać, a gdy woda stygnie, nie okładaj go lodem lub ręcznikami nasączonymi zimną wodą – pozwól, aby proces stygnięcia przebiegał autonomicznie – bez Twojej interwencji i jakikolwiek zakłóceń.

#### ***Przebieg doświadczenia:***

- Miernik uniwersalny Brymen ustaw do pomiaru oporności i podłącz do termistora.
- Zanotuj temperaturę i oporność termistora w warunkach temperatury pokojowej.
- Poproś prowadzącego zajęcia o napełnienie naczynia gorącą wodą.
- Umieść termistor i termometr w wodzie. Zadbaj, aby termistor i czujnik termometru znalazły się możliwie blisko siebie i oba elementy były zanurzone w wodzie – wypełnienie naczynia do  $1/4 \div 1/5$  wysokości powinno to zapewnić – zbyt duża ilość wody jest niewygodna, bo naczynie będzie wolniej stygło, a to, przy niedługim czasie pomiarów, zawęzi badany obszar temperatur.

Nim rozpoczniesz pomiary, poczekaj aż termometr zacznie definitywnie wskazywać malejącą wartość temperatury. Wygodne może tu być obserwowanie wskazań oporu termistora.

Notuj wartości temperatury stygnącej wody i oporność termistora.



zajęcia otwarte z fizyki

Przed przystąpieniem do kolejnej części pomiarów ochłódź naczynie zimną wodą z kranu i poproś prowadzącego o nalanie bardzo zimnej wody (ok. 4°C). I tu, jak poprzednio, zbyt duża ilość wody jest niewygodna, bo naczynie będzie wolniej się ogrzewało, a to, przy skończonym czasie pomiaru, zawęzi badany obszar temperatur.

Nim rozpoczniesz pomiary, poczekaj aż temperatura zacznie definitywnie rosnać.

Notuj wartości temperatury wody ogrzewającej się od otoczenia i oporności termistora.

Następnie przedstaw otrzymane wyniki w formie wykresu ilustrującego zależność oporu termistora od temperatury.

Czy otrzymane punkty układają się na linii prostej?

Czy otrzymane wyniki sugerują dlaczego dla termistora prawo Ohma działało w ograniczonym zakresie napięć?

Dla ambitnych:

Jeśli jest jeszcze trochę czasu i masz ochotę na trudne zadania to spróbuj narysować otrzymane punkty na specjalnym papierze dołączonym poniżej. Czy tym razem punkty układają się na linii prostej?

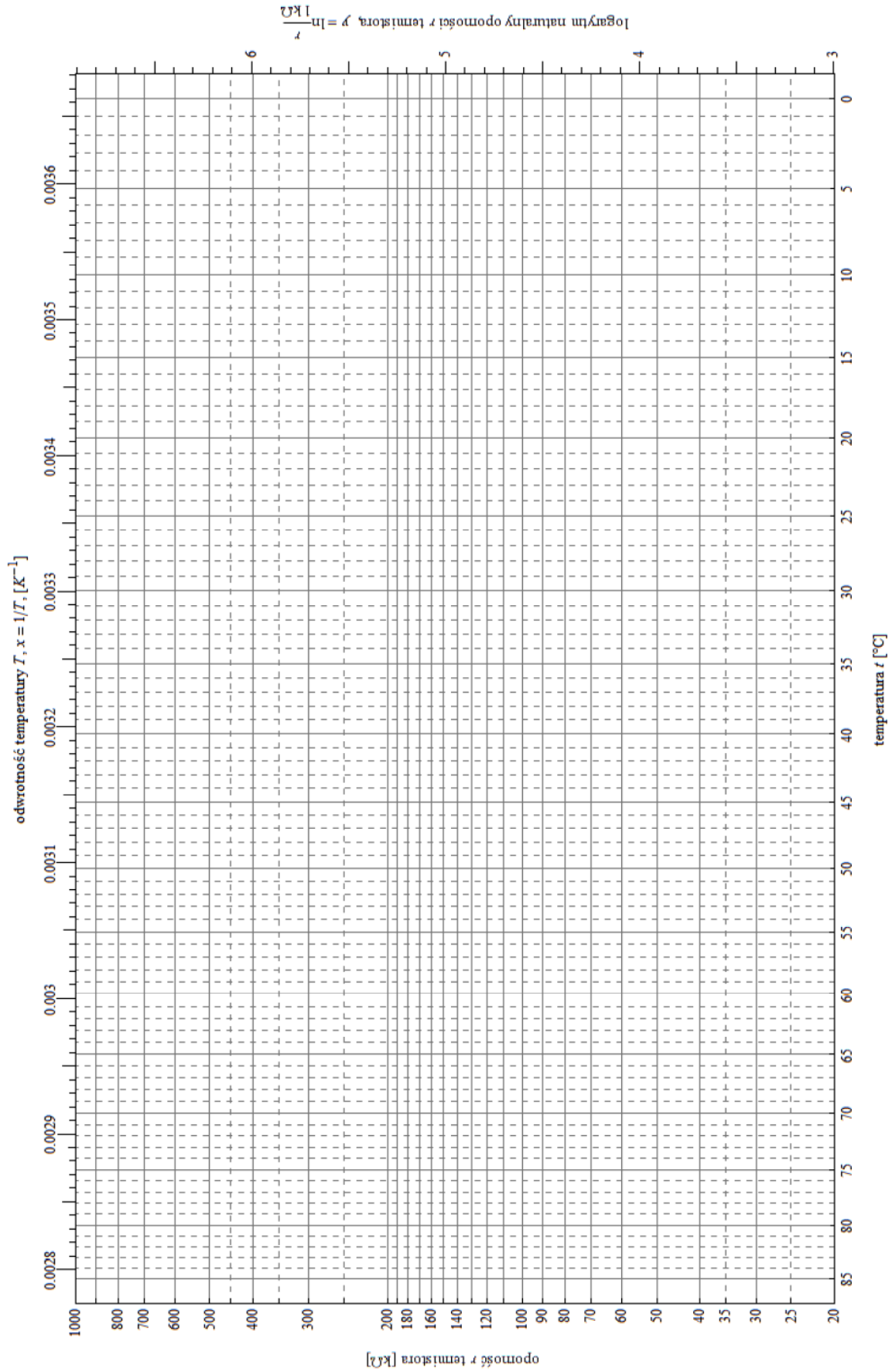
Zależność oporności  $r(T)$  typowego termistora od temperatury absolutnej  $T$  (temperatury w skali Kelwina), z dobrym przybliżeniem, opisuje zależność:

$$r(T) = r_{\infty} \exp\left(\frac{B}{T}\right),$$

Gdzie  $r_{\infty}$  jest parametrem o wymiarze oporu, zaś  $B$  stałą wyrażoną w kelwinach (bezwzględna skala temperatury). Dlatego też jedna ze skal na załączonym papierze jest właśnie odwrotnością temperatury. Przeliczenie temperatury  $t$  wyrażonej w stopniach Celsjusza na temperaturę  $T$  w skali kelwina jest bardzo proste:

$$T = t + 273,15 \text{ K} .$$

*Na podstawie instrukcji Ćwiczenie nr 5 – TERMISTOR JAKO TERMOMETR A. Majhofera i R. Nowaka opracował A. Witowski*



Rys. 4. Zależność oporu  $r$  termistora od temperatury  $t$