

# PRAWO OHMA DLA PRĄDU STAŁEGO 43

## I. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

Przewodnictwo elektryczne w metalach i półprzewodnikach. Natężenie prądu; definicja i jednostka. Prawo Ohma. Opór elektryczny; definicja i jednostka. Zależność oporności elektrycznej metalu i półprzewodnika od temperatury. Model pasmowy. Charakterystyki prądowo-napięciowe diody półprzewodnikowej, żarówki, oporu drutowego oraz termistora.

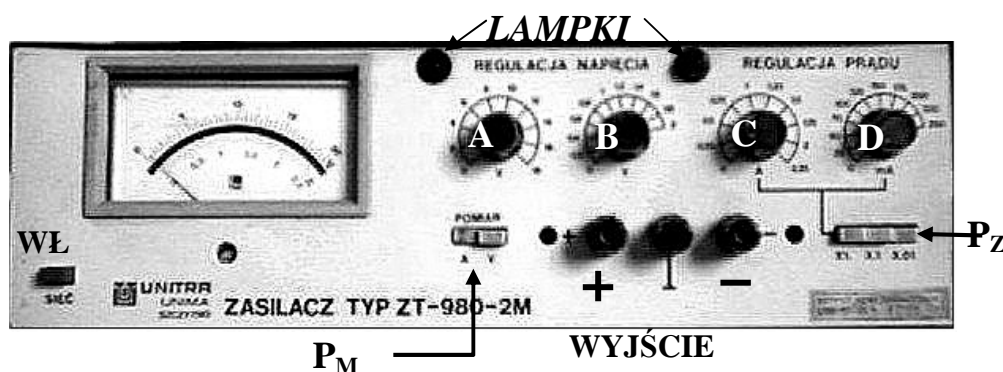
## II. POMIARY

Celem niniejszego ćwiczenia jest pomiar charakterystyk prądowo – napięciowych dla poniższych czterech elementów przewodzących:

- drutu oporowego
- żarówki
- diody półprzewodnikowej (prostowniczej)
- termistora (półprzewodnikowy czujnik temperatury)

Dioda, żarówka oraz termistor znajdują się w pudełku zamkniętym przezroczystym spodem natomiast drut oporowy zamocowany jest na oddzielnej płytce .

Zasilacz stosowany w tym ćwiczeniu daje możliwość regulacji albo napięcia  $U$ , albo natężenia prądu  $J$  płynącego w obwodzie. Płytę czołową tego zasilacza pokazano



Rys. 1. Płyta czołowa zasilacza

na Rys. 1. Do regulacji napięcia służą pokrętała **A** (regulacja zgrubna, skokowa) i **B** (regulacja precyzyjna, ciągła). Do regulacji natężenia prądu  $i_e$ , służą odpowiednio pokrętała **C** i **D**. Do bardziej precyzyjnej regulacji prądu zasilacz posiada przełącznik zakresów  $P_Z$ , którym można ustalić dopuszczalną maksymalną wartość natężenia prądu na 2,5A, 250mA lub 25mA. Dwie lampki zamocowane w górnej części płyty czołowej wskazują, czy zasilacz pracuje jako regulator napięcia (wtedy świeci się lampka zielona), czy też jako regulator natężenia prądu (wtedy świeci się lampka czerwona). Gdy świeci się lampka zielona, oznacza to, że pokrętłami **A** i **B** możemy regulować napięcie wyjściowe. Gdy zapali się lampka czerwona te pokrętała nie działają, natomiast pokrętała **C** i **D** pozwalają zmieniać natężenie prądu w obwodzie. Zasilacz posiada wbudowany miernik, który może wskazywać wartość napięcia albo natężenia prądu, zależnie od tego, czy wciśnięty jest klawisz POMIAR „A” czy „V” przełącznika  $P_M$ .

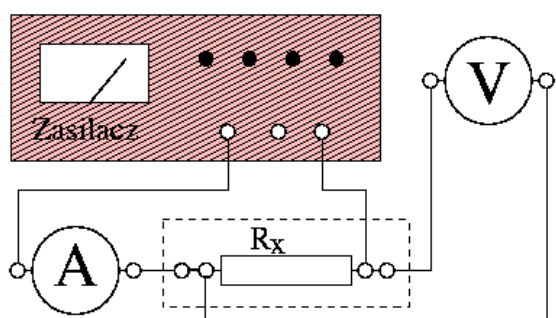
Aby zasilacz pracował jako regulator napięcia (**reżym U**) należy przed rozpoczęciem pomiaru obrócić pokrętała **A** i **B** w skrajnie lewe położenie (napięcie skręcone do zera), natomiast pokrętała **C** i **D** obrócić w prawo, tak, aby natężenie prądu w obwodzie mogło osiągnąć wartość przewidywaną przy maksymalnym stosowanym napięciu.

Jeżeli przy zwiększaniu napięcia zapali się lampka czerwona należy zwiększyć dopuszczalne natężenie prądu, używając pokręteł **C** i **D** oraz przełącznika **P<sub>Z</sub>**. Wtedy ponownie zaświeci się lampka zielona.

Aby zasilacz pracował jako regulator prądu (**reżym J**), należy ustawić wstępnie pokręta **C** i **D** w skrajnie lewe położenie, natomiast pokręta **A** i **B** obrócić w prawo, tak, aby napięcie wyjściowe mogło osiągnąć wartość przewidywaną przy maksymalnym natężeniu prądu. Jeżeli przy zwiększaniu natężenia prądu zapali się lampka zielona należy pokrętłami **A** i **B** zwiększyć dopuszczalną wartość napięcia. Wtedy ponownie zaświeci się lampka czerwona.

## Realizacja pomiarów

Badane elementy  $R_x$  wstawiamy kolejno do obwodu pokazanego na Rys. 2.



Rys 2 Schemat połączeń elektrycznych

### 1. Charakterystyka oporu drutowego.

Jako opór  $R_x$  połączyć drut oporowy  $R$ . Zasilacz ustawić w **reżymie U** (regulacji napięcia). Ustawić maksymalną wartość natężenia prądu jaki może popłynąć w obwodzie  $W$  przypadku badanego drutu oporowego wynosi 200mA. (Pokrętko **C** w położeniu 2; wciśnięty środkowy przełącznik zakresów  $\times 0.1$ ) Zmieniając wartość napięcia co 100mV w zakresie od 0 do 1500mV wykonać pomiary zależności natężenia prądu od przyłożonego napięcia.

### 2. Charakterystyka diody prostowniczej

Jako opór  $R_x$  połączyć diodę prostowniczą  $R_1$  zwracając uwagę na zgodność z kierunkiem prądu przewodzenia diody. Zasilacz ustawić w **reżymie J** (regulacji prądu). Pokrętkiem **A** ustawić wartość napięcia na 4V Pokrętkami **C** i **D** zmieniać natężenie diody. Wykonać pomiary natężenia i napięcia dla wartości 1mA, 5mA, 10mA a następnie co 10mA do 200mA. Maksymalna wartość natężenia prądu w obwodzie elektrycznym dla badanej diody nie powinna przekraczać 200mA. **Przekroczenie tej wartości może spowodować uszkodzenie diody.** Jeżeli pomimo przyłożenia napięcia prąd w obwodzie nie płynie, oznacza to, że albo dioda włączona jest w kierunku zaporowym, albo napięcie jest za niskie (przy niskich napięciach prąd diody jest mały). Zapisać wszystkie zmierzone wartości napięcia i natężenia.

### 3. Charakterystyka żarówki

Jako opór  $R_x$  połączyć żarówkę  $R_2$ . Charakterystyka prądowo-napięciowa żarówki jest nieliniowa. Przy małych wartościach napięć natężenie prądu szybko wzrasta, ale przy dużych zmienia się wolniej. Dlatego należy ustawić zasilacz w **reżymie J** (regulacji prądu). Ustawić wartość napięcia na 4V. Zmieniając natężenie prądu żarówki co 10mA w przedziale od 0 do 200mA zmierzyć zależność natężenia prądu żarówki od przyłożonego napięcia .

#### 4. Charakterystyka termistora

Jako opór  $R_x$  połączyć termistor  $R_3$ . Ponieważ jest to element półprzewodnikowy, korzystniejsze jest ustawienie zasilacza w **reżymie J** (regulacji natężenia). Ustawić wartość napięcia na 4V. Zmieniać wartość natężenia prądu co 5 mA w przedziale od 0 do 100 mA. Ze względu na bezwładność cieplną termistora (podczas pomiarów wydziela się ciepło Joule'a-Lenza), przed zapisaniem wartości napięcia i natężenia prądu, należy odczekać 1 minutę, aż wartości te ustalą się w czasie.

### **III. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW**

1. Wykreślić charakterystyki prądowo napięciowe wszystkich badanych elementów. Na wykresach zaznaczyć graficznie dla kilku punktów pomiarowych niepewności stosowanych mierników cyfrowych  $\Delta I$  oraz  $\Delta U$  (wartość ostatniej cyfry).
2. Znaleźć równanie prostej dla oporu drutowego; wyznaczyć opór drutu a niepewność pomiaru ocenić na podstawie wzoru (6).
3. Wyznaczyć wartość oporu różniczkowego żarówki  $R_r$  przy napięciu 600 mV.
4. We wnioskach podać przykłady elementów obwodu elektrycznego nie spełniających prawa Ohma.

### **IV. LITERATURA**

1. E. Dudziak „Ćwiczenia Laboratoryjne z Fizyki” tom III, str.27 i następne Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999.
2. H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna, PWN Warszawa 1999, str. 448 i nast.