

Ćwiczenie 6

Badanie zależności mocy użytecznej od obciążenia

(Instrukcję oraz konspekt opracowali M.Czapkiewicz, Z Szklarski)

Cel ćwiczenia

Pomiar natężenia prądu w obwodzie i napięcia na oporności obciążenia w zależności od wartości oporności obciążenia, wyznaczenie mocy użytecznej w funkcji obciążenia, interpretacja uzyskanych wyników, wyliczenie oporności wewnętrznej źródła i jego siły elektromotorycznej.

Wymagane wiadomości teoretyczne

Pojęcia potencjału i napięcia elektrycznego, siła elektromotoryczna, natężenie prądu elektrycznego, opór elektryczny, opór wewnętrzny źródła prądu, prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, moc prądu, moc użyteczna, dopasowanie obciążenia do zasilacza.

Wyposażenie stanowiska

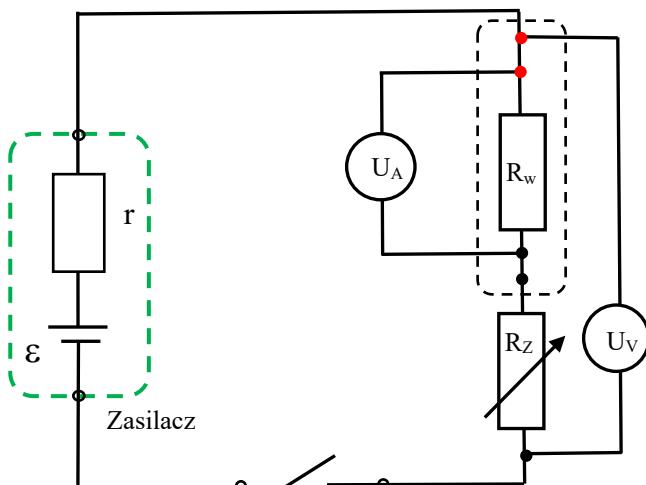
Zasilacz baterijny (źródło siły elektromotorycznej ϵ) o dużym oporze wewnętrznym r , regulowany opór zewnętrzny R_Z , opornik wzorcowy $R_w = 1 \Omega$, woltomierze cyfrowe, stanowisko komputerowe.

Zagadnienia do przedyskutowania:

- Jaki jest opór wewnętrzy idealnego źródła napięcia?
- Jaka jest rezystancja wewnętrzna idealnego amperomierza?
- Jaka jest rezystancja wewnętrzna idealnego woltomierza?
- Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.
- W jaki sposób zmierzyć wartość prądu przy pomocy woltomierza?

Wykonanie ćwiczenia

Układ pomiarowy jest przedstawiony na Rys. 1.:



1. Uruchomić stanowisko komputerowe.
2. Uruchomić program *Calc* pakietu *Open Office*.
3. Połączyć obwód pomiarowy przy otwartym kluczu wg schematu (wyjścia na oporniku wzorcowym są zdublowane).
4. Opornik regulowany ustawić na maksymalną wartość oporności.
5. Po sprawdzeniu obwodu przez prowadzącego, zamknąć klucz i rozpocząć pomiary.
6. Zmieniać wartość potencjometru tak, aby wartości U_V w zakresie powyżej 3 V zmieniały się co 0,5 V, a w zakresie 0 ÷ 3 V co 0,2 V. Zapisywać wartość mierzonych napięć w dwóch kolumnach ($U_A[V]$, $U_V[V]$) w programie *Calc*.
7. UWAGA: Po zmierzeniu i zapisaniu wszystkich wartości U_A oraz U_V natychmiast odłączyć badane źródło napięcia (otworzyć klucz).

Zagadnienia do przedyskutowania:

- a) Przedyskutować wzór na moc wydzielaną na obciążeniu.
- b) Wyprowadzić wzór na sprawność układu elektrycznego mierzonego w ćwiczeniu.
- c) Wyprowadzić, korzystając z prawa Kirchhoffa, zależność między napięciem U_V na obciążeniu, prądem I płynącym przez obciążenie i parametrami źródła napięcia.

Opracowanie wyników

1. Na podstawie zmierzonych wartości napięcia U_A na oporniku wzorcowym 1 Ω wyznaczyć natężenie prądu I płynącego przez obciążenie i wpisać je w trzeciej kolumnie w programie *Calc*.
2. Wykorzystując prawo Ohma wyznaczyć opór obciążenia dla każdego kroku i wpisać go w kolejnej, czwartej kolumnie w programie *Calc*.
3. Sporządzić wykres zależności $U_V = f(I)$.
4. Przedyskutować interpretację otrzymanego wykresu.
5. Aproksymować przebieg z wykresu z punktu 3 zależnością liniową, korzystając z metody najmniejszych kwadratów – wykorzystując funkcję REGLINP. Zależność ta pozwala określić siłę elektromotoryczną ε oraz oporność wewnętrzną r , jako że napięcie U_V związane jest z tymi parametrami relacją liniową. Odczytać i zapisać wartości ε oraz r wraz z ich niepewnościami $\Delta\varepsilon$, Δr .

6. W kolejnej kolumnie obliczyć stosunek oporności obciążenia do oporności wewnętrznej R/r .
 7. Znając wzór na moc wydzielaną na obciążeniu P_U (użyteczną) w następnej, szóstej kolumnie obliczyć i wstawić wartości P_U .
 8. Wyliczyć wydzielaną w obwodzie całkowitą moc P ze wzoru:
- $$P = \varepsilon \cdot I = \frac{\varepsilon^2}{r + R}$$
9. Wyniki wpisać do kolejnej, siódmej kolumny tabeli w programie *Calc*.
 10. Wyliczyć sprawność η w zależności od oporu obciążenia, wyniki wpisywać w następnej ósmej kolumnie tabeli w programie *Calc*.
 11. Sporządzić trzy kolejne wykresy wymienionych poniżej parametrów w funkcji R/r :
 - a) mocy użytecznej P_u
 - b) mocy całkowitej P
 - c) sprawności η
 12. Korzystając ze wzoru na zależność mocy użytecznej P_u od parametrów źródła ε i r , określić dla jakiej wartości oporu zewnętrznego moc użyteczna osiąga wartość maksymalną. Podać wartość sprawności dla tego przypadku.
 13. Obliczyć maksymalną, teoretyczną moc użyteczną P_{Umax} i jej niepewność oraz porównać z wartością wyznaczoną z pomiarów.

Literatura

1. D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka*, Tom II. PWN, Warszawa 1984.
2. *Pracownia Fizyczna Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej AGH*, część II, wydanie drugie, pod redakcją Andrzeja Zięby. Kraków 1999, Skrypty uczelniane SU 1608, str. 131.