

Opracowanie wyników pomiarów

2.2

Z tego podrozdziału dowiesz się:

- jak zorganizować sobie pracę,
- jak opisywać zanotowane pomiary,
- jak przygotować tablicę pomiarową,
- który sposób prezentacji wyników wybrać,
- które obliczenia zanotować.

Wprowadzenie

2.2.1

Wynik pomiaru jest zawsze liczbą, która niejednokrotnie nie odzwierciedla wprost wielkości mierzonej i wymaga przeliczenia lub przeskalowania. W przypadku otrzymania wyniku pomiaru bezpośrednio w jednostce podstawowej, nie musimy już niczego przeli-

czyć, wystarczy tylko zanotowanie i odpowiedni opis, taki aby po pewnym czasie można było łatwo i szybko zorientować się, czego ten wynik dotyczy. Zdarza się tak, że ta wartość stanowi element składowy docelowego wyniku. Zachodzi wówczas konieczność zapisu tej zmierzonej wartości, będącej jedynie wynikiem pośrednim.

Jak zapewne już się domyślasz, wartości odczytane z wyświetlaczy multimetrów czy podziałek liczbowych mierników analogowych często są jedynie półproduktem wymagającym dalszej „obróbki”. Odpowiedź na pytanie, jak przeliczać wartość z miernika na wielkość mierzoną, znajdziesz w podrozdziałach 2.11 oraz 2.12. Przedtem jednak dowiemy się, jak zorganizować sobie pracę, aby była ona najbardziej efektywna.

2.2.2 Notowanie wskazań mierników

Po uruchomieniu układu przychodzi czas na wykonanie pomiarów, których rezultatem będzie znaczna liczba wyników. Dla zachowania przejrzystości i czytelności dokumentacji własnej pracy, wyniki pomiarów umieszczamy w tablicy. Każda tablica pomiarowa powinna być opatrzona tytułem, aby łatwo było ją identyfikować. Niezbędnymi informacjami umieszczanymi w tablicy są:

- nazwa mierzonej wielkości – podawana jako symbol;
- jednostka mierzonej wielkości – podawana jako symbol;
- zakres pomiarowy przyrządu, jaki był nastawiony podczas pomiaru;
- wielkości, które będziemy obliczali, np. moc, rezystancja, błędy pomiarowe itp.

Dobrym nawykiem jest dodanie, w zależności od potrzeb, dodatkowej kolumny UWAGI. Będzie to odpowiednie miejsce na własne notatki, przykładowo przy zmianie badanego elementu z rezystora na żarówkę lub w przypadku zmian dokonywanych w układzie pomiarowym.

Tablica wyników pomiarów w zależności od rodzaju ćwiczenia będzie przybierała różne rozmiary, ale o tym przekonamy się już na konkretnych ćwiczeniach.

Tabl. 2.2 Przykładowa tablica pomiarowa

I_n	$\alpha_{\max A}$	α_A	C_A	I	U_n	$\alpha_{\max V}$	α_V	C_V	U	R	UWAGI
[A]	[dz]	[dz]	[A/dz]	[A]	[V]	[dz]	[dz]	[V/dz]	[V]	[Ω]	

Symbole umieszczone w tabl. 2.2 oznaczają:

- I_n – zakres prądowy amperomierza w amperach [A],
- $\alpha_{\max A}$ – maksymalna liczba działek amperomierza w działkach [dz],
- α_A – aktualnie wskazywana przez amperomierz liczba działek [dz],
- C_A – stała amperomierza w amperach na działkę [A/dz],
- I – prąd wskazywany przez amperomierz w amperach [A],
- U_n – zakres napięciowy woltomierza w woltach [V],
- $\alpha_{\max V}$ – maksymalna liczba działek woltomierza [dz],
- α_V – aktualnie wskazywana przez woltomierz liczba działek [dz],
- C_V – stała woltomierza w woltach na działkę [V/dz],

- U – napięcie wskazywane przez woltomierz w woltach [V],
 R – rezystancja w omach [Ω].

Opracowanie dokonanych pomiarów

2.2.3

Mając do dyspozycji przyrządy pomiarowe, np. amperomierz i woltomierz, odczytujemy z nich następujące dane potrzebne do uzupełnienia tabeli: $I_n, \alpha_{\max A}, U_n, \alpha_{\max V}$. Jednakże stałą amperomierza C_A oraz woltomierza C_V musimy już policzyć. Analogicznie postępujemy w przypadku innych przyrządów pomiarowych. Wartość rezystancji R w tym przypadku również nie jest wielkością mierzoną bezpośrednio, lecz obliczaną na podstawie danych odczytanych z przyrządów oraz dokonanych pomiarów.

O sposobie obliczeń poszczególnych wielkości dowiemy się w podrozdziałach poświęconych pomiarom prądu, napięcia oraz rezystancji.

Tablica 2.2 może zawierać więcej kolumn, w zależności od liczby potrzebnych wielkości elektrycznych do zmierzenia lub obliczenia. Liczba wierszy w tabeli będzie uwarunkowana liczbą pomiarów w danym ćwiczeniu i sposobem ich wykonywania.

Wartości wszystkich wielkości odczytanych lub obliczonych notujemy w tabeli. Takie postępowanie zapewni czytelność i przejrzystość pracy. Co więcej, gdy będziemy musieli dokonać poprawek lub zmian we wszystkich pomiarach dotyczących danej wielkości, bez najmniejszych problemów znajdziemy ją i skorygujemy.

Dokonując obliczeń, stosujemy prawa elektrotechniki i zależności matematyczne. Nawet w przypadku prostych obliczeń przynajmniej jeden wiersz w tabeli powinien być rozpisany szczegółowo i ujęty w dziale **Przykładowe obliczenia**. Zamieszczamy tu wzory niezbędne do otrzymania wyniku. Podstawiamy dane i obliczamy. Wyszczególnienie tych wszystkich etapów ułatwi sprawdzenie poprawności dokonanych obliczeń, szybkie znalezienie ewentualnych pomyłek czy błędów. Niewskazane jest wypisywanie wszystkich obliczeń dotyczących tabeli, ponieważ uczyni to naszą pracę nieczytelną.

Wykresy i prezentacja wyników pomiarów

2.2.4

Uzupełnienie tabeli pomiarowej poparte stosownymi obliczeniami w wielu przypadkach nie wystarczy. Analiza wyników pomiarów opiera się często na zestawieniu ich w postaci wykresów. Najczęściej przedstawiamy je w kartezjańskim układzie współrzędnych na płaszczyźnie dwuwymiarowej. Układ taki składa się z dwóch osi przecinających się pod kątem prostym, umieszczonych na jednej płaszczyźnie. Z takimi układami współrzędnych spotkaliśmy się już na matematyce. W naszym przypadku będą one bardzo podobne.

Osie pionowa i pozioma będą przyjmowały różne nazwy, a tym samym będą reprezentowały różne wielkości fizyczne. Przykładowo jeśli chcielibyśmy zobrazować $I = f(U)$ – jak zmienia się wartość prądu w zależności od zadanego napięcia, to na osi poziomej zaznaczymy rosnąco wartości napięcia U wyrażonego w woltach [V], a na osi pionowej zaznaczymy wartości prądu I wyrażonego w amperach [A].

Należy tu pamiętać o kilku ważnych zasadach:

- każda oś ma skalę, tzn. np. jednemu amperowi odpowiadają 3 centymetry na osi;
- skala dla osi prądu może być inna niż skala dla osi napięcia, przykładowo dziesięć woltów będzie odpowiadało jednemu centymetrowi na osi pionowej (inaczej niż wyżej);

- jeżeli przyjmujemy skalę dla naszych osi, to musi ona być taka sama na całej długości danej osi;
- skale dobieramy tak, aby wszystkie interesujące nas wyniki pomiarów zamieszczone w tablicy mogły się znaleźć na wykresie, a wartości najwyższe znajdowały się możliwie blisko końca osi;
- każda oś musi być opisana symbolem wielkości, którą reprezentuje, oraz jednostką, w jakiej jest ta wielkość wyrażona, przykładowe oznaczenie $I [A]$ – prąd w amperach.

W tak przygotowanym układzie współrzędnych możemy punkt po punkcie umieszczać nasze wyniki pomiarów. W zależności od żądanego sposobu prezentacji możemy połączyć sąsiadujące ze sobą punkty pomiarowe lub pozostawić je swobodne.

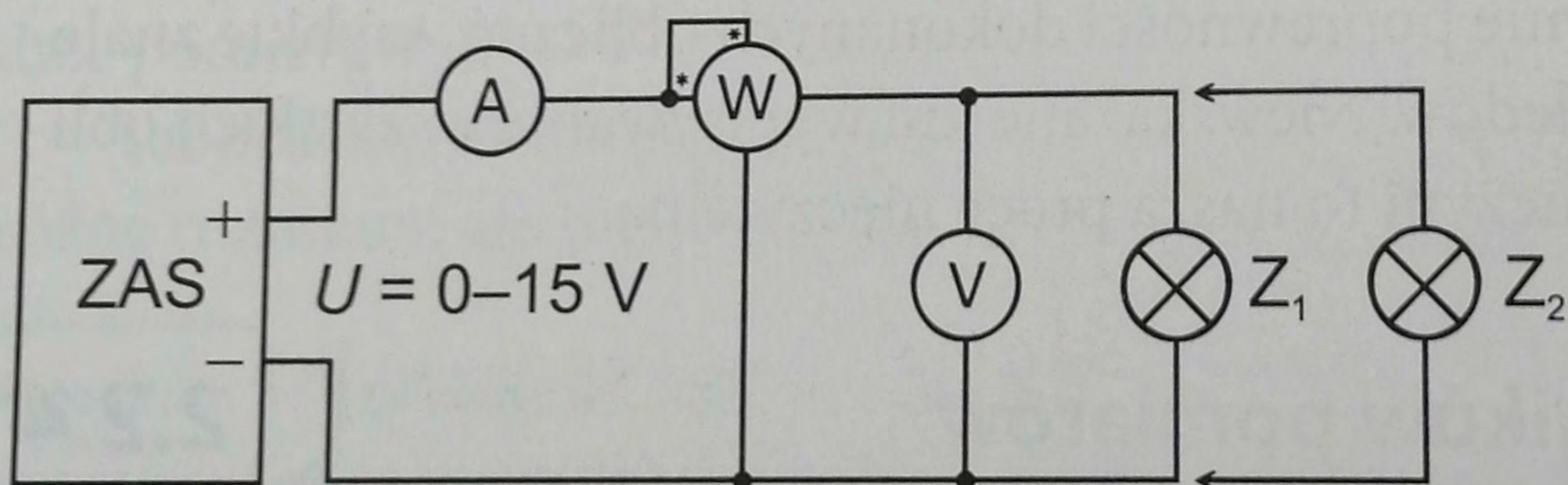
W przypadku gdy do wykonywania wykresów korzystamy z programów komputerowych, np. pakietów kalkulacyjnych office, wszystkie wyżej opisane zasady również nas obowiązują. Nie zapominajmy o umieszczeniu legendy w przypadku prezentowania kilku przebiegów na jednym wykresie.

2.2.5 Ćwiczenie

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności opracowywania wyników pomiarów, przygotowania tabel pomiarowych i dokonania wyboru sposobu prezentacji wyników pomiarów.

Przebieg ćwiczenia



Rys. 2.3 Przykładowy schemat pomiarowy

ZAS – regulowany zasilacz napięcia stałego, A – amperomierz, W – watomierz, V – woltomierz, Z_1 , Z_2 – żarówka pierwsza i żarówka druga

1. Zapoznaj się ze schematem przedstawionym na rysunku 2.3.
2. Przygotuj niezbędne materiały, przyrządy i narzędzia do wykonania układu pomiarowego z rysunku 2.3.

Materiały: przewody łączeniowe, zasilające.

Przyrządy:

- woltomierz napięcia stałego o zakresie pomiarowym nie mniejszym niż 15 V;
- amperomierz prądu stałego o zakresie pomiarowym regulowanym 5 A, 10 A;
- watomierz o zakresie prądowym 5 i 10 A oraz napięciowym możliwie bliskim 15 V;
- zasilacz napięcia stałego o napięciu wyjściowym regulowanym w zakresie od 0 do 15 V i obciążalności ponad 10 A;
- dwie żarówki (np. samochodowe) o napięciu 12 V i mocy 55 W.

3. Zaproponuj tablicę pomiarową dla piętnastu pomiarów, wiedząc że:
 - będziemy dokonywać regulacji napięcia w zakresie od 0 do 15 V (tablica powinna uwzględniać stałe przyrządów pomiarowych, ich zakresy oraz wskazania i maksymalne wychylenie, określenie charakteru odbiornika);
 - pomiary będą wykonywane dwukrotnie: pierwsza tura – z podłączoną jedną żarówką Z_1 , druga tura – z podłączonymi dwiema żarówkami Z_1 i Z_2 ;
 - woltomierz jest cyfrowy, pozostałe przyrządy pomiarowe są analogowe.
4. Korzystając z praw elektrotechniki, oblicz, jakie wartości powinny wskazać przyrządy pomiarowe, jeżeli napięcie zasilania ustawiono na 12 V, w przypadku podłączenia jednej oraz dwóch żarówek.
5. Zaproponuj rozmieszczenie elementów elektrycznych, przyrządów pomiarowych, dokumentacji, aby sprawnie i bezpiecznie wykonać ćwiczenie.
6. Połącz układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na rysunku 2.3.
7. Po sprawdzeniu przez prowadzącego zajęcia przejdź do uruchomienia układu i dokonania pomiarów.
8. Zaproponuj przykładową dokumentację z przeprowadzonej analizy, uwzględniając przykładowy szablon dokumentacji z rysunku 2.1.
9. W dokumentacji z ćwiczenia umieść niezbędne obliczenia.
10. Omów, w jaki sposób zmienia się wartość prądu przy kolejnych pomiarach (w odniesieniu do nastawianej wartości napięcia zasilania).
11. Porównaj wyniki pomiarów z jedną oraz dwiema żarówkami, zaproponuj odpowiedni sposób prezentacji porównywanych wartości prądów.
12. Zanotuj wnioski i spostrzeżenia.

Podsumowanie

Sporządź sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.

Sprawdzenie wiadomości

2.2.6

Pytania i polecenia kontrolne

1. Wymień przykładowe wielkości, które należy umieścić w tablicy pomiarowej.
2. Co oznaczają symbole np. I_n , $\alpha_{\max A}$, U , U_n , I , jakie są ich jednostki?
3. Jakie obliczenia należy zamieścić w sprawozdaniu? Podaj przykład.
4. Jakie zasady powinniśmy mieć na uwadze podczas kreślenia wykresu?

Samoocena nabytych wiadomości i umiejętności

Sprawdź, czy potrafisz:

- zorganizować sobie pracę, stanowisko pomiarowe;
- opisać wyniki pomiarów;
- przygotować tablicę pomiarową;
- zdecydować i dokonać wyboru istotnych obliczeń do zanotowania jako przykładowe;
- rozróżnić i omówić sposoby prezentacji pomiarów.

Jeżeli wykonanie wszystkich podanych poleceń nie sprawiło Ci trudności, gratulujemy – założone cele zostały osiągnięte i możesz przejść do podrozdziału 2.3.

Jeśli jednak nie udało Ci się wykonać choćby jednego z podanych poleceń, musisz powrócić jeszcze do odpowiedniej partii materiału w podrozdziale 2.2.