

## 2.1

# Technika wykonywania pomiarów

Z tego podrozdziału dowiesz się:

- jak należy przygotować stanowisko pomiarowe;
- jak postępować podczas wykonywania pomiarów;
- jak postępować podczas uruchamiania układu, na co wtedy zwracać uwagę.

### 2.1.1

## Wprowadzenie

W dziedzinie elektrycznej i elektronicznej jest konieczne dokonywanie ciągłej lub okresowej obserwacji, kontroli parametrów urządzeń elektrycznych i elektronicznych, instalacji, sieci elektrycznych. Poprawne dokonywanie pomiarów jest więc niezbędną umiejętnością, jaką musimy posiadać. Pomiary są dokonywane przy użyciu odpowiednich przyrządów pomiarowych, niektóre z nich zostaną przedstawione w dalszej części niniejszej książki.

### 2.1.2

## Podział i rodzaje wykonywanych pomiarów

Monitorowania parametrów elektrycznych dokonujemy w sposób ciągły lub okresowy. Stałe nadzorowanie parametrów elektrycznych jest konieczne w niektórych procesach technologicznych, w maszynach sterowanych numerycznie, robotach przemysłowych itp. W przypadku zautomatyzowanych urządzeń pomiary np. prędkości, temperatury czy położenia są dokonywane bez udziału użytkownika. Urządzenie na etapie projektu zostaje tak zaprogramowane, aby wykonywało swoje zadanie bez konieczności ciągłego nadzoru. Jednakże wiele procesów produkcyjnych, obróbczych, transportowych odbywa się przy nieprzerwanym nadzorze człowieka, który wyposażony w przyrządy pomiarowe jest w stanie ocenić prawidłowość działania urządzeń i poprawność przebiegu procesów, a w razie konieczności reagować i poprawić ich działanie.

Przykładami pomiarów ciągłych mogą być pomiary:

- prądu,
- napięcia,
- mocy i energii,
- współczynnika mocy.

Okresowe dokonywanie pomiarów ma na celu najczęściej ocenę stanu technicznego urządzeń, sieci, instalacji elektrycznych oraz sprawdzenie samych przyrządów pomiaro-

**badania kontrolno-pomiarowe** (wykonywane wielokrotnie):

- pomiary skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim i bezpośrednim instalacji i urządzeń elektrycznych,
- pomiary rezystancji uziemień i instalacji odgromowych,
- badania kabli niskiego napięcia,
- pomiary natężenia oświetlenia,
- badanie baterii kondensatorów statycznych,
- sprawdzanie doboru selektywności i poprawności działania zabezpieczeń,
- badania transformatorów;

**badania odbiorcze** (wykonywane jednorazowo):

- badania odbiorcze instalacji elektrycznych,
- badania odbiorcze maszyn i urządzeń.

## Sposób dokonywania pomiarów

### 2.1.3

Pomiary wykonujemy zgodnie z zasadami BHP, które zostały przedstawione w rozdziale pierwszym. Przystępując do pracy, musimy wiedzieć, jaki pomiar będziemy realizować (prądu, napięcia, mocy czy inny). Wiedza ta pozwoli na **dobór** odpowiedniego **przyrządu pomiarowego** oraz zapisanie wyniku w odpowiedniej jednostce elektrycznej. Tablica 2.1 zawiera najczęściej stosowane wielkości elektryczne i ich jednostki.

**Tabl. 2.1** Najczęściej stosowane wielkości elektryczne i ich jednostki

Wielkość elektryczna	Oznaczenie wielkości	Nazwa jednostki	Oznaczenie jednostki
Napięcie	$U, E$	wolt	V
Rezystancja (opór czynny)	$R$	om	$\Omega$
Konduktancja (przewodność elektryczna)	$G$	simens	S
Rezystywność (opór właściwy)	$\rho$	omometr	$\Omega \cdot m$
Konduktywność (przewodność właściwa)	$\gamma$	simens na metr	S/m
Pojemność	$C$	farad	F
Indukcyjność	$L$	henr	H
Moc czynna	$P$	wat	W
Moc bierna	$Q$	war	Var
Moc pozorna	$S$	woltoamper	V·A
Częstotliwość	$f$	herc	Hz

W przypadku gdy celem będzie pomiar:

- prądu, użyjemy amperomierza;
- napięcia, zastosujemy woltomierz;
- mocy, wykorzystamy watomierz;
- rezystancji, to w zależności od zastosowanej metody będziemy potrzebowali np. mostka Wheatstone'a (metoda porównawcza), omomierza (metoda bezpośrednia) lub amperomierza i woltomierza (metoda pomiaru pośredniego).

Mając przygotowany przyrząd pomiarowy (ewentualnie przyrządy, w przypadku kilku mierzonych wielkości elektrycznych), powinniśmy przystąpić do **zbudowania układu** pomiarowego. W tym celu wykorzystamy **schemat elektryczny** i starannie połączymy układ, zwracając szczególną uwagę na prawidłowe włączenie przyrządów pomiarowych. W jaki sposób należy podłączać przyrządy pomiarowe, dowiemy się nieco później (podrozdział 2.9). Po zbudowaniu układu elektrycznego powinniśmy jeszcze raz **przeanalizować jego zgodność ze schematem**. Po usunięciu ewentualnych błędów ustawiamy przyrządy pomiarowe na właściwy zakres. **Dobranie prawidłowego zakresu pomiarowego** pozwoli na prawidłowe odczytanie wielkości mierzonej i uniknięcie niepotrzebnych błędów pomiaru. W skrajnym przypadku złego nastawienia zakresu pomiarowego może dojść do uszkodzenia miernika lub elementów użytych do budowy układu elektrycznego, a nawet możemy spowodować niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym na sobie albo osoby z naszego otoczenia. Szczegółowy opis prawidłowego doboru zakresu mierników poznamy w dalszej części podręcznika.

Kolejnym krokiem jest **uruchomienie układu**, które przeprowadzamy ściśle trzymając się opisu danego ćwiczenia i bacznie obserwujemy wskazania użytych przyrządów. Przed podaniem napięcia na układ pomiarowy sprawdzamy, czy nie wystąpiło zwarcie od strony zacisków pomiarowych. Zwarcie możemy zlokalizować za pomocą multimetru ustawionego na funkcję sprawdzania ciągłości obwodu z sygnalizacją akustyczną, potocznie zwaną brzęczykiem. Sygnał dźwiękowy oznacza połączenie o znikomej rezystancji (zwarcie). Wystąpienie zwarcia lub jego brak sprawdzamy przy odłączonych zaciskach zasilacza, mimo iż nie znajduje się on pod napięciem (jest wyłączony). W przeciwnym wypadku dokonamy pomiaru również elementów elektrycznych źródła zasilania, co może być powodem nieoczekiwanych wskazań miernika. Jeżeli nie zlokalizowaliśmy zwarcia, możemy przystąpić do podania napięcia na układ. Jeśli to możliwe, napięcie regulujemy od najmniejszej wartości do poziomu założonego w ćwiczeniu. Nieprzerwanie obserwujemy wskazania mierników. W przypadku wystąpienia niepokojących objawów, takich jak bardzo wysokie wartości wskazywane przez przyrządy lub całkowity brak wskazań, czyli zupełnie inaczej niż się spodziewaliśmy, należy układ niezwłocznie wyłączyć. Jest to znak, że układ jest nieprawidłowo podłączony lub źle zostały dobrane zakresy pomiarowe przyrządów czy też procedura uruchomienia była niepoprawnie przeprowadzona. Po przeanalizowaniu przyczyn nieprawidłowego działania i usunięciu usterek, uruchamiamy układ ponownie.

Prawidłowe działanie układu otwiera drogę do **wykonania pomiarów**. Pomiary przeprowadzamy zgodnie z zaleceniami zawartymi w instrukcji do ćwiczenia lub przedstawionymi przez prowadzącego. **Wyniki pomiarowe starannie notujemy w tabeli pomiarowej**,

nie zapominając o odnotowywaniu zmian zakresów pomiarowych przyrządów, możemy też **wpisywać własne spostrzeżenia** w czasie wykonywania pomiarów. Takie obserwacje wykorzystamy do oceny i podsumowania pomiarów. Przed analizą i podsumowaniem wyników pomiarów niejednokrotnie jest potrzebne **wykonanie obliczeń**, aby uzyskać innych wielkości elektrycznych niż te, które zmierzaliśmy.

**Pomiary i prace**, jakie wykonaliśmy, powinny być **podsumowane i dokumentowane** w formie elektronicznej, drukowanej lub w formie rękopisu (w zależności od specyfiki ćwiczenia).

Dokumentacja powinna zawierać:

- informacje o autorze, miejscu i rodzaju wykonywanych pomiarów,
- cel pomiarów,
- wykaz przyrządów i elementów użytych w ćwiczeniu,
- schematy pomiarowe,
- wyniki pomiarów,
- przykłady obliczeń,
- wykresy, jeżeli są wymagane i pomocne w analizie pomiarów,
- podsumowanie, wnioski z pomiarów.

Przykładowy szablon dokumentacji z wykonanego ćwiczenia laboratoryjnego obrazuje rysunek 2.1.

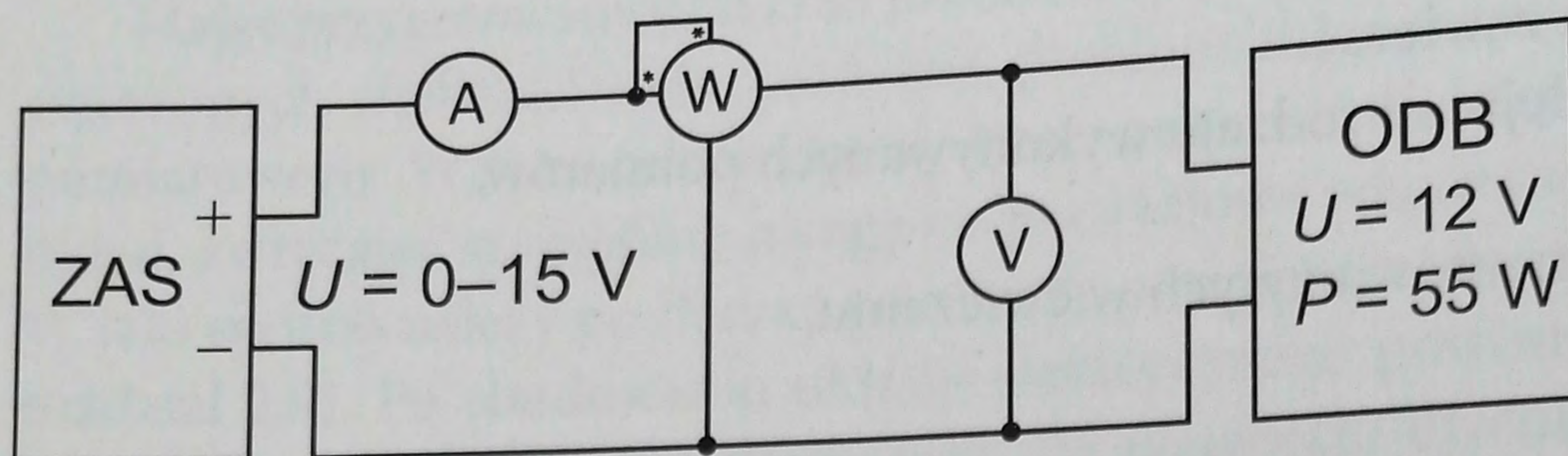
<b>Zespół Szkół Elektrycznych w Kielcach</b>		
<b>Pracownia Elektryczna i Elektroniczna</b>		
Grupa nr: <b>I</b>	Temat ćwiczenia:  Pomiar i regulacja prądu stałego.	Zespół: 1. (imię nazwisko ucznia) 2. 3. .....
Data wykonania ćw.: .....		
Data oddania ćw.: .....	Ocena:	Podpis:

- I. Cel ćwiczenia
- II. Wstęp teoretyczny
- III. Spis przyrządów
- IV. Schemat(y) pomiarowy(we)
- V. Tablice pomiarowe
- VI. Przykładowe obliczenia
- VII. Wykresy
- VIII. Wnioski

**Rys. 2.1** | Przykład dokumentacji z wykonanego ćwiczenia

**Cel ćwiczenia**

Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności organizowania stanowiska pomiarowego, przygotowania tabel pomiarowych, podsumowania prac w sprawozdaniu.

**Przebieg ćwiczenia**

**Rys. 2.2** Przykładowy schemat pomiarowy  
ZAS – regulowany zasilacz napięcia stałego, A – amperomierz, W – watomierz, V – woltomierz, ODB – odbiornik o parametrach  $U = 12\text{ V}$ ,  $P = 55\text{ W}$

1. Zapoznaj się ze schematem przedstawionym na rysunku 2.2.
2. Przygotuj listę niezbędnych materiałów, przyrządów i narzędzi do wykonania układu pomiarowego z rysunku 2.2.
3. Korzystając z danych przedstawionych na schemacie oraz założenia, że woltomierz jest cyfrowy, a pozostałe przyrządy pomiarowe są analogowe, dobierz rodzaje przyrządów oraz ich zakresy pomiarowe.
4. Zaproponuj tablicę pomiarową dla piętnastu pomiarów przy regulacji napięcia w zakresie od 0 do 15 V (tablica powinna uwzględniać stałe przyrządów pomiarowych, ich zakresy oraz wskazania i maksymalne wychylenie oraz określenie charakteru odbiornika).
5. Korzystając z praw elektrotechniki, policz, jakie wartości powinny wskazać przyrządy pomiarowe, jeżeli napięcie zasilania ustawiono na 12 V.
6. Wyjaśnij, do czego służy schemat na rysunku 2.2 (jakie wielkości są mierzone)?
7. Zaproponuj rozmieszczenie elementów elektrycznych, przyrządów pomiarowych, dokumentacji, aby sprawnie i bezpiecznie wykonać ćwiczenie (szkic sytuacyjny, schemat montażowy).
8. Zaproponuj przykładową dokumentację z przeprowadzonej analizy, uwzględniając szablony dokumentacji z rysunku 2.1.

**Dla ambitnych**

9. Przeprowadź symulację komputerową ćwiczenia (w jednym z darmowych programów dostępnych online lub w programie komercyjnym, np. EWB, Multisim, Elektrosym itp.), a uzyskane wyniki zanotuj w tablicy (pkt 4).
10. Sporządź dokumentację z symulacji (pkt 8).

**Podsumowanie**

Sporządź sprawozdanie z wykonanego ćwiczenia.

### Pytania i polecenia kontrolne

1. W jakim celu dokonuje się pomiarów elektrycznych?
2. Jak możemy podzielić pomiary elektryczne?
3. Podaj kolejność postępowania podczas przygotowania układu do pomiarów.
4. Na co należy zwrócić szczególną uwagę podczas uruchamiania układu?
5. Jakie informacje powinna zawierać dokumentacja z przeprowadzonych pomiarów?

### Samoocena nabytych wiadomości i umiejętności

#### Sprawdź, czy potrafisz:

- określić, jakie materiały i przyrządy będą niezbędne do połączenia układu zgodnie ze schematem,
- zestawić przyrządy, materiały i instrukcje, tak aby w sposób bezpieczny i ergonomiczny dokonać pomiarów,
- przygotować dokumentację z wykonanych prac (tablice pomiarowe, wykazy przyrządów, przykładowe obliczenia itp.),
- przeprowadzić uruchomienie układu – szczególną uwagę kierując na kolejność wykonywania czynności i wskazania przyrządów.

Jeżeli wykonanie wszystkich podanych poleceń nie sprawiło Ci trudności, gratulujemy – założone cele zostały osiągnięte i możesz przejść do podrozdziału 2.2.

Jeśli jednak nie udało Ci się wykonać choćby jednego z podanych poleceń, musisz powrócić jeszcze do odpowiedniej partii materiału w podrozdziale 2.1.