



POMIAR NAPIĘĆ I PRĄDÓW STAŁYCH (DC)

ĆWICZENIE 2

I. CELE ĆWICZENIA:

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych parametrów woltomierzy i amperomierzy, metod pomiaru napięcia i prądu, podstawowych czynników wpływających na niepewność pomiaru oraz przybliżenie pojęcia impedancji wewnętrznej źródła. Budżet niepewności pomiarów.

II. ZAGADNIENIA DO PRZYGOTOWANIA

- Podstawy pomiaru prądu i napięcia - układy pomiarowe, mierniki, błędy pomiarowe.
- Impedancja wewnętrzna źródła (twierdzenie Thevenina i Nortona).
- Układy poprawnego pomiaru prądu i poprawnego pomiaru napięcia, pomiar mocy metodą techniczną (przez pomiar prądu i napięcia w układzie).
- Twierdzenie o maksimum mocy (dopasowanie impedancyjne)
- Zasada pracy powerbanków - sprawność układów elektronicznych.

III. WYPOSAŻENIE POMIAROWE:

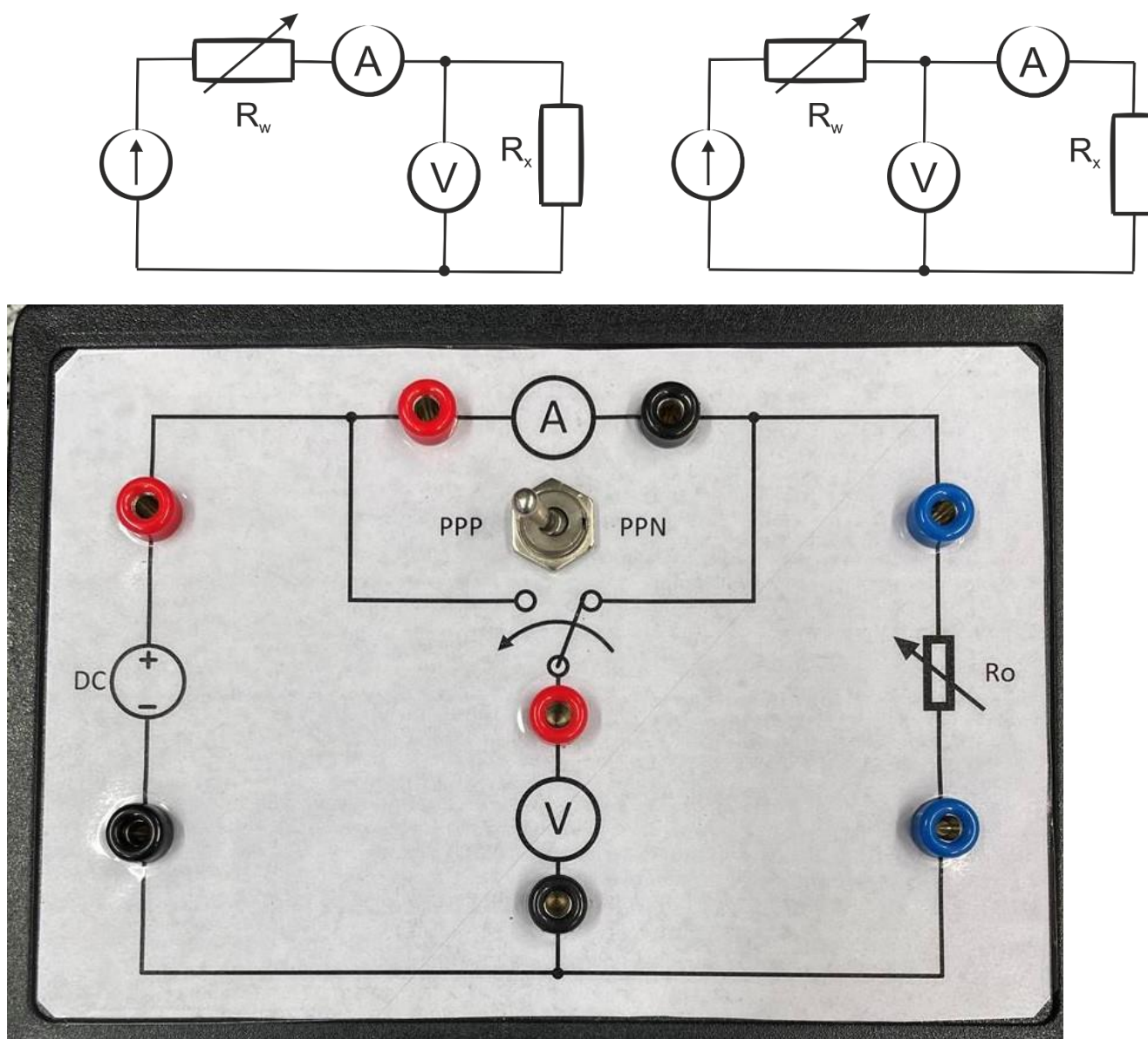
- Regulowany zasilacz napięcia stałego (DC) **AXIOMET AX-3005PQ**
- Mierniki prądu i napięcia **2x VC8045**
- Opornik suwakowy $R = 280\Omega$, $I = 1,2A$
- Układ rzeczywistego źródła napięcia z obciążeniem (bateria 9V)
- Układ symulujący powerbank

Uwaga: Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy zweryfikować rodzaj sprzętu dostępnego na stanowisku.

IV. PROGRAM ĆWICZENIA

Zadanie 1 - Pomiar napięcia i prądu DC – wyznaczenie mocy w obciążeniu

Do ćwiczenia przygotowano układ rzeczywistego źródła napięcia z obciążeniem rezystancyjnym do pomiaru mocy metodą techniczną (pomiar prądu i napięcia metodą poprawnego pomiaru prądu PPP i poprawnego pomiaru napięcia PPN– przełączane na makiecie połączeniowej) według schematu z rysunku 1.



Rys. 1. Schemat pomiaru mocy metodą techniczną PPN i PPP oraz widok makiety połączeniowej.

Realizacja zadania 1:

- 1.1. Zestawić układ pomiarowy.
- 1.2. Opornicę suwakową ustawić w jednym ze skrajnych położeń korzystając z panelu sterowniczego. Ustawienie kierunku ruchu – przełącznik **LEWO - PRAWO** – zmiana położenia suwaka – przycisk **START**. Silnik pracuje tylko w czasie naciskania przycisku START.
Uwaga: przekroczenie jednego ze skrajnych położeń suwaka opornicy spowoduje uszkodzenie mechaniczne napędu suwaka opornicy.



- 1.3. Na zasilaczu ustawić napięcie zgodnie z poleceniem prowadzącego – z zakresu 5 do 15 V.

Napięcie na zasilaczu ustawia się przez krótkie naciśnięcie gałki „fine/coarse” i obracanie jej. Zmiana napięcia możliwa jest tylko podczas mrugania jednej z cyfr (max. 3 sekundy od naciśnięcia gałki) – mrugającą cyfrę przesuwają kolejne naciśnięcia gałki. Napięcie na wyjściu zasilacza pojawia się tylko po naciśnięciu i podświetleniu szerokiego przycisku „OUTPUT”

- 1.4. Po ustawieniu skrajnego położenia opornicy suwakowej odczytać prąd i napięcie w układzie.

- 1.5. Pomiar powtórzyć dla kolejnych kroków przesuwu suwaka przechodząc do drugiego skrajnego położenia opornicy. W czasie pomiarów kontrolować zakresy pomiarowe Amperomierza i Woltomierza – żeby uzyskać wyniki z możliwie najmniejszą niepewnością pomiaru.

- 1.6. Dla punktów, w których zmierzony prąd wynosi między 100mA a 200mA – pomiary wykonać dla dwóch zakresów amperomierza (200mA i 2A)

Uwaga – w trakcie ćwiczenia należy wykonać ok. 15 pomiarów dla różnych ustawień suwaka. Czas przesunięcia suwaka od jednego do drugiego skrajnego położenia to ok. 70 sekund – więc najlepiej wykonywać pomiary przesuwając suwak do kolejnego punktu przez ok. 5 sekund

- 1.7. Pomiar wykonać dla obu sposobów pomiaru: poprawnego pomiaru **prądu** i poprawnego pomiaru **napięcia** - **przełączając przełącznik na makiecie połączeniowej**

Uwaga pomiar PPP – PPN wykonywać w tym samym położeniu suwaka – wykonać pomiar PPP i PPN i dopiero zmieniać położenie suwaka na kolejne

Uwaga: W sprawozdaniu dla każdego pomiaru należy:

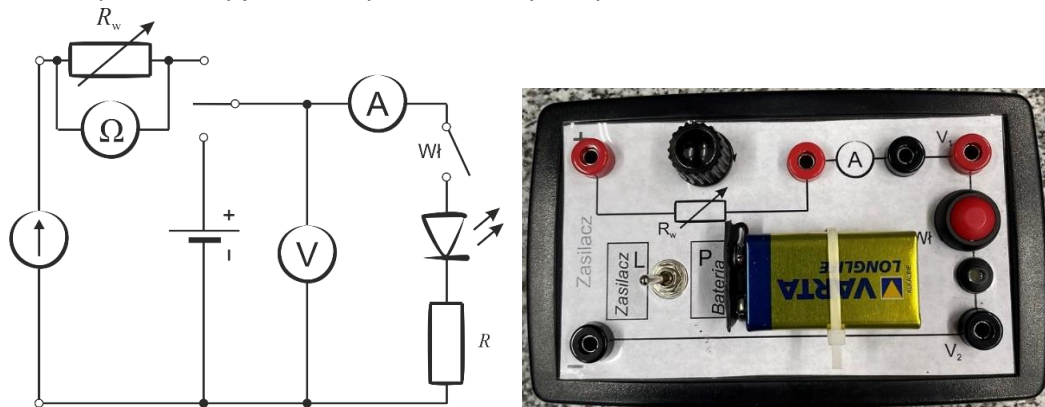
- Wyliczyć moc wydzielaną w opornicy i wyznaczyć niepewność pośredniego pomiaru mocy. Dodatkowo wyznaczyć z prawa Ohma rezystancję opornicy w każdym kroku pomiarowym.
- Narysować wykres mocy wydzielanej w opornicy w funkcji rezystancji opornicy.



- Sformułować wnioski z uzyskanych wyników – odnieść uzyskane wyniki do twierdzenia o maksimum mocy.
- Określić wpływ amperomierza na układ pomiarowy - porównując wyniki uzyskane podczas poprawnego pomiaru prądu i napięcia.
- Spróbować wyznaczyć impedancję wewnętrzną amperomierza – dla dwóch zakresów pomiarowych amperomierza (patrz p. 1.6).

Zadanie 2 - Rzeczywiste źródło napięcia – impedancja wewnętrzna, pomiar i jej wpływ na układ

Pomiarom poddawany jest układ przedstawiony na rys. 3.



Rys. 3. Schemat pomiarowy i widok makiety

Rzeczywistym źródłem napięcia jest bateria 9V a obciążeniem dioda LED. W układzie symulacji źródła rzeczywistego źródłem napięcia jest zasilacz regulowany.

Rezystancję wewnętrzną symuluje potencjometr na mackie pomiarowej.

Realizacja zadania 2:

- 2.1. Zestawić układ pomiarowy zgodnie z rys.3. Tryb P – Bateria (przełącznik na mackie pomiarowej)
- 2.2. Zmierzyć napięcie baterii bez obciążenia (przy wyłączonej diodzie świecącej).
- 2.3. Włączyć obciążenie – **Zaświecić diodę LED – czerwony przycisk na mackie.**
Poczekać na ustabilizowanie wskazań (ok. 5 s) i odczytać napięcie baterii oraz prąd pobierany przez obciążenie.
- 2.4. Na podstawie uzyskanych wyników wyznaczyć rezystancję wewnętrzną baterii.
- 2.5. **Wyłączyć diodę** i przełączyć układ na zasilanie z zasilacza – Tryb L- Zasilacz (przełącznik na mackie pomiarowej).
- 2.6. Na wyjściu zasilacza ustawić napięcie zgodne ze zmierzonym w punkcie 2.2 napięciem baterii bez obciążenia.
- 2.7. Potencjometr „Rw” na mackie pomiarowej ustawić w położenie skrajne prawe.
- 2.8. Włączyć obciążenie – diodę LED - **Włącz diodę.**
- 2.9. Zmniejszać powoli rezystancję „Rw” do uzyskania wskazań amperomierza i woltomierza najbardziej zbliżonych do rezultatów przy pomiarze obciążonej baterii.

- 2.10. Po wyłączeniu Diody LED i przełączeniu w Tryb P-Bateria odłączyć od makiety multimetr-woltomierz i przełączyć go w tryb pomiaru rezystancji - omomierz. Omomierz przyłączyć go do gniazd R_w makiety i zmierzyć ustawioną rezystancję potencjometru odczytać rezystancję potencjometru.
- 2.11. Porównać wartość rezystora „ R_w ” z obliczoną rezystancją wewnętrzną baterii.

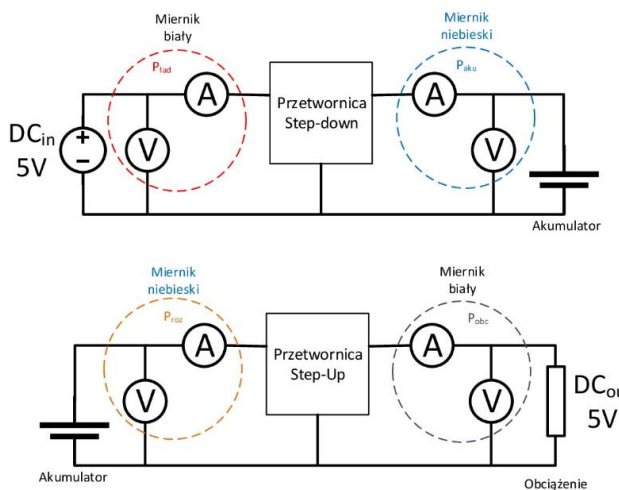
Uwaga: W sprawozdaniu oszacować błąd pomiaru i porównania. Sformułować wnioski.

Zadanie 3 -Pomiar sprawności przetwarzania energii na przykładzie ładowania/rozładowywania powerbanka

Każdy układ przetwarzania energii charakteryzuje się określonymi stratami, co w efekcie przekłada się na sprawność procesu mniejszą od 100%. Zagadnienie to jest np. bardzo istotne w układach zasilania wszystkich urządzeń z akumulatorami, w tym telefonów i samochodów elektrycznych, pozyskiwania energii z paneli fotowoltaicznych, czy sprawności układów gromadzenia energii. W ramach ćwiczenia przeanalizujemy sprawność układu powerbanka. W układzie takim występują dwie przetwornice – ładująca – dopasowująca napięcie wejściowe ładowania – typowo 5V do napięcia akumulatora powerbanka i druga – wyjściowa – przetwarzająca napięcie akumulatora do stabilizowanego napięcia wyjściowego – typowo również 5V. Obecnie w powerbankach (ale nie tylko) powszechnie stosuje się akumulatory litowo-jonowe o napięciu znamionowym 3,7V i zakresie pracy od ok. 2,7 do 4,2V.

Uwaga w zadaniu wyznacza się tylko sprawność przetwarzania energii przy ładowaniu i rozładowaniu – pomijając sprawność samego akumulatora – czyli stosunek energii pobranej przez akumulator przy ładowaniu do energii oddanej przy rozładowywaniu.

Zadanie będzie realizowane w układzie jak na rysunku poniżej:



Realizacja zadania 4:

- 4.1. Włączyć makietę powerbanka – mierniki na makiecie powinny zacząć wyświetlać wyniki.
- 4.2. Zestawić układ ładowania powerbanka – przełącznik w położeniu **ŁADOWANIE**
- 4.3. Zmierzyć prąd i napięcie pobierane ze źródła zasilania (biały miernik UNI-T).

- 4.4. Zmierzyć prąd i napięcie doprowadzane do akumulatora (niebieski miernik).
- 4.5. Na podstawie pomiaru prądu i napięcia wyznaczyć moc zasilania (P_{zas}) i moc ładowania (P_{aku}).
- 4.6. Wyznaczyć sprawność ładowania jako $P_{lad}=P_{aku}/P_{zas} \cdot 100\%$.
- 4.7. Pomiar powtórzyć kilka razy w odstępie min. 1 minuty.
- 4.8. Zestawić układ rozładowywania powerbanka – przełącznik w położeniu **ROZŁADOWANIE**.
- 4.9. Zmierzyć napięcie i prąd pobierany z akumulatora (miernik niebieski).
- 4.10. Zmierzyć napięcie i prąd oddawany do obciążenia (miernik biały UNI-T).
- 4.11. Na podstawie pomiaru prądu i napięcia wyznaczyć moc pobieraną z akumulatora (P_{roz}) i moc oddawaną do obciążenia (P_{obc}).
- 4.12. Wyznaczyć sprawność oddawania mocy jako $P_{roz}=P_{obc}/P_{roz} \cdot 100\%$.
- 4.13. Pomiar powtórzyć kilka razy w odstępie min. 1 minuty – dla dwóch różnych obciążeń powerbanka - przełącznik – Obciążenie 1 – Obciążenie 2
- 4.14. Wyznaczyć całkowita sprawność procesu jako $P_{total}=P_{lad} \cdot P_{roz}$

*Uwaga: W sprawozdaniu określić niepewność wyznaczenia mocy (P_{zas} , P_{aku} , P_{roz} , P_{obc}).
Przeanalizować wyniki i sformułować wnioski.*

V. UWAGI DO WYKONANIA SPRAWOZDANIA

5.1. Pomiar mocy

- 5.1.1. Oblicz moc $P = U \cdot I$.
- 5.1.2. Wyznaczyć niepewności pomiarowe przyrządów (niezbędne dane i formuły podane w dokumentacji technicznej).
- 5.1.3. Wyznaczyć niepewność względną graniczną pomiaru mocy: $\delta P = \delta U + \delta I$
- 5.1.4. Poprawnie zapisać wyniki obliczeń.

5.2. Rzeczywiste źródło napięcia – impedancja wewnętrzna

- 5.2.1. Rezystancję wewnętrzną baterii można wyznaczyć ze wzoru:

$$\mathcal{E} = I \cdot R_w + I \frac{U_o}{I}$$

$$R_w = \frac{\mathcal{E} - U_o}{I}$$

\mathcal{E} [V]– napięcie bez obciążenia (SEM – siła elektromotoryczna), U_o [V]– napięcie pod obciążeniem, I [A] – prąd obciążenia