

Politechnika Rzeszowska
im. Ignacego Łukasiewicza



Instrukcja do laboratorium numer 2

POMIAR NAPIĘCIA, PRĄDU I MOCY W OBWODACH PRĄDU STAŁEGO

ZAWARTOŚĆ

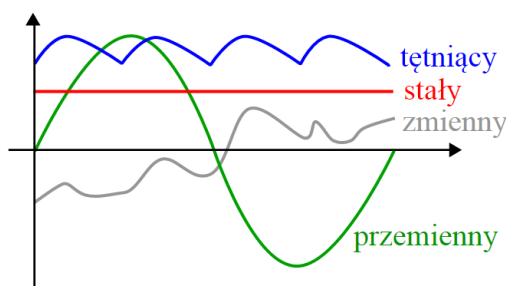
Wprowadzenie	3
Definicje zagadnień podstawowych	3
Pomiary wielkości elektrycznych	3
Elementy składowe modułu DC-BM.....	6
Zadanie 1	7
Zadanie 2	8
Zadanie 3	9
Zadanie 4	9
Opracowanie wyników pomiarowych.....	11

WPROWADZENIE

DEFINICJE ZAGADNIENŃ PODSTAWOWYCH

Prąd elektryczny to uporządkowany ruch ładunków elektrycznych (elektronów w metalach, jonów w elektrolitach i gazach). W przypadku prądu stałego (ang. direct current, DC) ruch ten ma stały zwrot oraz kierunek, inaczej niż dla prądu zmiennego (ang. alternating current, AC) gdzie parametry te są zmienne w czasie. Ze względu na charakter zmian można wyróżnić:

- *prąd okresowo zmienny*
- *prąd tętniący*
- *prąd nieokresowy*
- *prąd przemienny.*



RYS. 1 RODZAJE PRĄDU ZMIENNEGO

Podanie na wejście układu prądu stałego determinuje, że do zasilanego urządzenia dostarczana jest moc o stałej wartości chwilowej. Jest to istotne dla większości układów wzmacniających i przetwarzających sygnały, dlatego półprzewodnikowe układy elektroniczne zasilane są napięciem o stałej wartości. Pozwala to na swobodne stosowanie w ich przypadku przenośnych źródeł zasilania (akumulatorów lub baterii). Do zasilenia urządzeń pracujących w warunkach dostępu do energii z sieci wykorzystywane są zasilacze prądu stałego. Zasilacz prądu stałego jest urządzeniem, które wykorzystując elementy prostujące, filtrujące oraz układy stabilizujące przekształca prąd zmienny na prąd stały o określonym napięciu.

POMIARY WIELKOŚCI ELEKTRYCZNYCH

Urządzenie do pomiaru napięcia elektrycznego to **woltomierz**. Powinien zostać podłączony równolegle do elementu na którym mierzymy napięcie. Idealny woltomierz posiada nieskończenie dużą rezystancję wewnętrzną, dlatego oczekuje się od niego pomijalnie małego (zerowego) poboru prądu. Rzeczywiste woltomierze posiadają rezystancję wewnętrzną rzędu $M\Omega$.



RYS. 2 PRZYRZĄDY DO POMIARU NAPIĘCIA.

Przyrząd do pomiaru natężenia prądu to **amperomierz**. Powinien zostać podłączony szeregowo z elementem przez który przepływa prąd, którego natężenie mierzymy. Idealny amperomierz posiada nieskończenie małą rezystancję wewnętrzną. Rzeczywista rezystancja wewnętrzna amperomierza jest różna od zera, co w konsekwencji wpływa na zmniejszenie dokładności pomiaru.



RYS. 3 PRZYRZĄDY DO POMIARU PRĄDU.

Zazwyczaj do pomiaru napięć i prądów używa się miernika uniwersalnego, w formie urządzenia cyfrowego zwanego **multimetrem**. Łączy on w sobie funkcje amperomierza i woltomierza. Dodatkowo, w zależności od modelu, może mieć również opcję pomiaru wielkości takich jak rezystancja, pojemność, częstotliwość itp.



RYS. 4 PRZYKŁADY MULTIMETRÓW CYFROWYCH

Moc układu elektrycznego to iloczyn napięcia i prądu. Dla dowolnego odbiornika w obwodzie prądu stałego moc wyznaczyć można ze wzoru:

$$P = U \cdot I \quad (1)$$

gdzie:

P – moc,

U – stałe napięcie elektryczne,

I – stały prąd elektryczny.

Uwzględniając prawo Ohma, moc można wyrazić także przy pomocy rezystancji:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (2)$$

$$P = I^2 \cdot R \quad (3)$$

gdzie:

R – rezystancja.

Wzory (1), (2) i (3) pokazują, że taką samą moc można osiągnąć przy różnych wartościach napięcia i natężenia prądu. Wnioski wynikające z powyższych wzorów są niezwykle istotne dla układów dużej mocy, w których istnieje problem związany ze stratami energii wskutek oddawania ciepła.

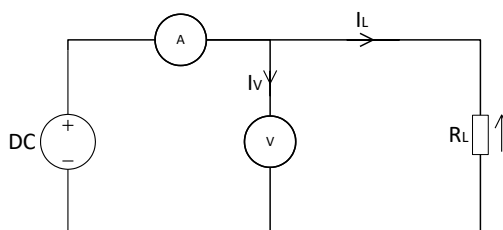
Straty cieplne na elemencie są wprost proporcjonalne do kwadratu natężenia prądu przepływającego przez przewodnik. Z tego powodu w układach o dużej mocy dąży się do zasilania ich jak najwyższym możliwym napięciem, co przekłada się na niższe natężenie prądu przepływającego przez element przy tej samej wymaganej mocy.

Pomiarów mocy w obwodach prądu stałego można dokonać metodą bezpośrednią przy pomocy **watomierza** lub metodą pośrednią (**techniczną**) przez pomiar napięcia i prądu w obwodzie. W przypadku gdy mamy do czynienia z odbiornikiem o znanej rezystancji, w celu określenia mocy na nim wydzielanej wystarczy dokonać pomiaru napięcia na jego zaciskach lub prądu przez niego przepływającego i korzystając ze wzoru (1), (2) lub (3) wyliczyć moc.

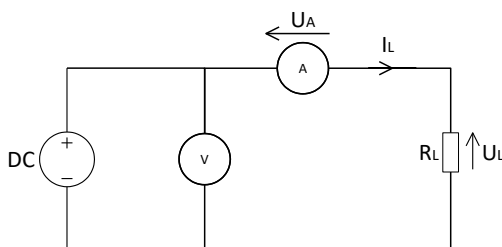
W przypadku pomiaru metodą techniczną należy uwzględnić **błędy pomiarowe** pochodzące od każdego z przyrządów oraz ich wpływ na wynik końcowy. W zależności od konfiguracji układu pomiarowego (miejsca wpięcia amperomierza lub bocznika dedykowanego do pomiaru prądu i woltomierza) mówimy o pomiarach w układzie **poprawnie mierzonego napięcia (Rysunek 3)** oraz o układzie **poprawnie mierzonego prądu (Rysunek 4)**.

W układzie poprawnie mierzonego napięcia woltomierz jest połączony równolegle do obciążenia, co powoduje, że amperomierz mierzy prąd przepływający przez obciążenie oraz rezystancję wewnętrzną woltomierza.

W układzie poprawnie mierzonego prądu amperomierz jest połączony szeregowo z obciążeniem, w konsekwencji woltomierz mierzy sumę spadku napięcia na obciążeniu oraz rezystancji wewnętrznej amperomierza.



RYSUNEK 1 UKŁAD POPRAWNIE MIERZONEGO NAPIĘCIA



RYSUNEK 2 UKŁAD POPRAWNIE MIERZONEGO PRĄDU

ELEMENTY SKŁADOWE MODUŁU DC-BM

Pracując z tym ćwiczeniem będziemy mierzyć napięcia i prądy po to żeby określać rezystancje odbiorników oraz moc przez nie pobieraną. W skład zestawu *DC-BM* (rys. 5) wchodzi:

Zasilacz stabilizowany o czterech wartościach napięcia wyjściowego (oznaczonych V1, V2, V3 i V4). Wybór napięcia zasilania realizowany jest przy pomocy przełącznika *Voltage Selection*.

Dwa boczniaki pomiarowe o rezystancji 1Ω (R_{B1}) i 10Ω (R_{B2}) pozwalające na pomiar natężenia prądu pośrednio przez pomiar spadku napięcia (na boczniku o znanej rezystancji) (*Baypass selection*).

Wyjście pomiarowe (CON3) umożliwiające podpięcie zewnętrznego amperomierza (cały prąd będzie płynął przez załączony do tego zacisku amperomierz).

Należy pamiętać, że nie każdy amperomierz będzie spełniał nasze oczekiwania (rezystancja idealnego amperomierza powinna wynosić 0Ω). Podłączyć różne amperomierze po konsultacji z prowadzącym zajęcia).

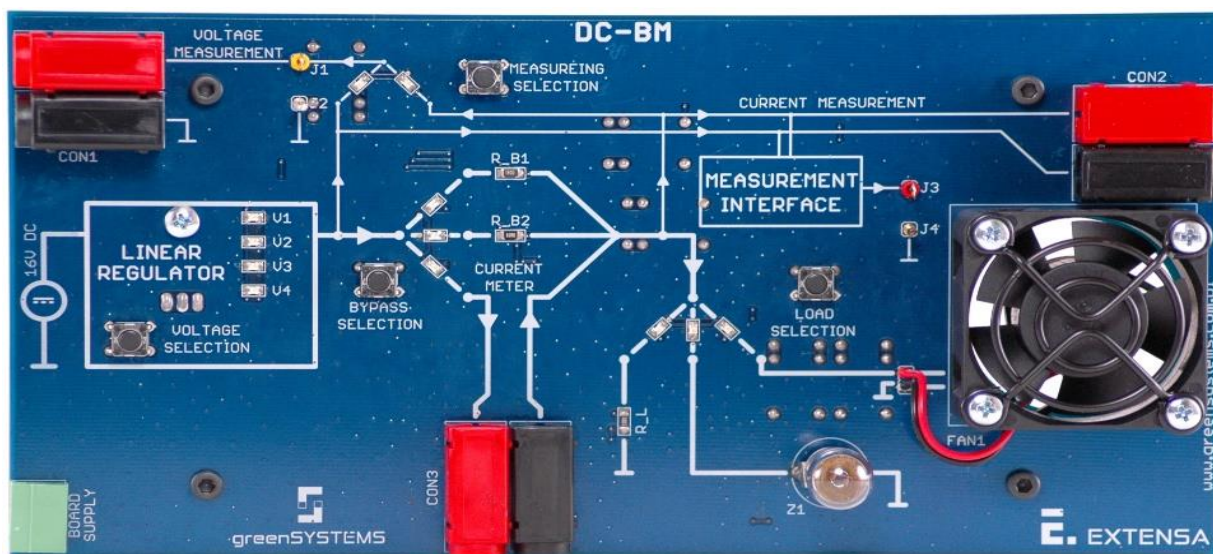
UWAGA:

W przypadku pomiaru z wykorzystaniem boczników należy wypiąć amperomierz ze złącza CON3. Wybór trybu pomiaru następuje przy użyciu przełącznika *Baypass Selection*.

Do dyspozycji są **Trzy obciążenia**

- Rezystor o rezystancji $1k\Omega$ (R_L)
- Żarówka (Z1)
- Wentylator (FAN1).

Wyboru obciążenia dokonuje się przy pomocy przełącznika *Load Selection*. Mamy jeszcze **Wzmacniacz pomiarowy** o wzmocnieniu 10 V/V, minimalnym napięciu wyjściowym 30mV oraz maksymalnym napięciu wyjściowym 12V. **Przełącznik Measureing Selection** umożliwia wybór konfiguracji pomiarowej w układzie poprawnie mierzonego napięcia lub poprawnie mierzonego prądu.



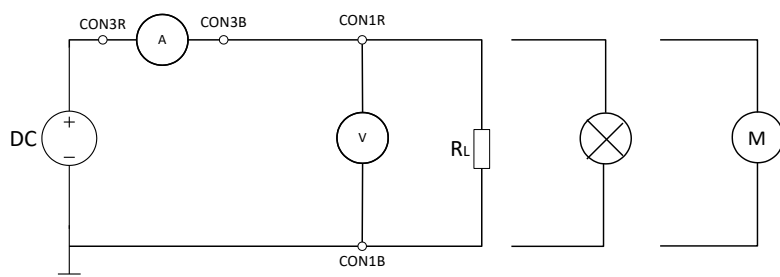
RYSUNEK 3 MODUŁ DC-BM

Przebieg ćwiczenia

ZADANIE 1

Pomiary napięcia i prądu w obwodzie o zmieniającym się obciążeniu. Pomiary z wykorzystaniem amperomierza i woltomierza – metoda poprawnie mierzonego napięcia.

Zestawić układ pomiarowy zgodnie z kolejnymi schematami jak na Rys. 4. Wykonać pomiary napięcia i prądu w obwodzie dla różnych obciążeń (rezystor, żarówka, wentylator), w układzie poprawnie mierzonego napięcia. Pomiary przeprowadzić z wykorzystaniem amperomierza i woltomierza. Zmianę obciążenia realizować wciskając mikroprzełącznik (*Load Selection*). Dokonać pomiaru napięcia i natężenia prądu dla każdego z czterech napięć wejściowych (*Voltage Selection*)



RYSUNEK 4 SCHEMAT ZADANEGO OBWODU

Wyniki zanotować w tabeli wraz z informacją o rozdzielczości wykorzystanych przyrządów pomiarowych. Przykład tabeli do odnotowania wyników pomiarowych i późniejszych obliczeń dla wybranego obciążenia przedstawia Tabela 1. Za każdym razem należy przyjmować dokładność pomiaru jako ostatnie wyświetlane miejsce na mierniku. Przykładowo odczyt **174.25** na zakresie 200 mA oznacza, że mierzony prąd to ok. 174.25 mA, rozdzielczość amperomierza ΔI wynosi 0.01 mA. Zwracać należy szczególną uwagę czy nie nastąpiła automatyczna zmiana zakresu pomiarowego mierników. Jeżeli tak należy to odnotować w tabeli (ma to wpływ na obliczenia niepewności pomiarowych).

TABELA 1 POMIARY Z WYKORZYSTANIEM AMPEROMIERZA I WOLTOMIERZA

L.p.	U_{we} [V]	U [V]	ΔU [V]	I [A]	ΔI [A]	$U(U)$ [V]	$U(I)$ [A]	P [W]	$U(P)$ [W]
1.	V1								
2.	V2								
3.	V3								
4.	V4								

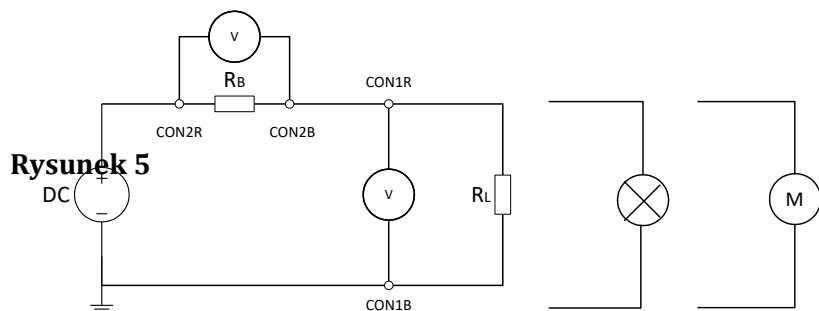
Obszar zacieniony w tabeli przeznaczony jest na obliczenia, które należy przeprowadzić w domu.

U_{we} – nastawiona wartość napięcia zasilającego, R_B – rezystancja bocznika, U – mierzone napięcie, ΔU – rozdzielczość woltomierza, I – zmierzony prąd, ΔI – rozdzielczość amperomierza, $U(U)$ – wyliczona niepewność pomiaru napięcia, $U(I)$ – wyliczona niepewność pomiaru prądu, P – wyliczona moc pobierana przez obciążenie, $U(P)$ – wyliczona niepewność pomiaru mocy.

ZADANIE 2

Pomiary napięcia i prądu w obwodzie o zmieniającym się obciążeniu. Pomiary z wykorzystaniem dwóch woltomierzy – metoda poprawnie mierzonego napięcia.

Zestawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na Rys. 5.



RYSUNEK 5 SCHEMAT ZADANEGO OBWODU

Wykonać pomiary napięcia i prądu w obwodzie dla różnych obciążeń (rezystor, żarówka, silnik), w układzie poprawnie mierzonego napięcia. Pomiary przeprowadzić z wykorzystaniem dwóch woltomierzy. Zmianę obciążenia realizować wciskając mikroprzełącznik (*Load Selection*). Dokonać pomiaru napięcia i natężenia prądu dla każdego z czterech możliwych napięć wejściowych (*Voltage Selection*). Prąd obliczyć korzystając z pomiaru spadku napięcia na boczniku R_B o znanej rezystancji. Dokonać pomiarów dla wszystkich kombinacji napięcia wejściowego i rezystancji bocznika (mamy do dyspozycji dwa boczniki $R_B=1\Omega$ i $R_B=10\Omega$).

Poniżej przykład tabeli do odnotowania wyników pomiarowych i późniejszych obliczeń.

TABELA 2 POMIARY Z WYKORZYSTANIEM DWÓCH WOLTOMIERZY

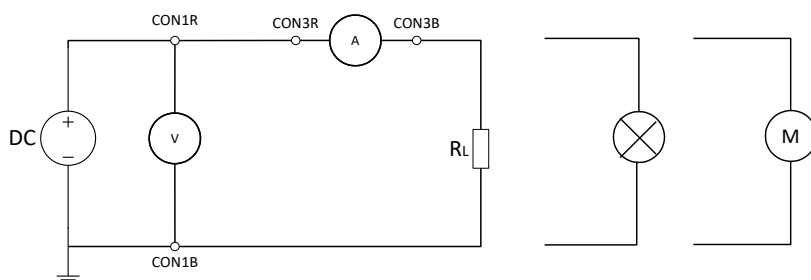
L.p.	U_{we} [V]	R_B [Ω]	U_1 [V]	ΔU_1 [V]	U_2 [V]	ΔU_2 [V]	I [A]	$U(U)$ [V]	$U(I)$ [A]	P [W]	$U(P)$ [W]	P_B [W]
1.	V1	1										
2.	V2	1										
3.	V3	1										
4.	V4	1										
5.	V1	10										
6.	V2	10										
7.	V3	10										
8.	V4	10										

U_{we} – nastawiona wartość napięcia zasilającego, R_B – rezystancja bocznika, U – mierzone napięcie, ΔU – rozdzielczość woltomierza, I – wyliczony prąd, $U(U)$ – wyliczona niepewność pomiaru napięcia, $U(I)$ – wyliczona niepewność pomiaru prądu, P – wyliczona moc pobierana przez obciążenie, $U(P)$ – wyliczona niepewność pomiaru mocy, P_B – wyliczona moc wydzielająca się na boczniku.

ZADANIE 3

Pomiary napięcia i prądu w obwodzie o zmieniającym się obciążeniu. Pomiary z wykorzystaniem amperomierza i woltomierza – metoda poprawnie mierzonego prądu.

Zestawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na Rys. 6.



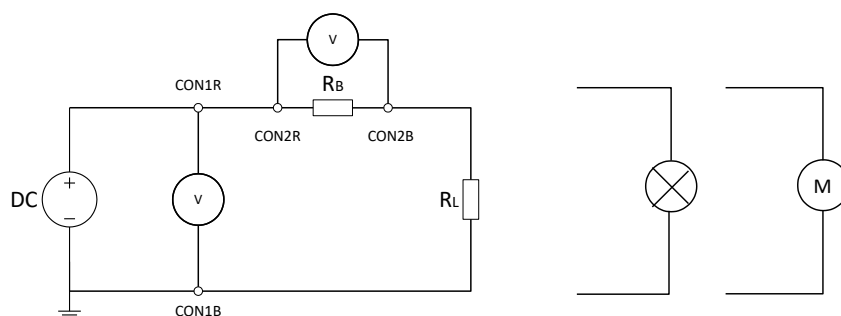
RYSUNEK 6 SCHEMAT ZADANEGO OBWODU

Zestawić układ pomiarowy zgodnie z kolejnymi schematami jak na Rys. 6. Wykonać pomiary napięcia i prądu w obwodzie dla różnych obciążeń (rezystor, żarówka, silnik), w układzie poprawnie mierzonego prądu. Pomiary przeprowadzić z wykorzystaniem amperomierza i woltomierza. Zmianę obciążenia realizować wciskając mikroprzełącznik (*Load Selection*). Dokonać pomiaru napięcia i natężenia prądu dla każdego z napięć wejściowych (*Voltage Selection*). Do zapisania danych pomiarowych i późniejszych obliczeń wykorzystać wzór Tabeli 1.

ZADANIE 4

Pomiary napięcia i prądu w obwodzie o zmieniającym się obciążeniu. Pomiary z wykorzystaniem dwóch woltomierzy – metoda poprawnie mierzonego prądu.

Zestawić układ pomiarowy zgodnie ze schematem przedstawionym na Rys. 7.



RYSUNEK 7 SCHEMAT ZADANEGO OBWODU

Wykonać pomiary napięcia i prądu w obwodzie dla różnych obciążeń (rezystor, żarówka, silnik), w układzie poprawnie mierzonego prądu. Pomiary przeprowadzić z wykorzystaniem dwóch

woltomierzy. Zmianę obciążenia realizować wciskając mikroprzełącznik (*Load Selection*). Dokonać pomiaru napięcia i natężenia prądu dla każdego z napięć wejściowych (*Voltage Selection*). Prąd obliczyć korzystając z pomiaru spadku napięcia na boczniku R_B o znanej rezystancji. Dokonać pomiarów dla wszystkich kombinacji napięcia wejściowego i rezystancji bocznika (mamy do dyspozycji dwa boczники $R_B=1\Omega$ i $R_B=10\Omega$).

Dane pomiarowe i wyniki obliczeń umieścić według wzoru Tabeli 2.

OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIAROWYCH

Każda osoba z zespołu przygotowuje własne sprawozdanie zawierające:

- stronę tytułową (według wzoru z zajęć wprowadzających),
- wstęp teoretyczny zawierających najistotniejsze według osoby przygotowującej sprawozdanie informacje i wzory wykorzystywane w obliczeniach,
- tabele pomiarowo/obliczeniowe,
- pod tabelami obowiązkowo przykładowe obliczenia wyznaczanych parametrów i ich niepewności,
- wnioski i uwagi.

Do teczek zespołu laboratoryjnego należy dołączyć 1 egz. podpisanych przez prowadzącego tabel pomiarowych.

Szczegółowy zakres czynności:

1. Na podstawie uzyskanych pomiarów wyliczyć moc pobieraną przez obciążenia dla różnych wartości napięcia zasilającego. Podać wzory, z których korzystano przy obliczeniach, zamieścić przykładowe obliczenia.
2. Oszacować niepewności pomiarowe pomiarów bezpośrednich i pośrednich wartości U i I
3. Wyliczyć niepewności pomiaru mocy dla każdego z przypadków. W tym celu wykorzystać prawo propagacji niepewności w pomiarach pośrednich.
4. Porównać wyliczone wartości mocy P .
5. Określić spadek napięcia na boczniku pomiarowym oraz moc na nim wydzielaną dla każdego z przypadków gdzie dokonywany był pomiar z wykorzystaniem dwóch woltomierzy. Określić, jaki ma to wpływ na pomiar w badanym układzie, a jaki może mieć dla innych pomiarów np. w obwodach dużej mocy, w obwodach mikro-mocowych oraz w obwodach wysokiego napięcia i w obwodach zasilanych bardzo niskim napięciem (o wartościach rzędu miliwoltów).
6. Sformułować i zapisać wnioski.