

# Sprawdzanie prawdziwości praw Ohma i Kirchoffa

Hubert Ładziński

31 maja 2017

## 1 Streszczenie

W pracy badano zgodność praw Ohma i Kirchoffa z rzeczywistością. Wyniki pomiarów potwierdzają ich słuszność, tak sprawdzone prawa posłużyły do wyznaczenia siły elektromotorycznej  $\varepsilon = 1,538$  [V] oraz oporu baterii  $r_w = 0,0005$  [ $\Omega$ ].

## 2 Wstęp

Prawdziwość prawa Ohma sprawdzano wybierając jeden z oporników kiloomowych, który następnie włączono do układu z zasilaczem prądu stałego i mierzono napięcie oraz natężenie na tym oporniku ośmiokrotnie zmieniając napięcie. Kolejne doświadczenie polegało na zbudowaniu układu widocznego na rysunku 1 z oporników  $R_1$ ,  $R_2$  oraz  $R_3$  połączonych szeregowo podłączonych do zasilacza prądu stałego, następnie zmierzono napięcia na poszczególnych opornikach oraz na całym układzie. Trzecie doświadczenie było analogiczne do drugiego ale z opornikami połączonymi równolegle, w tym doświadczeniu mierzono natężenie na poszczególnych opornikach i całości układu. Ostatnią częścią badań był układ z baterią i opornikiem poniżej 1 k $\Omega$ , w tej części mierzono napięcie na baterii i natężenie w obwodzie. Pomiar powtórzono pięciokrotnie z wykorzystaniem różnych oporników. Dane zebrane w doświadczeniu czwartym pozwoliły z wykorzystaniem praw Ohma i Kirchoffa wyznaczyć opór wewnętrzny i siłę elektromotoryczną baterii. W raporcie zostanie również przedstawiona wizualna weryfikacja oceny zgodności modelowego rozkładu Gaussa z doświadczalnym rozkładem wyników pomiaru okresu drgań wahadła.

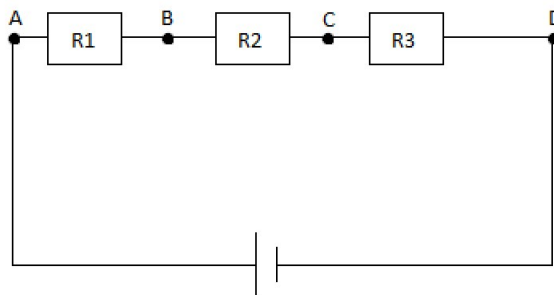
### 3 Układ doświadczalny i pomiary

Do pomiarów napięcia i natężenia używano miernika Brymen 805, przy pomiarach natężenia używano miernika CHY. W pierwszym doświadczeniu podłączono opornik  $83\text{ k}\Omega$  jak zostało to opisane we wstępie. Wyniki tej części znajdują się w tabelii numer 1.

Tabela 1: Pomiar napięcia i natężenia na oporniku  $83\text{ k}\Omega$

	1	2	3	4	5	6	7	8
Napięcie[V]	1,073	1,520	1,991	2,578	2,980	3,485	3,992	4,56
Natężenie[ $\mu\text{A}$ ]	13,0	18,4	24,1	31,2	36,1	42,2	48,4	55,4

W doświadczeniu numer 2 użyto oporników  $R_1 = 83,3\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 81,3\text{ k}\Omega$  oraz  $R_3 = 94,4\text{ k}\Omega$ . Dla pięciu różnych napięć A-D mierzono napięcia na poszczególnych opornikach miernikiem Brymen 805. Wyniki znajdują się w tabelii numer 2. W doświadczeniu 3 użyto tych samych oporników co w doświadczeniu



Rysunek 1: Obwód z doświadczenia 2

Tabela 2: Dane z doświadczenia 2

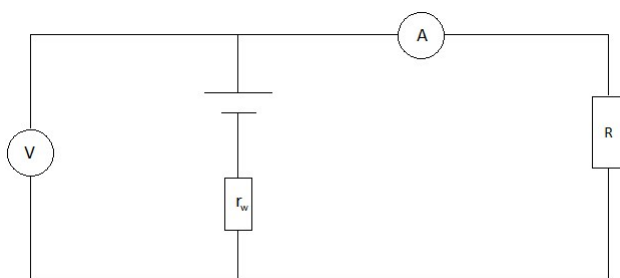
	1	2	3	4	5
$V_{A-B}$ [V]	0,321	0,499	0,652	0,817	0,943
$V_{B-C}$ [V]	0,313	0,486	0,635	0,796	0,919
$V_{C-D}$ [V]	0,362	0,564	0,738	0,924	1,066
$V_{A-D}$ [V]	1,002	1,561	2,037	2,550	2,944

2, połączenie zostało zmienione na równoległe a pomiar obejmował mierzenie miernikiem Brymen 805 natężenie na poszczególnych opornikach oraz na całości. Opór całkowity układu  $R_c$  wyniósł  $28,71\text{ k}\Omega$ . Wyniki znajdują się w tabeli 3.

Tabela 3: Wyniki doświadczenia 3

	R1	R2	R3	Całość
Natężenie [ $\mu A$ ]	19,9	19,4	16,5	56,2

Przy doświadczeniu z baterią zostało użytych 5 oporników  $R_1 = 476 \Omega$ ,  $R_2 = 51,7 \Omega$ ,  $R_3 = 29,6 \Omega$ ,  $R_4 = 225,5 \Omega$  oraz  $R_5 = 72,8 \Omega$ . Po kolei każdy z oporników był wpinany do układu przedstawionego na rysunku 2 w miejsce opornika R. Następnie mierzono napięcie i natężenie w obwodzie odpowiednio miernikami Brymen 805 i CHY. Wyniki pomiarów znajdują się w tabeli 4.



Rysunek 2: Obwód z doświadczenia z baterią

Tabela 4: Wyniki pomiarów z części z baterią

	1	2	3	4	5
Napięcie [V]	1,538	1,526	1,517	1,534	1,528
Natężenie [mA]	3,2	27,5	45,3	6,7	20
Opornik [ $\Omega$ ]	476	51,7	29,6	225,5	72,8

## 4 Analiza danych

Z użyciem danych widniejących w tabeli 1, narysowano wykres numer 1 napięcia od natężenia. Parametry prostej wizualnego najlepszego dopasowania obliczono z punktów (27.5, 2.25) oraz (47.5, 3.875). Prosta ma postać  $U(I) = 0,08125[M\Omega]I[\mu A] + 0,015625[V]$ . Porównując z prawem Ohma 1, które mówi o wprost proporcjonalnej zależności między napięciem i natężeniem

$$U = RI \quad (1)$$

można śmiało stwierdzić, że wyniki pomiarów potwierdzają jego słuszność.

Dane uzyskane w doświadczeniu 2 posłużą do sprawdzenia prawdziwości II prawa Kirchoffa, które mówi że suma spadków napięć na oporach musi się równać sile elektromotorycznej w obwodzie, za którą przyjmujemy  $V_{A-D}$ . Różnica  $|V - V_{A-D}| = (0,006 \pm 0,0048)[V]$ , gdzie

$$V = V_{A-B} + V_{B-C} + V_{C-D} = 0,996[V] \quad (2)$$

daje wynik bliski zeru i osiąga 1,25 odchyień standardowych przez co zarówno wartość  $V$  jak i pomiar  $V_{A-D}$  można uznać za te same wielkości.

Podobnie postępujemy w przypadku wyników z doświadczenia 3. Za ich pomocą sprawdzimy słuszność wzoru na opór zastępczy w przypadku połączenia równoległego wynikającego z praw Kirchoffa. Liczymy różnicę  $|R_c - R| = (0,055 \pm 0,16)[k\Omega]$  gdzie

$$R = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_3 + R_2 R_3 + R_1 R_2} \quad (3)$$

Wynik osiąga 0,34 odchyień standardowych co pozwala uznać obydwie wielkości za jednakowe.

Według tego samego schematu postępujemy sprawdzając prawdziwość I prawa Kirchoffa na podstawie wyników z doświadczenia 3. Różnica  $|I - I_c| = (0,4 \pm 1,28)[\mu A]$  gdzie

$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} \quad (4)$$

W tym przypadku wynik osiąga 0,31 odchyień standardowych co również wskazuje na pomiar jednakowej wielkości fizycznej.

W przypadku doświadczenia z baterią narysowano wykres 2 napięcia od natężenia. Parametry prostej najlepszego wizualnego dopasowania obliczono z punktów  $(25, 1.52625)$  i  $(27.5, 1.525)$ , wynoszą  $U(I) = -0,0005[k\Omega]I[mA] + 1,5387[V]$ . Na podstawie równania 5 wyprowadzonego z II prawa Kirchoffa

$$U = \varepsilon - I r_w \quad (5)$$

można wyznaczyć zarówno opór wewnętrzny baterii  $r_w = 0,5[\Omega]$  oraz SEM  $\varepsilon = 1,5387[V]$ .

## 5 Ocena drgań wahadła z rozkładem Gaussa

Na histogram numer 1 216 pojedynczych drgań wahadła zostały naniesione i połączone punkty gęstości rozkładu Gaussa. W wyniku czego zostały uwzględnione błędy losowe co sprawiło, że rozkład stał się bardziej równomierny co do pola pod powierzchnią w odpowiadających "symetrycznych" przedziałach.

## 6 Dyskusja i wnioski

Dane z pierwszego doświadczenia, wykres 1 oraz prosta nakreślona na wykresie potwierdziły wprost proporcjonalną zależność napięcia od natężenia na oporniku. Natomiast reszta doświadczeń potwierdziła zarówno I jak i II prawo Kirchoffa oraz prawdziwość wzorów na opór zastępczy oporników z nich wynikający. Pomiar natężenia i napięcia w układzie z baterią pomógł również powiązać prawa Kirchoffa z oporem wewnętrznym baterii i SEM.