

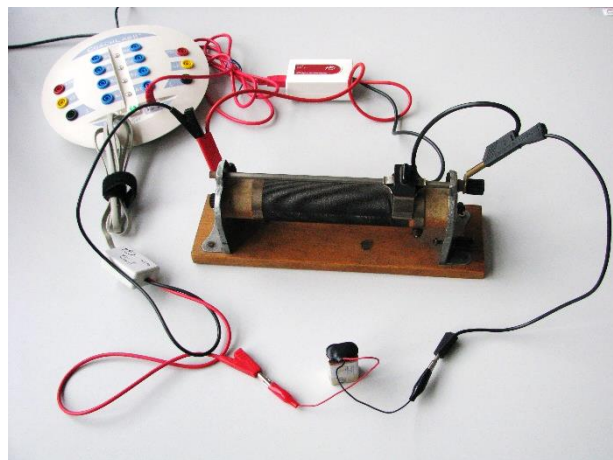
## Opór wewnętrzny baterii. Moc odbiornika

Program: Coach 7

Projekt: [\PTSNDysk](#) \Coach7\45 Opór wewnętrzny baterii. Moc odbiornika

Ćwiczenie: *Opór wewnętrzny baterii.cma7, Moc odbiornika a opór wewnętrzny baterii9V.cma7*

Przykład wyników: *Opór wewnętrzny baterii.cmr 7, Moc odbiornika a opór wewnętrzny baterii 9V.cmr7.*



### Cel ćwiczenia

- Wyznaczanie oporu wewnętrznego i SEM baterii.
- Wykazanie, że w obwodzie zamkniętym, moc odbiornika jest maksymalna gdy opór odbiornika jest równy oporowi wewnętrznemu baterii.

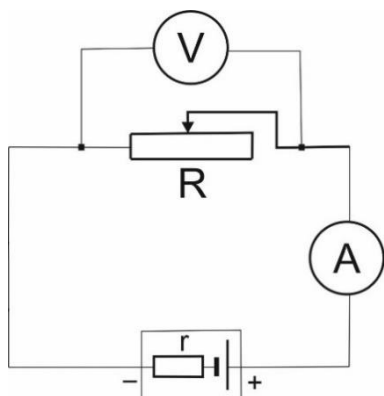
### I. Wyznaczanie oporu wewnętrznego i SEM baterii

Projekt: [\PTSNDysk](#) \Coach7\45 Opór wewnętrzny baterii. Moc odbiornika

Ćwiczenie: *Opór wewnętrzny baterii.cma7,*

Przykład wyników: *Opór wewnętrzny baterii.cmr 7.*

### Układ pomiarowy



Rysunek 1. Schemat.



Rysunek 2. Konsola pomiarowa CoachLabII+.

- Zmontować układ pomiarowy według schematu, użyj baterii R20 – 1,5 V.
- Napięcie na odbiorniku (opornica suwakowa 0 - 20  $\Omega$  ) mierzone przez czujnik napięcia *CMA 0210i* podawane jest na wejście „2 „konsoli pomiarowej.
- Natężenie prądu elektrycznego płynącego w układzie zmierzone przez czujnik natężenia prądu elektrycznego *CMA 0222i* podawane jest na wejście „1” konsoli pomiarowej.
- Wskazania czujników należy ustawić na zero przy braku napięcia. Kliknąć prawym przyciskiem myszy na sterownik czujnika i wybrać *Ustaw/Wyzeruj*.

## Ustawienia parametrów pomiaru

Rodzaj: *Pomiar w funkcji czasu*

Czas pomiaru: *20 s*

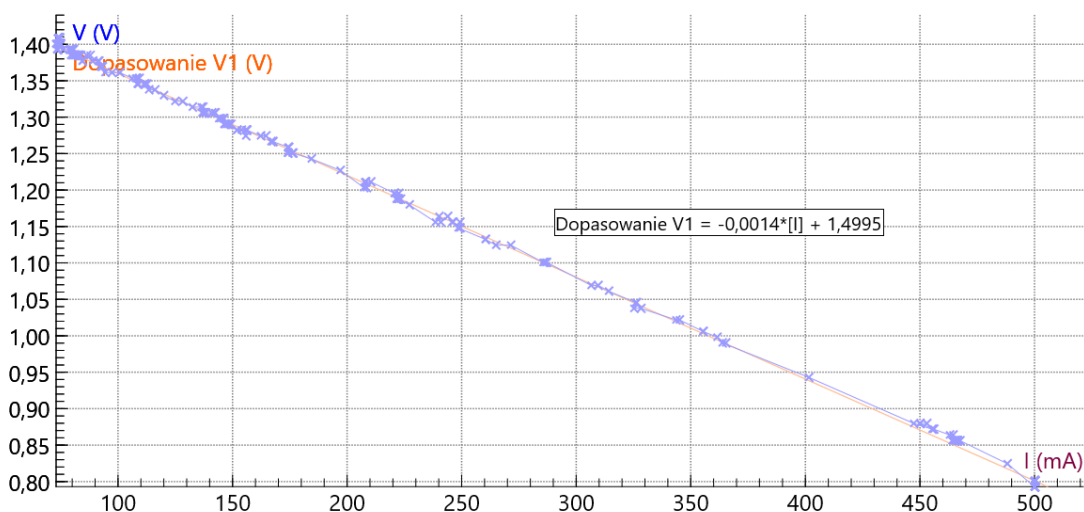
Częstotliwość: *50 na s*

Przygotowane wykresy: 1 -  $V(I)$ , 2 –  $R(I)$ .

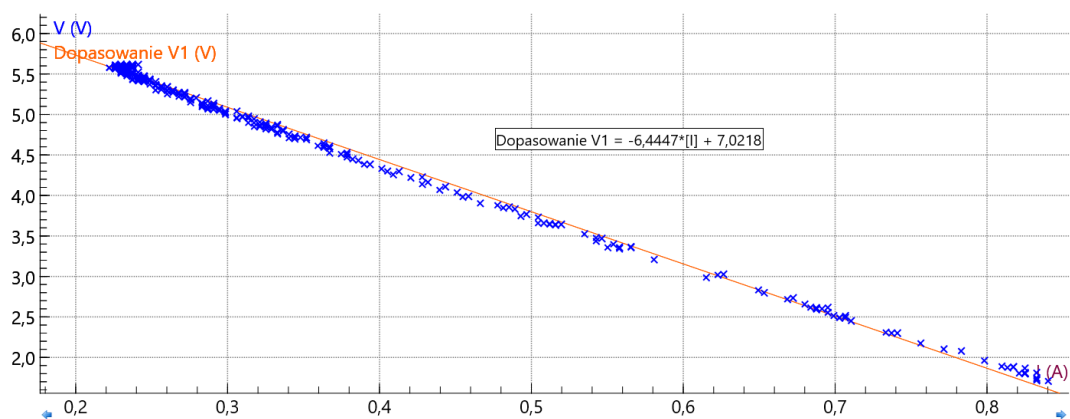
## Pomiar

1. Nacisnąć zielony przycisk "Start" (F9).
2. Powoli zmieniać wartość oporu odbiornika, przesuwając suwak na opornicy suwakowej, powodując zmiany napięcia na zaciskach odbiornika (zwrócić uwagę na wartość natężenia prądu, która nie powinna przekroczyć 500 mA dla czujnika *CMA 0222i*).
3. Powtórz pomiar dla baterii 9V (zmień czujnik natężenia prądu na czujnik *CMA 0221i* o zakresie -5...5 A).

## Wyniki



Rysunek 3. Zależność spadku napięcia na odbiorniku od natężenia prądu płynącego w obwodzie z baterią R20-1,5 V.



Rysunek 4. Zależność spadku napięcia na odbiorniku od natężenia prądu płynącego w obwodzie z baterią 9 V.

Z II prawa Kirchhoffa dla obwodów zamkniętych otrzymujemy :

$$\mathcal{E} - Ir = IR,$$

gdzie -  $\mathcal{E}$  siła elektromotoryczna baterii,  $r$ - opór wewnętrzny baterii,  $I$  – natężenie prądu w obwodzie,  $R$  – wartość oporu odbiornika (opornicy suwakowej). Z prawa Ohma  $U = I \cdot R$ , zatem  $U = -Ir + \mathcal{E}$ .

Na rysunku 3 przedstawiono wykres zależności spadku napięcia na odbiorniku (opornicy suwakowej) od natężenia prądu płynącego w obwodzie dla baterii R20 – 1,5 V. Z dopasowania funkcji liniowej otrzymujemy wartości oporu wewnętrznego  $r = 1,4 \Omega$  oraz SEM  $\mathcal{E} = 1,5$  V.

## II. Wykazanie, że w obwodzie zamkniętym, moc odbiornika jest maksymalna gdy opór odbiornika jest równy oporowi wewnętrznemu baterii.

Projekt: [\PTSNDysk](#) \Coach7\45 Opór wewnętrzny baterii. Moc odbiornika

Ćwiczenie: *Moc odbiornika a opór wewnętrzny baterii.cma7*

Przykład wyników: *Moc odbiornika a opór wewnętrzny baterii9V.cmr7*.

### Układ pomiarowy

- Zmontować układ pomiarowy według schematu z części I dla baterii 9 V.
- Napięcie na odbiorniku (opornica suwakowa) mierzone przez czujnik napięcia *CMA 0210i* podawane jest na wejście „2 „konsoli pomiarowej.
- Natężenie prądu elektrycznego płynącego w układzie zmierzone przez czujnik natężenia prądu elektrycznego *CMA 0221i* podawane jest na wejście „1” konsoli pomiarowej.
- Wskazania czujników należy ustawić na zero przy braku napięcia. Kliknąć prawym przyciskiem myszy na sterownik czujnika i wybrać *Ustaw/Wyzeruj*.

### Ustawienia parametrów pomiaru

Rodzaj: *Pomiar w funkcji czasu*

Czas pomiaru: *20 s*

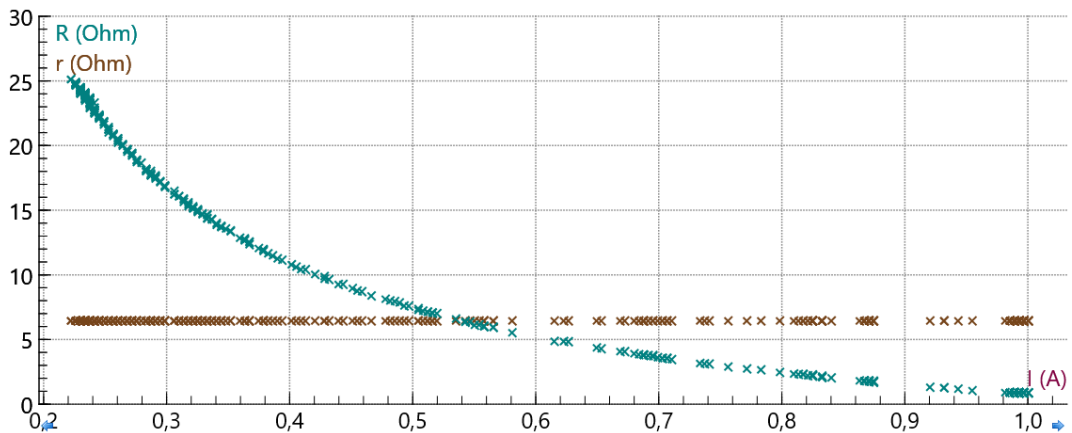
Częstotliwość próbkowania: *50 na s*

Przygotowane wykresy: 1 –  $R, r(I)$ , 2 –  $P(I)$ , 3-  $P(R-r)$ .

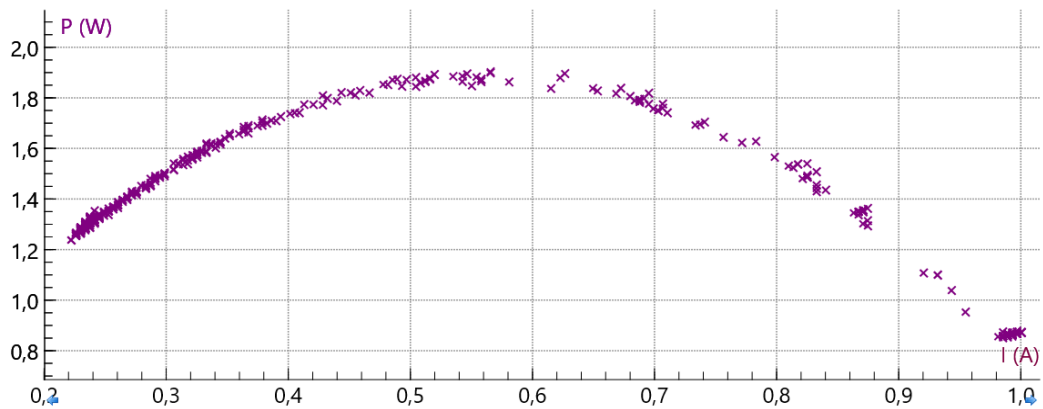
### Pomiar

1. Włączyć pomiar - "*Start*" (F9).
2. Powoli zmieniać wartość oporu odbiornika, przesuwając suwak na opornicy suwakowej, powodując zmiany napięcia na zaciskach odbiornika. Zapisać wyniki.
3. Dla baterii R20 – 1,5 V do układu pomiarowego z I części należy dołączyć, szeregowo do baterii, opornik np. 10  $\Omega$ . Symuluje to zwiększenie oporu wewnętrznego baterii, który będzie równy  $r = 1,4 \Omega + 10 \Omega = 11,4 \Omega$  i umożliwi wykonanie eksperymentu.

## Wyniki



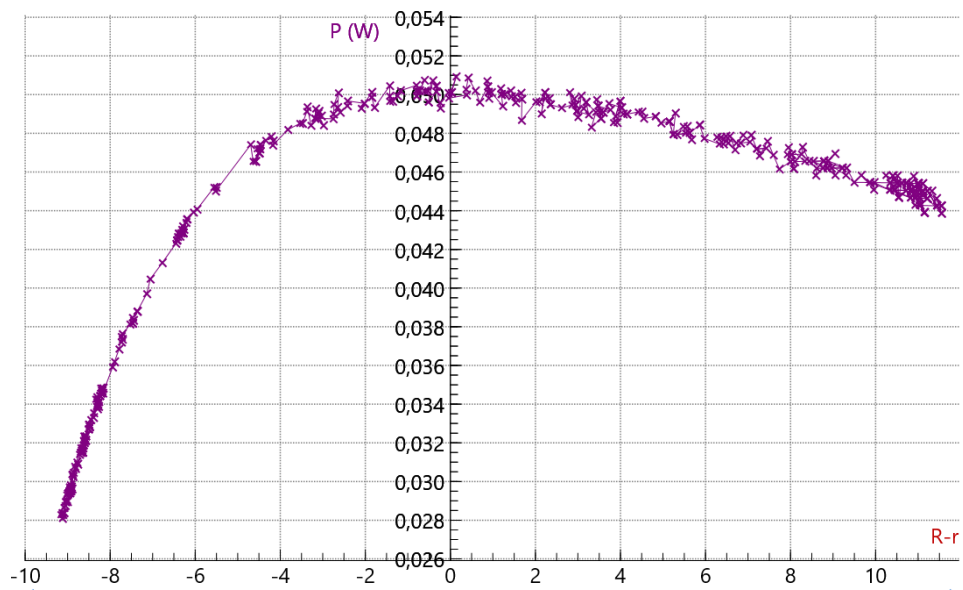
Rysunek 5. Zależność natężenia prądu płynącego w obwodzie od oporu odbiornika (zielone punkty) oraz zależność oporu wewnętrznego baterii 9 V od prądu płynącego w obwodzie.



Rysunek 6. Wykres zależności mocy odbiornika od prądu płynącego w obwodzie.

Na wykresie 6 widać, że w układzie zamkniętym, moc odbiornika jest maksymalna gdy wartość oporu odbiornika jest równa wartości oporu wewnętrznego baterii:  $r = R$ . Można

wykazać, że ta maksymalna moc wynosi  $P = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}$ .



Rysunek 7. Wykres zależności mocy odbiornika od różnicy oporu odbiornika i oporu wewnętrznego baterii 9 V.