

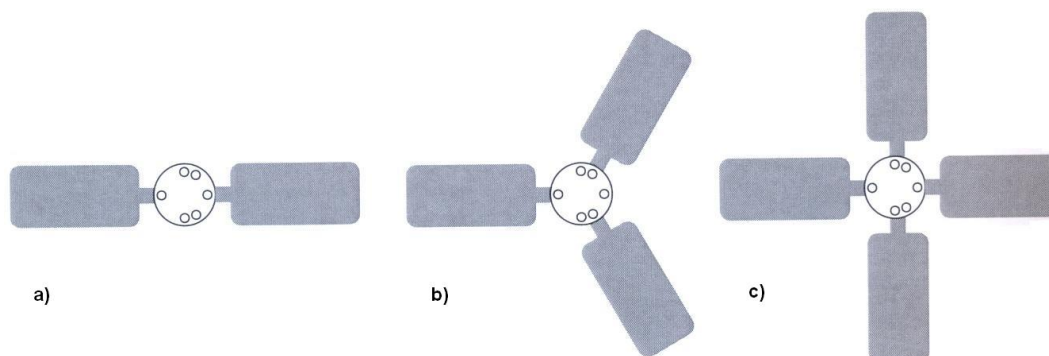
# Ćwiczenie 1

## Współpraca turbiny wiatrowej z magazynami energii elektrycznej

### Opis stanowiska pomiarowego

W skład stanowiska do badań energii wiatru wchodzi:

- płyta – podstawa stanowiska,
- dmuchawa – wentylator z potencjometryczną regulacją prędkości,
- anemometr – wiatromierz z podstawką,
- dwa multimetry – mierniki uniwersalne,
- pokrywa ochronna z podziałką kąтового położenia łopatek (kąta nachylenia),
- osiowa turbina wiatrowa,
- 8 skrzydeł (łopatek): 4 proste i 4 zakrzywione (łukowate), sposób montażu łopatek na osi generatora przedstawiono na rys. 1.1,
- wkrętak (do montażu łopatek),
- przewody pomiarowe,
- przewód zasilający wentylator,
- moduł z magazynami energii (kondensatorem i akumulatorem),
- moduł z silniczkiem i żarówką.



Rys.1.1. Możliwe warianty montażu – rozmieszczenia łopatek na osi generatora wiatrowego:  
a) wirnik dwułopatowy, b) wirnik trójłopatowy, c) wirnik czterołopatowy

Przed przystąpieniem do badań wszystkie elementy powinny znajdować się w odpowiednich miejscach podstawy stanowiska, które wskazuje prowadzący zajęcia. Nie należy rozpoczynać pomiarów bez sprawdzenia poprawności połączeń przez prowadzącego zajęcia.

### Przebieg ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest kompleksowe badanie turbiny wiatrowej we współpracy z magazynami energii. Zakres ćwiczenia obejmuje wykonanie wybranych eksperymentów.

Pomiary oraz sprawozdanie końcowe należy wykonywać według zamieszczonych poniżej wskazówek.

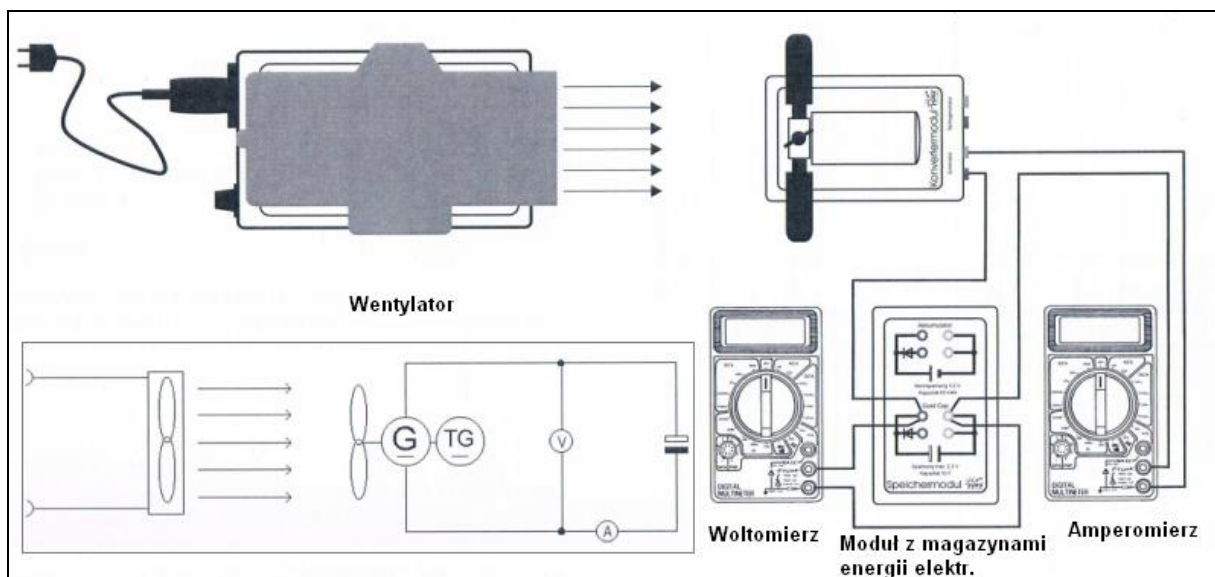
### **Eksperyment nr 1** **Proces ładowania kondensatora za pomocą turbiny wiatrowej**

Elementy stanowiska pomiarowego (rys.1.2-1.3):

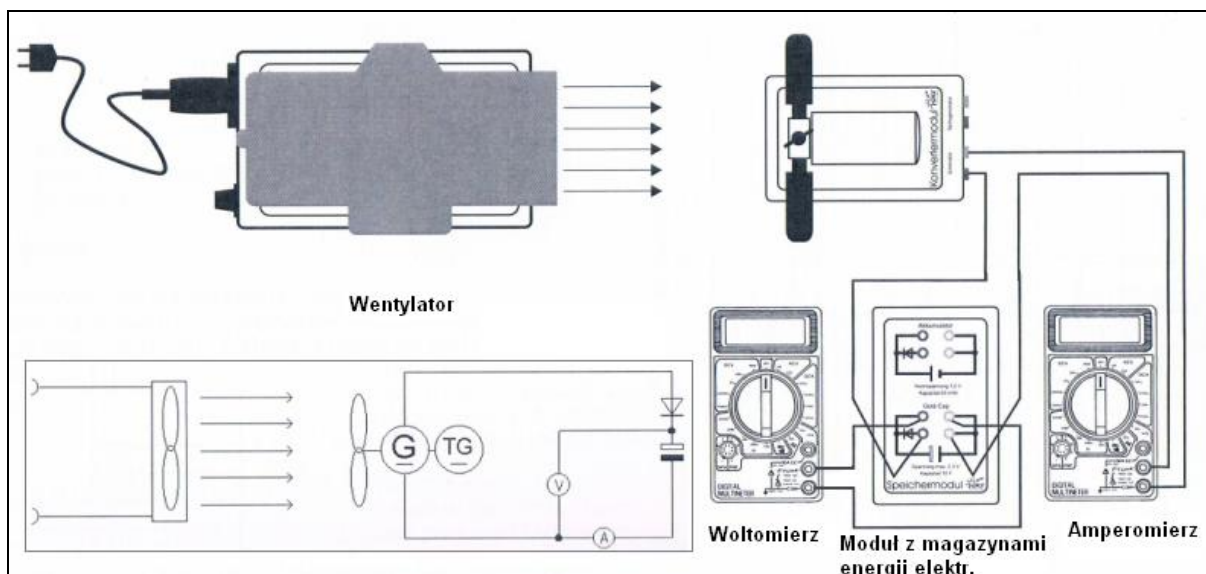
- podstawa,
- wentylator,
- wiatromierz,
- turbina wiatrowa z łopatkami,
- mierniki uniwersalne (woltomierz i amperomierz),
- moduł z magazynami energii,
- moduł z silniczkiem i żarówką.

Do badań należy przyjąć następujące ustawienia:

- 4 łopatki,
- kształt łopatek: zakrzywione,
- kąt nachylenia łopatek:  $60^\circ$ ,
- prędkość wiatru: 8-9 m/s.



Rys.1.2. Schemat ideowy oraz elektryczny połączeń do badania ładowania kondensatora z wykorzystaniem turbiny wiatrowej (bez podłączenia diody prostowniczej)



Rys.1.3. Schemat ideowy oraz elektryczny połączeń do badania ładowania kondensatora z wykorzystaniem turbiny wiatrowej (przy podłączonej diodzie prostowniczej)

Przebieg eksperymentu:

- sprawdzić za pomocą wiatromierza, przy jakiej nastawie potencjometru wentylatora uzyskuje się wymaganą prędkość wiatru,
- połączyć elementy stanowiska zgodnie z rys.1.2,
- ustawić mierniki na zakresy: DCA 200 mA oraz DCV 20 V,
- sprawdzić czy kondensator jest rozładowany (0 V) – w razie potrzeby rozładować poprzez dołączenie żarówki do górnych zacisków kondensatora, w momencie, gdy wartość napięcia  $U = 0$  V żarówkę odłączyć,
- załączyć wentylator na wcześniej wyznaczonej nastawie (w pkt. a),
- ładować kondensator tak długo, dopóki amperomierz wskazuje prąd ładowania, wyniki notować w tabeli 1.1:

Tabela 1.1  
Obserwacja procesu ładowania kondensatora

t [min]	U [V]	I [mA]
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

12		
13		
14		
15		
⋮		

g) wyłączyć wentylator i obserwować amperomierz, zanotować spostrzeżenia:

.....  
h) po chwili obserwacji tor prądowy z generatora turbiny przełączyć do dolnych zacisków kondensatora (zgodnie z rys.1.3),

i) obserwować amperomierz, notując poniżej dane:

- obserwacja wskazań amperomierza – wnioski: .....,

- jaka jest rola diody w układzie? .....,

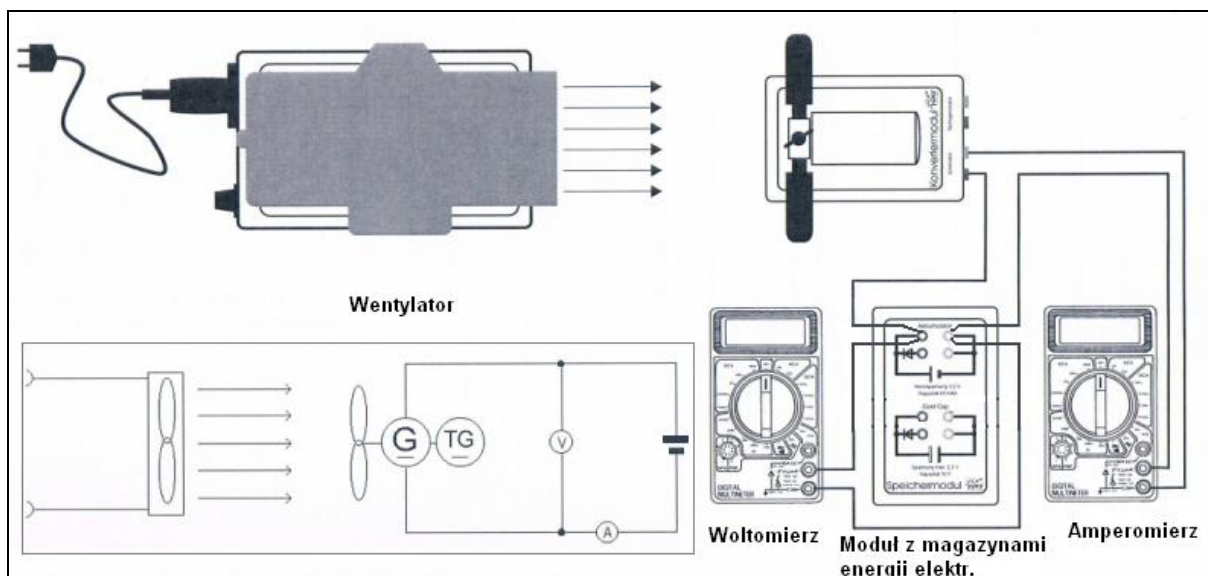
j) rozładować kondensator do  $U = 0 \text{ V}$  (korzystając z żarówki - jak w pkt. d).

## **Eksperyment nr 2**

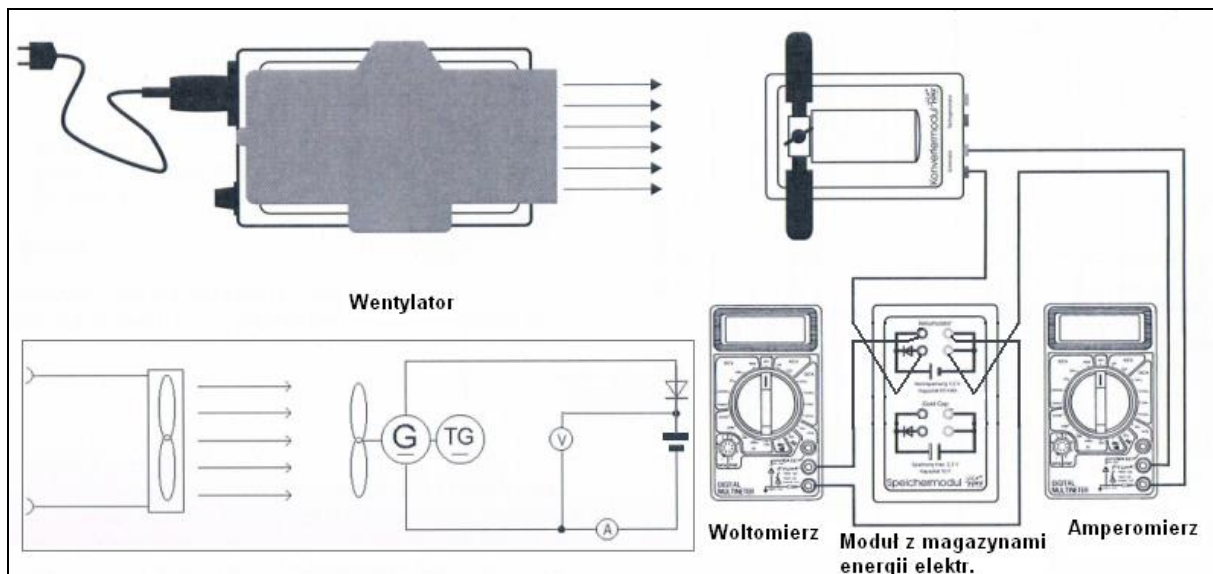
### **Proces ładowania akumulatora z wykorzystaniem turbiny wiatrowej**

Elementy stanowiska pomiarowego i ustawienia analogiczne jak w eksperymencie nr 1.

Schematy połączeń przedstawiono na rysunkach 1.4 i 1.5.



Rys.1.4. Schemat ideowy oraz elektryczny połączeń do badania ładowania akumulatora z wykorzystaniem turbiny wiatrowej (bez podłączenia diody prostowniczej)



Rys.1.5. Schemat ideowy oraz elektryczny połączeń do badania ładowania akumulatora z wykorzystaniem turbiny wiatrowej (przy podłączonej diodzie prostowniczej)

Przebieg eksperymentu (analogiczny do eksperymentu nr 1):

- sprawdzić poprawność ustawień łopatek (kąt:  $60^\circ$ ),
- połączyć elementy stanowiska zgodnie z rys.1.4,
- ustawić mierniki na zakresy: DCA 200 mA oraz DCV 20 V,
- sprawdzić czy kondensator jest rozładowany (0 V) – w razie potrzeby rozładować poprzez dołączenie żarówki do górnych zacisków kondensatora, w momencie, gdy wartość napięcia  $U = 0$  V żarówkę odłączyć,
- załączyć wentylator na wcześniej wyznaczonej nastawie,
- ładować akumulator tak długo, dopóki amperomierz wskazuje prąd ładowania, wyniki notować w tabeli 1.2:

Tabela 1.2  
Obserwacja procesu ładowania akumulatora

t [min]	U [V]	I [mA]
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

13		
14		
15		
⋮		

g) wyłączyć wentylator i obserwować amperomierz, zanotować spostrzeżenia:

.....  
h) po chwili obserwacji tor prądowy z generatora turbiny przełączyć do dolnych zacisków akumulatora (zgodnie z rys.1.5),

i) obserwować amperomierz, notując poniżej dane:

- obserwacja wskazań amperomierza – wnioski: .....,

- jaka jest rola diody w układzie? .....,

j) rozładować akumulator do  $U = 0$  V (korzystając z żarówki - jak w pkt. d).

### Sprawozdanie z przebiegu ćwiczenia

Sprawozdanie z przebiegu ćwiczenia powinno zawierać:

- notatki i odpowiedzi na pytania końcowe po wykonaniu poszczególnych eksperymentów (z punktów: g, i),
- wyniki pomiarów (w tabelach 1.1 i 1.2),
- charakterystyki: prądu ładowania kondensatora i akumulatora  $I = f(t)$  w funkcji czasu (na podstawie tabel 1.1 i 1.2 – w jednym układzie współrzędnych),
- charakterystyki: napięcia ładowania kondensatora i akumulatora  $U = f(t)$  w funkcji czasu (na podstawie tabeli 1.1 i 1.2 – w jednym układzie współrzędnych),
- wnioski wynikające z analizy charakterystyk ładowania,
- wnioski: porównanie procesów ładowania kondensatora i akumulatora.

### Bibliografia

1. Jastrzębska G.: Odnawialne źródła energii i pojazdy proekologiczne, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, wyd. II, Warszawa 2009.
2. Lewandowski W.M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, wyd. II, Warszawa 2006.