



Politechnika Wrocławska
Wydział Techniczno-Przyrodniczy

MD-583L

Badanie przenoszenia energii w elektrowni wiatrowej

Stanowisko 3

Spis treści

1. Charakterystyka stanowiska.....	3
1.1. Wyposażenie stanowiska.....	3
1.2. Schemat stanowiska.....	4
2. Turbina wiatrowa z poziomą osią obrotu — parametry.....	7
3. Obsługa stanowiska.....	9
3.1. Wskazówki ogólne.....	9
3.2. Uwagi eksploatacyjne – napęd generatora.....	9
3.3. Uwagi eksploatacyjne – generator turbiny wiatrowej.....	9
3.4. Funkcje przycisków i przełączników.....	10
3.5. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi.....	10
3.6. Konserwacja i przechowywanie stanowiska.....	11
3.7. Oprogramowanie.....	11
3.8. Konserwacja i przechowywanie stanowiska.....	11
4. Oprogramowanie MD-583L.....	12
4.1. Opis interfejsu.....	12
4.2. Uruchomienie programu.....	13
5. Ćwiczenia – Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej.....	14
5.1. Cel ćwiczenia.....	14
5.2. Przygotowanie stanowiska do pracy:.....	14
5.3. Przebieg ćwiczenia.....	14
5.4. Zakończenie pracy na stanowisku.....	15

1. Charakterystyka stanowiska

Stanowisko dydaktyczne MD-583L umożliwia badanie generatora turbiny wiatrowej o poziomej osi obrotu (HAWT, ang. *Horizontal Axis Wind Turbine*).

Generator turbiny wiatrowej jest napędzany silnikiem asynchronicznym trójfazowym sterowanym przemiennikiem częstotliwości (falownikiem skalarnym).

Generator turbiny wiatrowej współpracuje z obciążeniem rezystancyjnym (R1-R5).

Stanowisko dydaktyczne umożliwia zapoznanie się z zasadą działania generatora turbiny wiatrowej oraz wyznaczenie charakterystyk.

1.1. Wyposażenie stanowiska

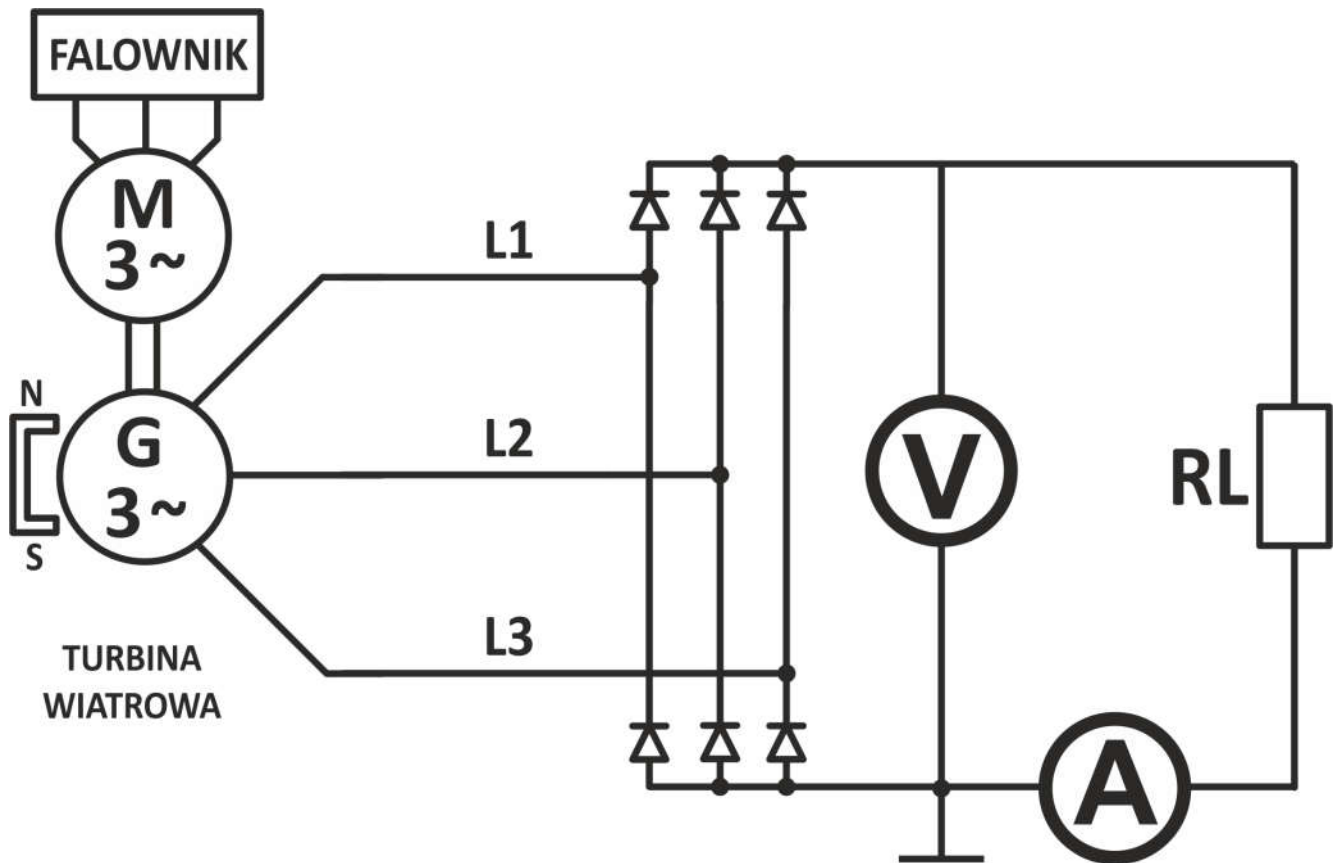
- Turbina wiatrowa z poziomą osią obrotu, 120W/12V (JSW-750-12, Komel) – 1 szt.
- Falownik 0,4 kW – 1 szt.
- Silnik asynchroniczny trójfazowy 0,37 kW, 890 obr/min
- Obciążenie – rezystory R1...R5 połączone równolegle:

Oznaczenie	R1	R2	R3	R4	R5
Rezystancja [Ω]	1	4	4	10	30

- Tachometr ręczny – 1 szt.
- Multimetry cyfrowe – 2 szt.
- Plansza dydaktyczna ze schematem stanowiska – 1 szt.
- Konstrukcja nośna stanowiska badawczego wykonana z profili aluminiowych – 1 kpl,
- Oprogramowanie pomiarowe – 1 szt.
- Elementy konstrukcyjne i wykonawcze niezbędne do prawidłowej i bezawaryjnej pracy stanowiska badawczego
- Zasilanie stanowiska: sieciowe 1-fazowe, 230 V AC, 50 Hz

W punkcie 1.2. przedstawiono schemat stanowiska.

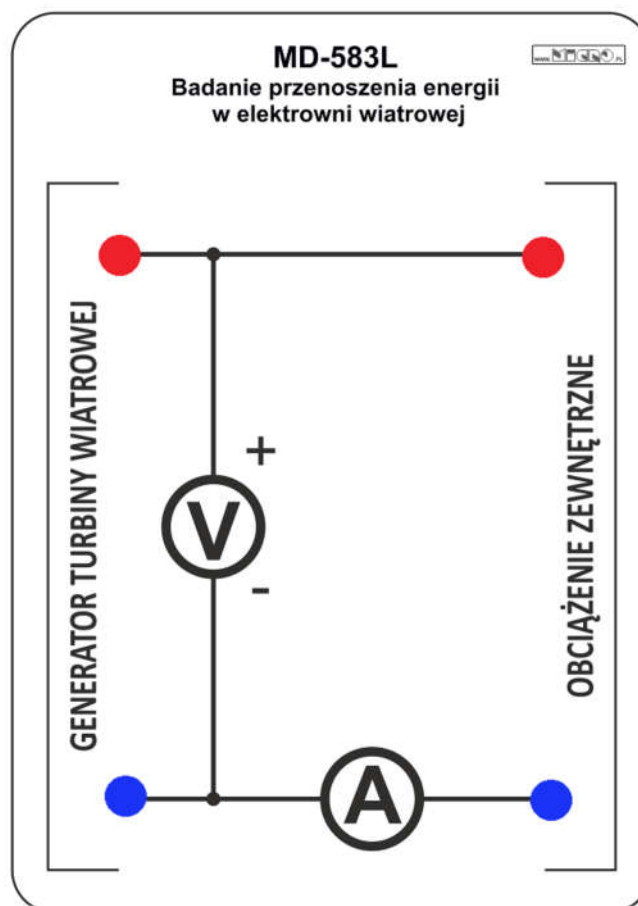
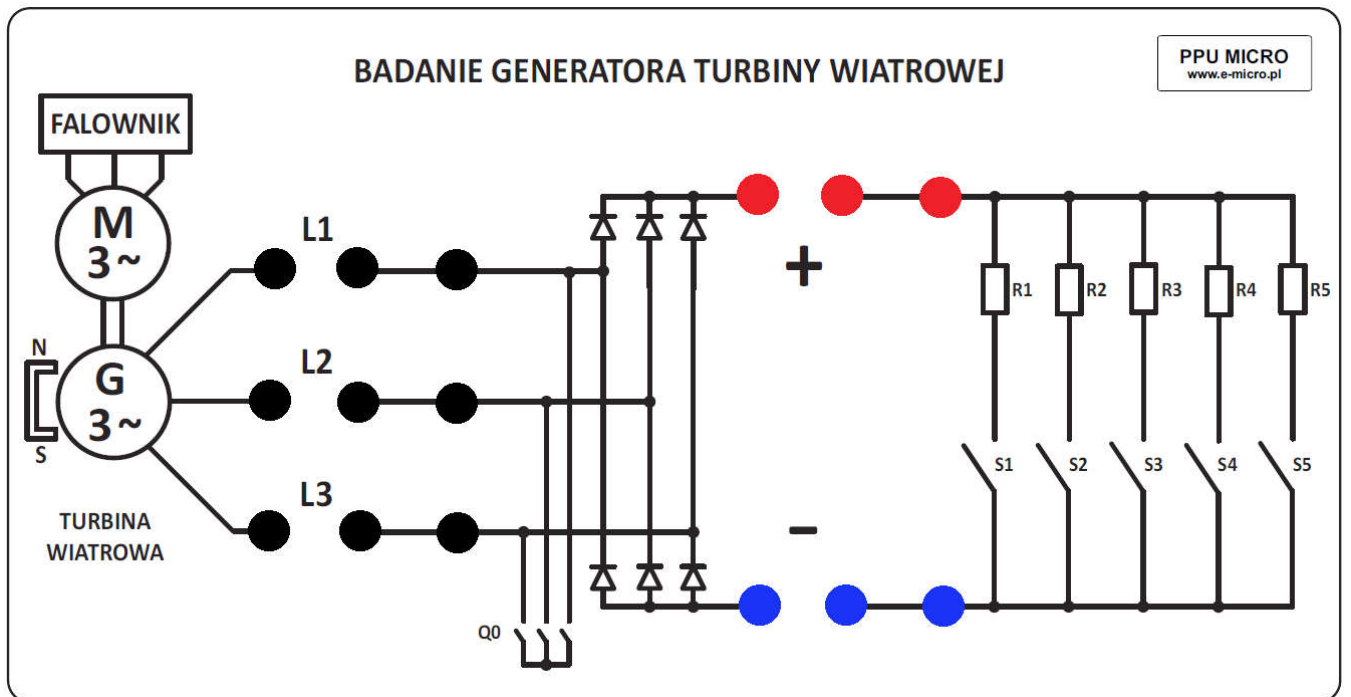
1.2. Schemat stanowiska



Rys. 1: Schemat ideowy układu pomiarowego na stanowisku

Legenda:

- | | | | |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------------|
| L1 | Faza 1 | G | Generator turbiny wiatrowej |
| L2 | Faza 2 | M | Napęd generatora – silnik trójfazowy |
| L3 | Faza 3 | A | Amperomierz |
| RL | Obciążenie (rezystory R1-R5) | V | Woltomierz |



Rys. 2: Schemat połączeń stanowiska MD-583L.

Legenda:

L1 Faza 1
L2 Faza 2
L3 Faza 3
R1-R5 Rezystory (obciążenie)
S1-S5 Włączniki obciążenia

G Generator turbiny wiatrowej
M Napęd generatora
A Amperomierz
V Woltomierz
Q1 Zwarcie turbiny

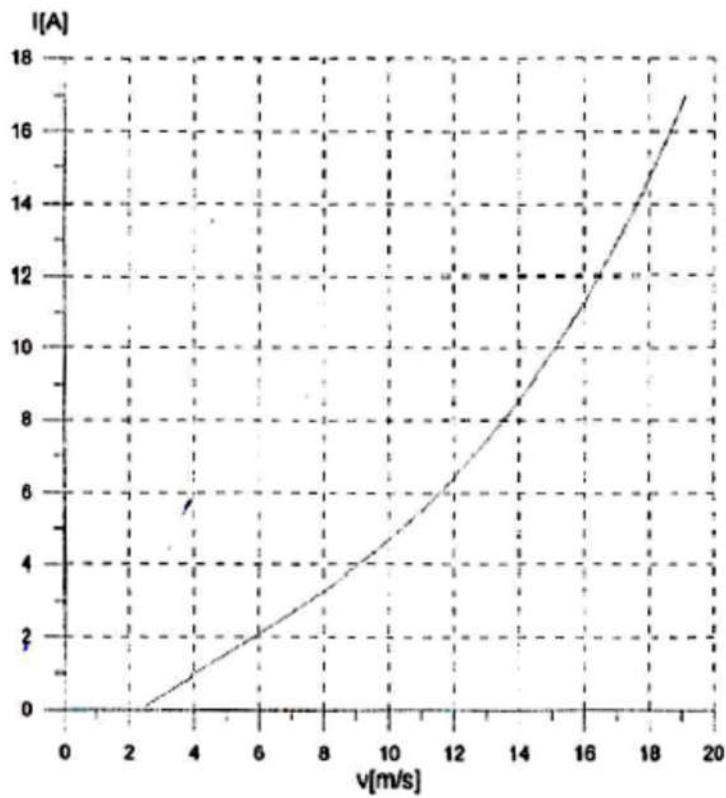
2. Turbina wiatrowa z poziomą osią obrotu — parametry



Rys. 3: Turbina JSW-75-12, źródło: <http://www.komel.katowice.pl>

Parametry turbiny wiatrowej JSW-750-12:

- Moc znamionowa PN: 150 W
- Moc maksymalna: 240 W
- Minimalna prędkość robocza wiatru V_{\min} : 2,5 m/s
- Znamionowa prędkość wiatru V : 10 m/s
- Maksymalna prędkość wiatru V_{\max} : 30 m/s
- Moc przy prędkości wiatru wynoszącej 16 m/s: 150 W
- Generator: AC, 3-fazowy z magnesami trwałymi
- Współpraca z akumulatorami: 12 V
- Odstawienie turbiny: zwarcie przewodów fazowych



Rys. 4: Charakterystyka prądu ładowania turbiny wiatrowej: I – prąd ładowania turbiny, v – prędkość wiatru [3]

Charakterystyki turbiny zostały przedstawiona na Rys.3 i 4.

3. Obsługa stanowiska

3.1. Wskazówki ogólne

1. Przed wykonywaniem ćwiczeń należy bezwzględnie zapoznać się z niniejszą Instrukcją użytkownika.
2. Zapoznać się z budową stanowiska dydaktycznego, rolą poszczególnych elementów oraz dokumentacją elektryczną.
3. Nie włączać i nie wyłączać zasilania urządzeń bez polecenia osoby prowadzącej zajęcia dydaktyczne.
4. Nie wolno zmieniać ustawień roboczych stanowiska bez instruktazu i zezwolenia osoby prowadzącej zajęcia dydaktyczne.
5. Nie manipulować przy pracujących urządzeniach.
6. Nie wolno demontować urządzeń, ich części oraz osłon, ani wykonywać innych czynności zagrażających bezpieczeństwu własnemu oraz innych osób przebywających w pracowni.
7. Wszelkie zauważone nieprawidłowości (np. uszkodzenia urządzeń, uszkodzenie izolacji elektrycznej itp.) należy natychmiast zgłaszać osobie prowadzącej zajęcia.
8. Należy uważać, aby maszyny, przyrządy i aparatura pomiarowa nie uległy uszkodzeniom.
9. Konstrukcja stanowiska zabezpiecza użytkownika przed bezpośrednim kontaktem z elementami poruszającymi się z dużą prędkością obrotową.
10. Po skończonych zajęciach pozostawić pracownię w ładzie i porządku.

3.2. Uwagi eksploatacyjne – napęd generatora

1. Napęd generatora stanowi silnik asynchroniczny zasilany przez falownik skalarny.
2. Prędkość silnika zależy od zasilania podanego przez falownik oraz obciążenia silnika.

3.3. Uwagi eksploatacyjne – generator turbiny wiatrowej

1. Generator turbiny wiatrowej jest pozbawiony naturalnego chłodzenia – w przypadku dużego obciążenia istnieje ryzyko nagrzewania się korpusu generatora.
2. Nie wolno pozostawiać generatora przez długi czas pod dużym obciążeniem (małą rezystancją) ze względu na wydzielające się ciepło.

3.4. Funkcje przycisków i przełączników

- Q0 – wyłącznik główny – załączanie/wyłączenie pracy stanowiska.

- S0 – przycisk awaryjny – awaryjne wyłączenie stanowiska
- S6 – przycisk zielony – załączanie/wyłączanie wyjścia falownika.
- S7 – przycisk czerwony – kasowanie błędów falownika.
- S1-S5 – przełączniki bistabilne – załączanie rezystorów R1-R5
- R1-R5 – rezystory połączone równolegle:

Oznaczenie	R1	R2	R3	R4	R5
Rezystancja [Ω]	1	4	4	10	30

3.5. Bezpieczeństwo pracy z urządzeniami elektrycznymi

1. Należy przestrzegać ogólnych przepisów użytkowania instalacji oraz szczegółowych zaleceń eksploatacyjnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych.
2. Zasilanie stanowiska: 230 V AC
3. Napięcie bezpieczne (robocze i dotyku) w zależności od warunków środowiskowych wynosi:
 - a) dla prądu przemiennego:
 - 50 V (pomieszczenia suche),
 - 25 V (pomieszczenia mokre i gorące);
 - b) dla prądu stałego:
 - 120 V (pomieszczenia suche),
 - 60 V (pomieszczenia mokre i gorące).
4. Skutki oddziaływania prądu przemiennego na człowieka:
 - $I > 25$ mA – początek skurczów mięśni;
 - $I > 70$ mA – początek migotania komór sercowych;
 - $I > 200$ mA – migotanie komór serca (skurcz mięśni sercowych – ograniczenie krążenia krwi);
 - $I > 3$ A – paraliż i zatrzymanie pracy serca;
 - $I > 5$ A – zwęglenie tkanek organizmu.
5. **Osobie, która uległa porażeniu prądem elektrycznym, należy bezzwłocznie udzielić pierwszej pomocy!**

3.6. Konserwacja i przechowywanie stanowiska

1. Stanowisko należy przechowywać w pomieszczeniu zamkniętym.

2. Nie wolno bez wyraźnej potrzeby dotykać powierzchni obciążenia (rezystorów) ze względu na powstawanie zabrudzeń.
3. Stanowisko można czyścić:
 - sprężonym powietrzem,
 - roztworem alkoholu izopropylowego,
 - delikatnie zwilżoną szmatką/gąbką.

3.7. Oprogramowanie

1. Do pracy na stanowisku MD-583L wymagane jest oprogramowanie MD-Lab583L.
2. Do stanowiska MD-583L **nie wolno podłączać innego oprogramowania** niż MD-Lab583L. Niespełnienie tego warunku grozi uszkodzeniem stanowiska.
3. Wymagania sprzętowe: komputer klasy PC z systemem operacyjnym Windows 7 lub nowszym, monitor o rozdzielczości min. 1600 x 900.
4. Wymagania pozostałe: zainstalowane bezpłatne środowisko uruchomieniowe *LabVIEW Run-Time Engine* oraz *NI-VISA Run-Time Engine*, dostarczone razem ze stanowiskiem (oprogramowanie jest także dostępne do pobrania na stronie producenta: <http://www.ni.com>).

Ważne!

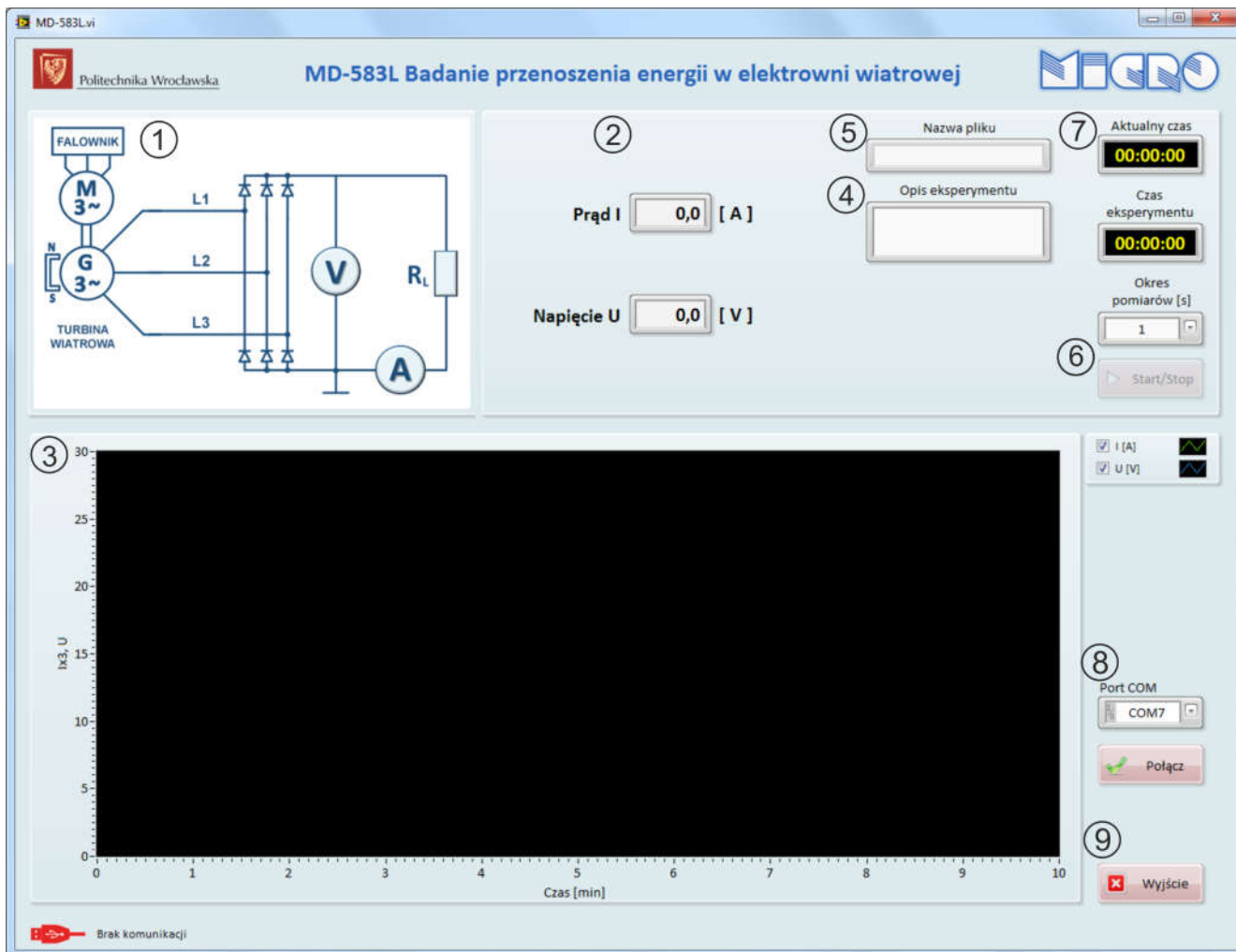
**Do stanowiska MD-583L nie wolno podłączać oprogramowania
innego niż MD-Lab583L.**

3.8. Konserwacja i przechowywanie stanowiska

1. Stanowisko należy przechowywać i użytkować w pomieszczeniu zamkniętym.
2. Konstrukcję stanowiska czyścić delikatnie zwilżoną szmatką/gąbką lub przedmuchiwać sprężonym powietrzem.

4. Oprogramowanie MD-583L

4.1. Opis interfejsu



Rys. 5: Okno startowe programu MD-Lab583L

Lp.	Nazwa	Opis
1.	Schemat	Schemat technologiczny stanowiska
2.	Pomiary	Prezentacja liczbowa danych pomiarowych ze stanowiska
3.	Wykres i legenda	Graficzna prezentacja danych pomiarowych
4.	Opis eksperymentu	Umożliwia dodanie komentarza użytkownika do pliku z danymi pomiarowymi
5.	Nazwa pliku	Nazwa pliku-generowana automatycznie – zawiera datę i godzinę

6.	Przycisk Start/Stop	Rozpoczęcie/zakończenie pomiaru – zapisu do pliku i generowania wykresu
7.	Czas eksperymentu, aktualny czas, okres pomiarów	Informacje o czasie trwania eksperymentu i okresie próbkowania
8.	Ustawienia komunikacji	Opcje wyboru portu COM
9.	Przycisk Wyjście	Zamyka program.

4.2. Uruchomienie programu

1. Uruchomić aplikację MD-Lab 583L.
2. Wybrać odpowiedni **port COM** (Rys. 6), a następnie nawiązać połączenie ze stanowiskiem używając przycisku **Połącz** (Rys. 7).



Rys. 6: Wybór portu COM



Rys. 7: Przycisk Połącz

5. Ćwiczenia – Badanie charakterystyki prądowo-napięciowej

5.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie pracy turbiny dla wybranych wartości obciążenia przy różnej prędkości obrotowej.

5.2. Przygotowanie stanowiska do pracy:

1. Należy sprawdzić poprawność wszystkich połączeń elektrycznych i mechanicznych. W razie jakichkolwiek oznak niepoprawnego połączenia elementów na stanowisku, należy zgłosić ten fakt osobie prowadzącej zajęcia.
2. Sprawdzić, czy wszystkie przełączniki (S1-S5) są ułożone w dolne położenie (maksymalna rezystancja obciążenia – brak obciążenia).
3. Sprawdzić, czy potencjometr falownika jest przekręcony w lewo (najmniejsze obroty turbiny).
4. Przewodami bananowymi podłączyć amperomierz i woltomierz, tak aby móc zmierzyć prąd i napięcie na obciążeniu
5. Włączyć zasilnie stanowiska wyłącznikiem głównym Q0.

5.3. Przebieg ćwiczenia

1. Należy wybrać min. 2 nastawy częstotliwości pracy falownika, zaczynając od minimalnej wartości.
2. Dla każdej z nastaw wybrać po 6-8 punktów pracy turbiny, zaczynając od maksymalnej wartości prądu płynącego przez obciążenie.

Oznaczenie	R1	R2	R3	R4	R5
Rezystancja [Ω]	1	4	4	10	30

3. Włączyć wyjście falownika przyciskiem S6, ustawić wybraną częstotliwość pracy falownika przy pomocy potencjometru na jego obudowie. Zanotować nastawę falownika w Tabeli 1.
4. Po odczekaniu 10 sekund na ustabilizowanie pracy zmierzyć i zanotować w Tabeli 1 obroty turbiny na biegu jałowym – bez obciążenia.
5. Zmieniać wartość obciążenia i po odczekaniu około 10 sekund na ustabilizowanie pracy zmierzyć i zanotować w Tabeli 1 wartości prądu oraz napięcia.
6. Po skończeniu pomiarów wyłączyć wyjście falownika przyciskiem S6.

7. Obliczyć wartość mocy P wydzielonej na obciążeniu.
8. Na zbiorczym wykresie należy przedstawić wykres zależności $U=f(I)$ dla każdej nastawy falownika oraz zależność mocy generatora od prądu obciążenia $P=f(I)$. Krzywe należy opisać prędkością obrotową silnika ω .
9. Należy wyznaczyć punkt maksymalnej mocy generatora dla poszczególnych nastaw falownika.
10. Przykład tabeli pomiarowej.

Tabela 1. Charakterystyka prądowo-napięciowa generatora

Nastawa falownika f [Hz]	Prędkość obrotowa silnika ω [obr/min]	Prąd obciążenia I [A]	Napięcie generatora U [V]	Moc generatora P [W]	Rezystancja obciążenia R [Ω]
		$I_{1max} =$			
		$I_2 =$			
		$I_3 =$			
		$I_4 =$			
		$I_5 =$			
		$I_6 =$			
		$I_7 =$			
		$I_8 =$			

5.4. Zakończenie pracy na stanowisku

1. Wyłączyć wyjście falownika przyciskiem S6.
2. Przekręcić potencjometr falownika w lewo (najmniejsze obroty turbiny).
3. Ustawić wszystkie przełączniki (S1-S5) w dolne położenie (maksymalna rezystancja obciążenia).
4. Wyłączyć zasilnie stanowiska włącznikiem głównym Q0.
5. Po skończonych zajęciach pozostawić stanowisko w ładzie i porządku.