

BADANIE WIELOMASZYNOWEGO UKŁADU NAPĘDOWEGO Z OBCOWZBUDNYM SILNIKIEM PRĄDU STAŁEGO

Instrukcja obsługi stanowiska laboratoryjnego za pomocą komputera

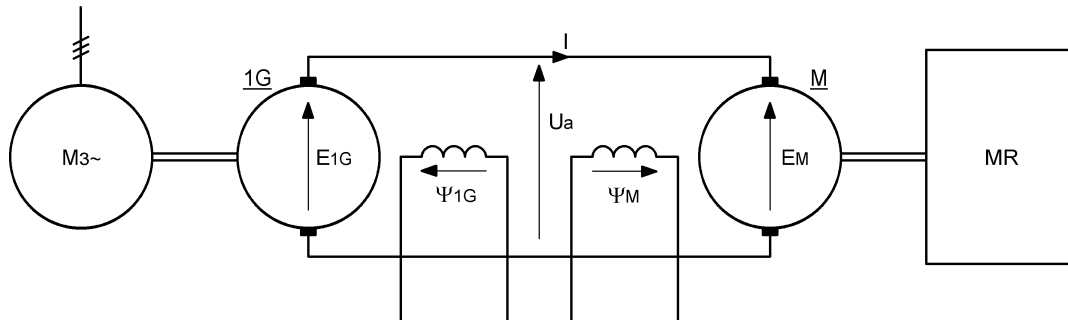
Instrukcja jest częścią pracy dyplomowej:

Prowadzący:
dr inż. Remigiusz Olesiński

Wykonali:
Zdzisław Chłodnicki
Rafał Sienkiewicz

1. Opis stanowiska laboratoryjnego

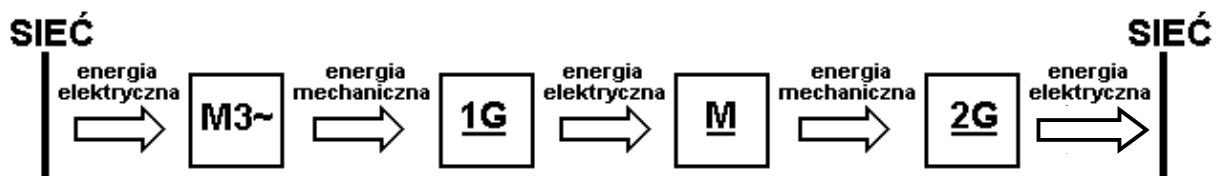
Stanowisko laboratoryjne przeznaczone jest do badania obcowzbudnego silnika prądu stałego oraz wielomaszynowego zespołu przetwarzania energii (układu Leonarda). Schemat tego układu przedstawiony jest na rys. 1.1.



Rys. 1.1. Schemat układu Leonarda

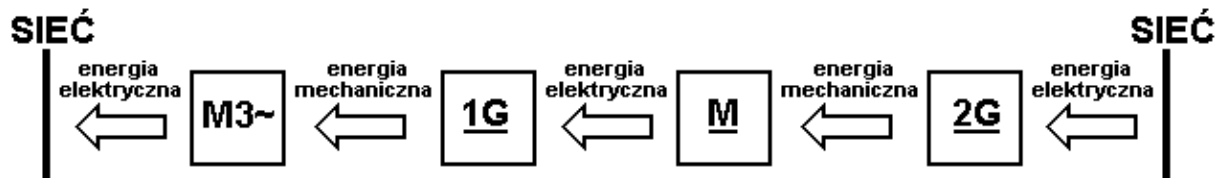
W badanym układzie mamy do czynienia z wielokrotnym przetwarzaniem energii, które może się odbywać na dwa sposoby:

1. Maszyna $M3\sim$ pracująca jako silnik pobiera energię elektryczną z sieci i poprzez wspólny wał napędza maszynę $1G$ pracującą jako prądnica. Maszyna $1G$ zamienia energię mechaniczną na energię elektryczną, która następnie jest dostarczana do maszyny M pracującej jako silnik. W maszynie M następuje po raz kolejny zamiana energii elektrycznej na energię mechaniczną, napędzającą maszynę $2G$ stanowiącą obciążenie układu.



Rys. 1.2. Schemat przepływu energii w układzie Leonarda dla przypadku, gdy maszyna $2G$ stanowi obciążenie układu

2. Maszyna $2G$ pracująca jako silnik napędza poprzez wspólny wał maszynę M , która pracuje jako prądnica i zamienia energię mechaniczną na energię elektryczną, dostarczaną następnie do maszyny $1G$. Maszyna $1G$ zamienia dostarczoną energię elektryczną na energię mechaniczną i napędza maszynę $M3\sim$, która po przekroczeniu prędkości synchronicznej przechodzi w stan pracy generatorowej i oddaje energię do sieci.



Rys. 1.3. Schemat przepływu energii w układzie Leonarda dla przypadku, gdy maszyna 2G napędza układ

Opis poszczególnych elementów stanowiska laboratoryjnego (płyta czołowa stanowiska):

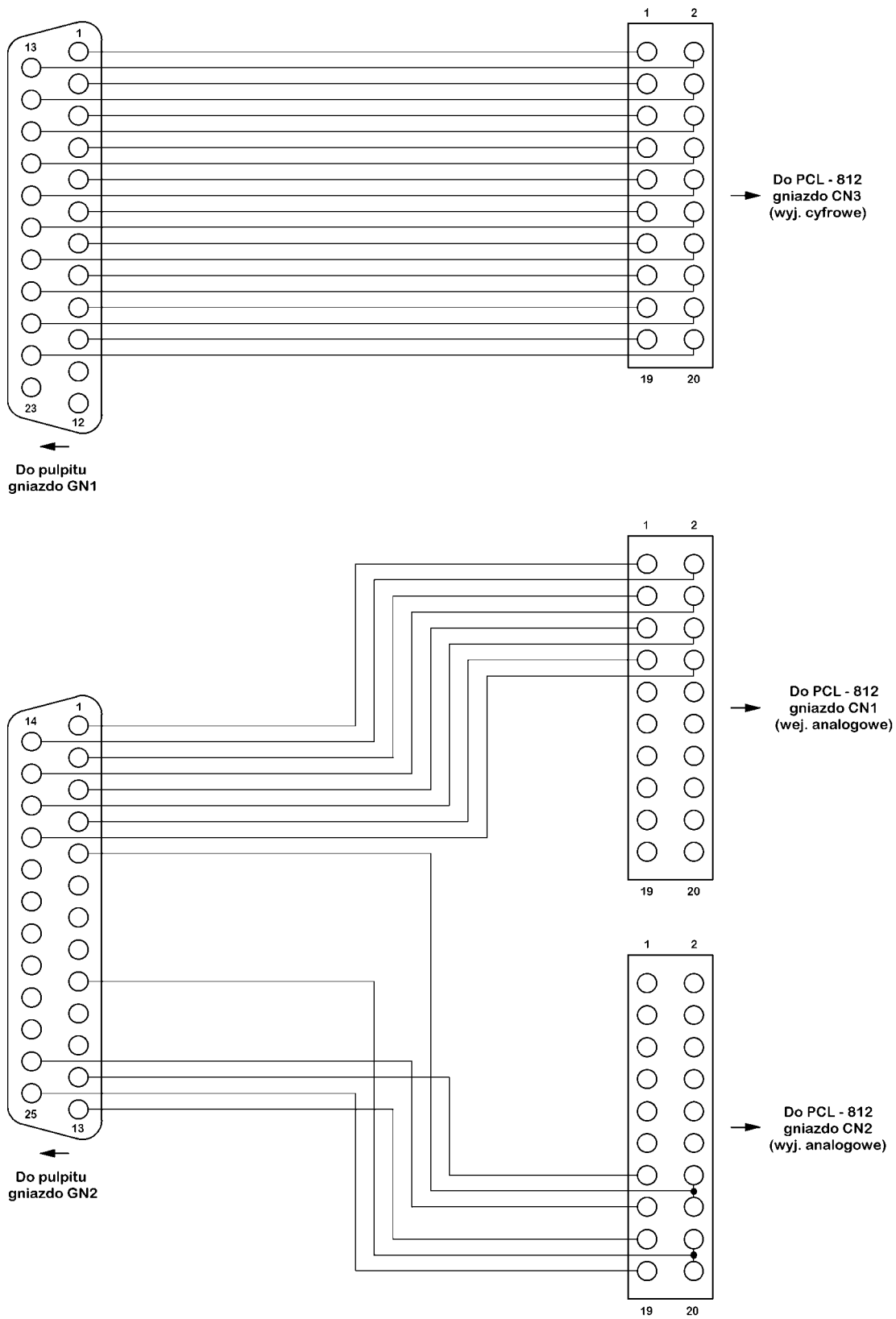
- Q1 - przycisk załączania / wyłączania silnika pierścieniowego M3~;
- Q2 - przycisk regulacji prędkości obrotowej silnika M3~ poprzez zmianę rezystancji w obwodzie wirnika;
- Q3, Q4 - przyciski zmiany kierunku przepływu prądu w obwodzie prądnicy 2G (obciążanie / napędzanie silnika M);
- 1S - przycisk skokowej zmiany prądu wzbudzenia prądnicy 1G;
- 2S - przycisk skokowej zmiany prądu wzbudzenia silnika M;
- 1Rp - potencjometr płynnej zmiany prądu wzbudzenia prądnicy 1G, z możliwością zmiany kierunku przepływu tego prądu;
- 2Rp - potencjometr płynnej zmiany prądu w obwodzie prądnicy 2G;
- 1PT - przekształtnik tyrystorowy 2-pulsowy;
- 2PT - przekształtnik tyrystorowy 6-pulsowy;

Do stanowiska laboratoryjnego dołączone są maszyny o parametrach:

- silnik pierścieniowy (M3~)
 $P = 1.7 \text{ kW}$, $I = 3.2 \text{ A}$, $U = 380 \text{ V}$, $\cos\phi = 0.82$, $n_N = 1310 \text{ obr / min}$;
- prądnica prądu stałego (1G)
 $P = 1.5 \text{ kW}$, $I_a = 6.2 \text{ A}$, $U_a = 230 \text{ V}$, $n_N = 1450 \text{ obr / min}$, $I_f = 0.4 \text{ A}$, $U_f = 220 \text{ V}$;
- silnik prądu stałego (M)
 $P = 0.8 \text{ kW}$, $I_a = 4.5 \text{ A}$, $U_a = 220 \text{ V}$, $n_N = 950 \text{ obr / min}$, $I_f = 0.36 \text{ A}$, $U_f = 220 \text{ V}$;
- prądnica prądu stałego (2G)
 $P = 1.2 \text{ kW}$, $I_a = 5.2 \text{ A}$, $U_a = 230 \text{ V}$, $n_N = 1450 \text{ obr / min}$, $I_f = 0.37 \text{ A}$, $U_f = 220 \text{ V}$;

Obsługę stanowiska laboratoryjnego za pomocą komputera umożliwiają dwie aplikacje:

1. Monitor1 - umożliwiająca monitorowanie pracy stanowiska.
2. Regulator1 - umożliwiająca, oprócz monitorowania, sterowanie maszynami stanowiska.



Rys. 1.4. Sposób połączenia stanowiska laboratoryjnego z komputerem

2. Obsługa aplikacji Monitor1

1. Połączyć stanowisko laboratoryjne z kartą PCL-812 znajdującą się w komputerze (sposób połączenia przedstawiony jest na rysunku 1.4).
2. Załączyć stanowisko laboratoryjne (załączenie sygnalizowane jest świeceniem trzech czerwonych kontrolki znajdujących się na płycie czołowej stanowiska).
3. Załączyć silnik 3 - fazowy przyciskiem Q1 znajdującym się na płycie czołowej stanowiska.
4. Po ok. 3sek. załączyć przycisk Q2 na płycie czołowej stanowiska (załączenie powoduje zwarcie pierścieni silnika 3 – fazowego).
5. Uruchomić aplikację Monitor1 klikając na ikonę Monitor1. Przy prawidłowo zainstalowanej karcie i prawidłowym połączeniu stanowiska z komputerem na ekranie monitora pojawi się komunikat:

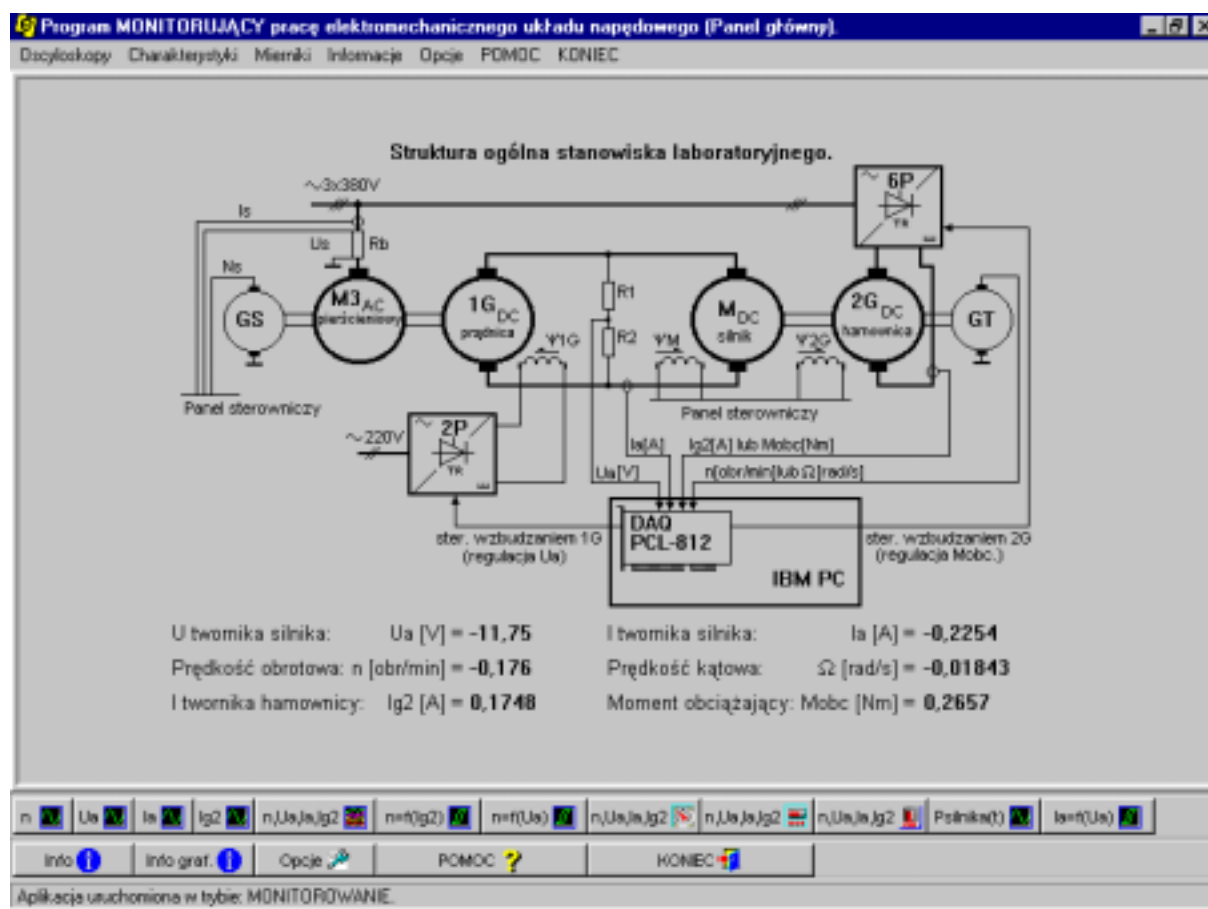


Kliknięcie na okienko OK spowoduje przejście do części głównej programu (w przypadku niewykrycia karty program zostanie uruchomiony w trybie demonstracyjnym - jako wartości mierzone będą wyświetlane wartości losowe).

Po przejściu do części głównej program jest gotowy do monitorowania pracy stanowiska. Monitorowane przez program wielkości to (rys. 2.1):

- n (prędkość obrotowa silnika M);
- U_a (napięcie twornika silnika M);
- I_a (prąd twornika silnika M);
- I_{2g} (prąd twornika hamownicy 2G stanowiącej obciążenie silnika M);

Główne okno programu Monitor1 wygląda następująco:



Wszystkie przyrządy pomiarowe aplikacji są dostępne na znajdującym się na dole ekranu pasku Menu.

Opis poszczególnych przyrządów pomiarowych:

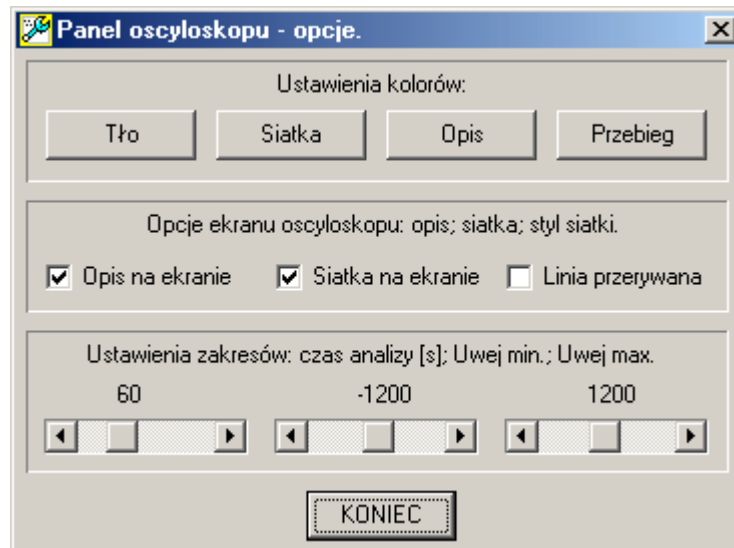
- 4 oscyloskopy 1 - kanałowe (oddzielny ekran dla każdej mierzonej wielkości);
- 1 oscyloskop 4 - kanałowy (wspólny ekran dla wszystkich mierzonych wielkości) ;
- oscyloskop do wykreślenia charakterystyki mechanicznej $n = f(I_{2g})$;
- oscyloskop do wykreślenia charakterystyki sterowania $n = f(U_a)$;
- oscyloskop do wykreślenia mocy chwilowej silnika $P(t)$;
- oscyloskop do wykreślenia charakterystyki $I_a = f(U_a)$;
- mierniki wychyłowe + mierniki cyfrowe;
- mierniki liniowe;

Sposób wywołania i obsługi oscyloskopu:

- kliknąć na okno oscyloskopu na dolnym pasku Menu. Na ekranie monitora pojawi się ekran oscyloskopu.

Opis poszczególnych funkcji oscyloskopu:

- START/RESTART - uruchomienie oscyloskopu;
 - STOP - zatrzymanie pracy oscyloskopu;
 - OPCJE - dobór parametrów oscyloskopu;
- Po kliknięciu przycisku "Opcje" na ekranie pojawi się okno:



W oknie tym możliwe jest dokonywanie zmian parametrów oscyloskopu: zakresu, czasu pomiaru badanego przebiegu, a także dobór koloru tła, czcionek, siatki ekranu (w przypadku oscyloskopu 4 - kanałowego ustawień należy dokonywać dla każdego kanału oddzielnie).

Sposób wywołania i obsługi mierników:

- kliknąć na okno mierników wychyłowych lub liniowych. Na ekranie pojawi się panel z czterema miernikami (odpowiednio wychyłowymi lub liniowymi).
- przyciski "Opcje" służą do ustawiania parametrów mierników (w podobny sposób jak w przypadku oscyloskopów).

Dodatkowe informacje można uzyskać korzystając z pliku pomocy dołączonego do aplikacji (okno Pomoc na dolnym pasku Menu). Sposób korzystania z tego pliku jest opisany w dalszej części instrukcji.

3. Obsługa aplikacji Regulator1

1. Połączyć stanowisko laboratoryjne z kartą PCL–812 znajdującą się w komputerze (sposób połączenia przedstawiony jest na rysunku 1.4).
2. Załączyć stanowisko laboratoryjne (załączenie sygnalizowane jest świeceniem trzech czerwonych kontrolki znajdujących się na płycie czołowej stanowiska).
3. Załączyć silnik 3 - fazowy przyciskiem Q1 znajdującym się na płycie czołowej stanowiska.
4. Po ok. 3sek. załączyć przycisk Q2 na płycie czołowej stanowiska (załączenie powoduje zwarcie pierścieni silnika 3 – fazowego).
5. Uruchomić aplikację Regulator1 klikając na ikonę Regulator1. Przy prawidłowo zainstalowanej karcie i prawidłowym połączeniu stanowiska z komputerem na ekranie monitora pojawi się komunikat:



Kliknięcie na okienko OK spowoduje przejście do części głównej programu. Na ekranie monitora pojawi się wirtualny pulpit sterowniczy, a w dolnej części ekranu - pasek Menu.



Aby przejść w tryb sterowania z poziomu komputera, kliknąć przycisk "Sterowanie" znajdujący się w środkowej części belki sterowniczej. Aktualny tryb sterowania (pulpit operatorski/komputer) jest sygnalizowany odpowiednią informacją znajdującą się na górnym pasku belki sterowniczej.

Widok belki sterowniczej po kliknięciu przycisku "Sterowanie":



Wskaźnik znajdujący się nad przyciskiem "Sterowanie" informuje o aktualnym trybie pracy urządzenia:

- komunikat "Praca OK" informuje o poprawnej pracy urządzenia;

- komunikat "Czekać" jest wyświetlany przy zmianach trybu sterowania urządzenia lub przy wyhamowywaniu maszyn;
- komunikat "Stop" pojawia się po przyciśnięciu wirtualnego przycisku bezpieczeństwa;
- komunikat "Pauza" pojawia się po użyciu przycisku "STOP" w trakcie automatycznego ustawiania przez program parametrów domyślnych dla regulatorów;
- komunikat "Alarm" zostaje wyświetlony przy przekroczeniu pewnych wartości przez sterowane maszyny:
 - wartość n powyżej 1200obr/min;
 - wartość U_a powyżej 230V;
 - wartość I_a powyżej 7.5A;
 - wartość I_{2g} powyżej 8A;

UWAGA: pojawienie się komunikatu "Alarm" nie sygnalizuje awarii urządzenia.

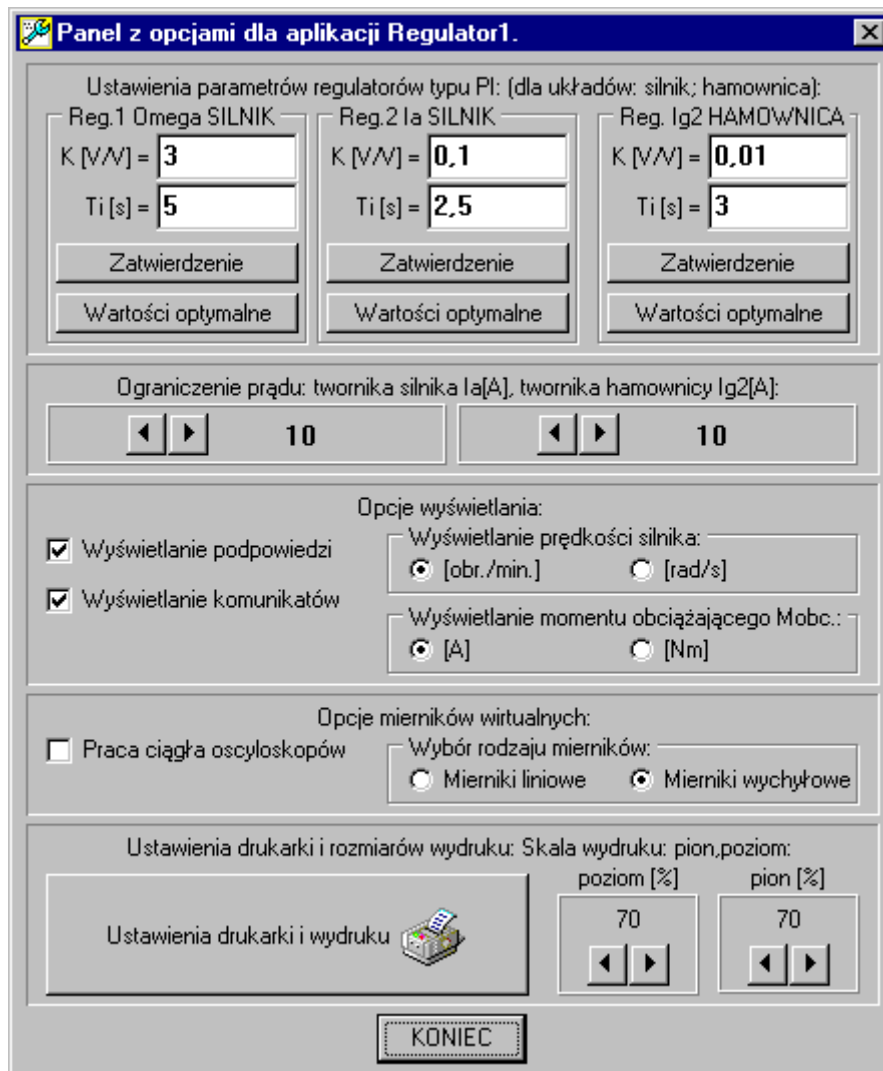
Po lewej stronie belki sterowniczej znajdują się opcje sterowania silnikiem M, natomiast po prawej opcje sterowania hamownicą (obciążeniem) 2G.

Sterowanie silnikiem M

1. Regulator PI napięcia U_a -umożliwia utrzymywanie stałej wartości napięcia twornika U_a silnika M (zastosowanie tej opcji pozwala na uniknięcie wpływu ustępliwości układu Leonarda na badany silnik).

Sposób obsługi:

- kliknąć na pozycję Regulator PI napięcia U_a .
- za pomocą suwaka nastawnego znajdującego się pod opcjami pracy silnika zadać żadaną wartość napięcia U_a (dla środkowego położenia suwaka napięcie $U_a = 0$, przesuwanie suwaka w lewo lub w prawo powoduje zmianę wartości i napięcia i jego znaku).
- kliknąć na okno "Ustawienia" (dolny pasek Menu), na ekranie pojawi się okno:



Po zadaniu żądanych wartości należy kliknąć na przycisk "Zatwierdzenie", a następnie "Koniec" (w przeciwnym przypadku ustawione parametry nie zostaną wczytane przez program).

Kliknięcie na przycisk "Wartości optymalne" spowoduje wczytanie do programu wartości domyślnych (bezpiecznych) dla danego regulatora.

Zakres wartości parametrów k dla wszystkich regulatorów: min 0.001, max 10;

Zakres wartości parametrów T_i dla wszystkich regulatorów: min 0.1, max 100;

Opcje "ograniczenie prądu twornika silnika" oraz "ograniczenie prądu twornika hamownicy" umożliwiają ograniczenie wartości prądów tych maszyn do wartości podanych w okienkach tych opcji.

"Opcje wyświetlania" umożliwiają odczyt prędkości n silnika M oraz obciążenia tego silnika w wybranych jednostkach.

Opcja "Wyświetlanie podpowiedzi" odpowiada za automatyczne pojawianie się krótkiej podpowiedzi (tzw. Hint) po najechaniu kursorem myszy na dany przycisk lub okno.

Opcja "Wyświetlanie komunikatów" odpowiada za pojawianie się odpowiednich komunikatów informujących o przełączaniu układu z trybu sterowania za pomocą komputera na sterowanie z pulpitu operatorskiego, oraz komunikatów dotyczących stanu pracy oscyloskopów.

"Opcje mierników wirtualnych" umożliwiają wybór rodzaju mierników (wychyłowe + cyfrowe lub liniowe).

Opcja "Praca ciągła oscyloskopów" - jej załączenie powoduje, że po dojściu badanego przebiegu do końca ekranu oscyloskopu nastąpi automatyczne odświeżenie okna i kontynuacja rysowania badanego przebiegu. W przypadku gdy opcja ta jest wyłączona, po dojściu badanego przebiegu do końca ekranu, praca oscyloskopu zostanie wstrzymana a ponowne jego uruchomienie może nastąpić poprzez kliknięcie przycisku "Start" znajdującego się w oknie oscyloskopu.

Opcja "Ustawienia drukarki i rozmiarów wydruku" umożliwia dobór rozmiarów (wysokości i szerokości) drukowanych przebiegów (w zakresie 30%÷90%).

Opcja "Ustawienia drukarki" umożliwia wybór drukarki, jakości i rozdzielczości wydruku (optymalna rozdzielczość 180×180, 360×360) - wydruk czarno - biały.

2. Regulator PI prędkości n - umożliwia utrzymywanie stałej wartości prędkości n silnika \underline{M} . Sposób obsługi i doboru parametrów regulatora jest identyczny jak w przypadku opisanego wcześniej regulatora napięcia U_a .

3. Regulator PI $n + I_a$ - struktura szeregową umożliwiającą utrzymywanie stałej wartości zadanej prędkości n przy ograniczeniu prądu twornika I_a silnika \underline{M} .

4. Bez regulatora - ręczne zadawanie napięcia twornika silnika (układ otwarty).

UWAGA: przy przełączeniu z jednej opcji sterowania silnikiem na inną następuje automatyczne wyhamowanie maszyn.

Sterowanie obciążeniem $\underline{2G}$

Suwak zadający prąd hamownicy jest zablokowany do chwili załączenia którejś z opcji sterowania obciążeniem.

1. $M_{obc} = k = \text{const.}$ - umożliwia utrzymywanie stałej wartości obciążenia silnika. Sposób obsługi i doboru parametrów regulatora jest identyczny jak w wyżej opisanych przypadkach.

2. $M_{obc} = k \cdot \Omega$ - umożliwia utrzymywanie wartości momentu obciążenia silnika proporcjonalnej do prędkości.

Sposób obsługi i doboru parametrów regulatora jest identyczny jak w poprzednich przypadkach.

3. Sterowanie ręczne - ręczne zadawanie prądu I_{2g} hamownicy $\underline{2G}$ (układ otwarty).

4. 0 (wyłączony) - obciążenie silnika $\underline{M} = 0$.

UWAGA: przy przełączeniu z jednej opcji sterowania obciążeniem na inną następuje automatyczne wyhamowanie maszyn.

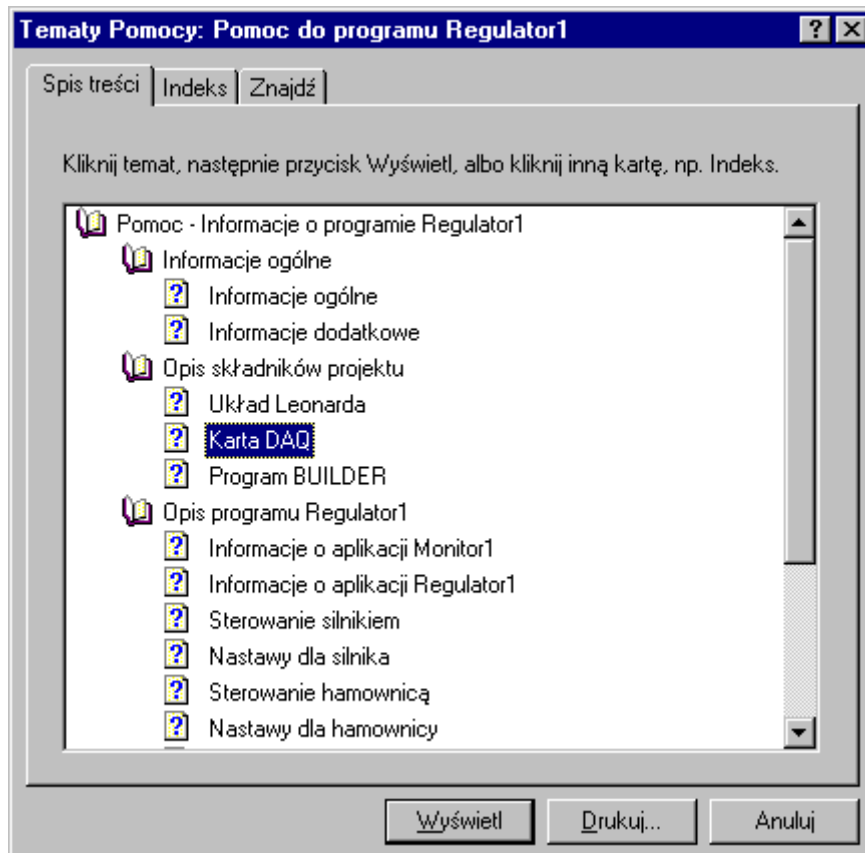
Przycisk STOP

Wirtualny przycisk bezpieczeństwa STOP umożliwia wyłączenie badanych maszyn (silnika \underline{M} oraz hamownicy $\underline{2G}$). Kliknięcie na ten przycisk powoduje uruchomienie procedury wyhamowywania silnika i hamownicy oraz automatyczne zastąpienie aktualnie ustawionych parametrów regulatorów parametrami domyślnymi (bezpiecznymi).

UWAGA: Użycie wirtualnego przycisku STOP nie powoduje wyłączenia silnika pierścieniowego M3~ ani odłączenia układu od sieci.

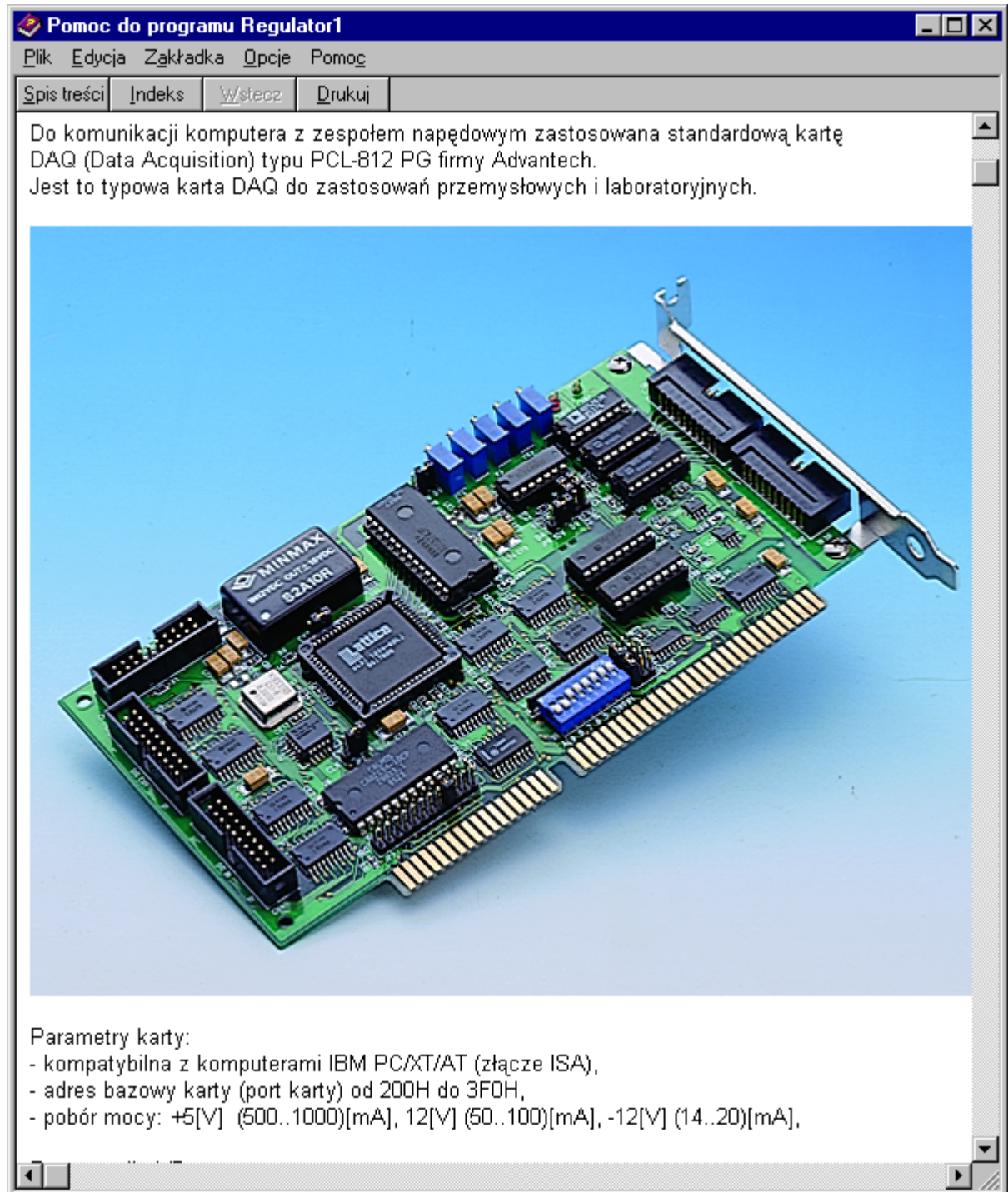
Korzystanie z plików pomocy

Kliknięcie na przycisk Pomoc znajdujący się na dolnym pasku Menu programu powoduje wywołanie pliku pomocy i wyświetlenie okienka:



- symbol książki - temat główny (kliknięcie w tę ikonę powoduje rozwinięcie tematu głównego);
- symbol kartki papieru - opis danego tematu (kliknięcie w tę ikonę powoduje wywołanie opisu konkretnego tematu);
- zakładka Indeks - spis kluczowych słów i tematów w porządku alfabetycznym (kliknięcie w wybrane słowo powoduje wywołanie opisu skojarzonego z tym słowem);
- zakładka Znajdź - wyszukiwanie wybranych słów, tematów itp.

Po kliknięciu na wskazany temat na ekranie monitora zostanie wyświetlona dotycząca go informacja, np:



Aplikacja Regulator1 została dodatkowo wyposażona w pełny plik pomocy kontekstowej. Uruchomienie pliku pomocy kontekstowej następuje poprzez najechanie kursorem myszy na dany komponent i wciśnięcie klawisza F1.