



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródłana 8

33-111 Koszyce Wielkie

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax.: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

**UNIWERSALNE STANOWISKO MECHATRONICZNE
288.0.0.0000**



Spis treści

Spis treści	2
Wstęp	3
Jednostka centralna	4
Podstawowe dane modułu:	4
Budowa modułu jednostki centralnej	5
Działanie modułu jednostki centralnej	6
Moduł napędowy	8
Podstawowe dane modułu:	8
Budowa modułu napędowego	8
Działanie modułu napędowego	8
Moduł obciążenia	10
Podstawowe dane modułu:	10
Budowa modułu obciążenia	10
Działanie modułu obciążenia	10
Moduły liniowe	12
Podstawowe dane modułów	12
Budowa modułów liniowych	15
Moduł (przystawka) do badania sprężyn skrętnych	16
Podstawowe dane modułu:	16
Budowa modułu do badania sprężyn	16
Działanie modułu do badania sprężyn	16
Stół teowy z wyposażeniem	17
Podstawowe dane:	17
Budowa stołu	17
Wyposażenie dodatkowe	18
Badanie sprzęgieł	20
Badanie przekładni	22
Badanie modułu liniowego	24
Badanie sprężyn skrętnych	26
Zdalne sterowanie i sterowanie z LabView	28
Oprogramowanie	30
Instrukcja użytkowania	36
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy	36
Instrukcja obsługi	36
Dokumentacja towarzysząca	37
Spis załączonych rysunków:	37

Wstęp

Stanowisko mechatroniczne zostało zaprojektowane do przeprowadzania doświadczeń i badań z dziedziny mechaniki i automatyki. Obejmują one badanie przekładni, sprzęgieł, napędów liniowych, sprężyn skrętnych oraz dowolnych maszyn prostych.

Budowa stanowiska została opracowana jako modułowa, co pozwala na elastyczną konfigurację różnych układów kinematycznych.

Do dyspozycji są:

- jednostka centralna,
- moduł napędowy,
- moduł obciążenia,
- moduły liniowe,
- moduł do badania sprężyn,
- stół teowy z akcesoriami.

Stanowisko zostało pomyślane jako nabiurkowe. Do zmiany konfiguracji wystarczy jeden zestaw kluczy imbusowych.

Jednostka centralna posiada możliwość podłączenia do komputera poprzez łącze USB. Do stanowiska dołączona jest aplikacja umożliwiająca rejestrację danych i rysowanie ich na wykresie.

Wszystkie moduły montuje się na dołączonym stole teowym przy pomocy dołączonych wpustów ślizgowych. Montaż i właściwe ustawienie modułów ułatwiają zamontowane prowadnice.

UWAGA!

W urządzeniu występuje wysokie napięcie oraz duże naprężenia mechaniczne. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta. Stanowisko może być obsługiwane tylko pod nadzorem przeszkolonej osoby.

Jednostka centralna

Podstawowe dane modułu:

Parametry ogólne

Waga modułu	ok. 3kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	41 x 40 x 22cm

Instalacja elektryczna

Napięcie znamionowe	230 VAC
Zasilanie	jednofazowe
Długość kabla zasilającego	ok. 2.5m
Moc	250W
Bezpiecznik	Rurkowy 6.3A
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Pomiary

Częstotliwość większości pomiarów	150Hz
Rozdzielczość pomiaru położenia kąтового wału napędowego:	0.00035 rad = 0.02 stopnia
Zakres pomiaru położenia kąтового wału napędowego:	nieograniczony
Zakres pomiaru momentu wału napędowego ¹⁾	±17.5Nm
Rozdzielczość pomiaru momentu wału napędowego ¹⁾	0.01Nm
Zakres pomiaru momentu wału napędowego ¹⁾	±5.0Nm
Rozdzielczość pomiaru momentu wału napędowego ¹⁾	0.003Nm
Rozdzielczość pomiaru położenia kąтового wału modułu hamującego:	0.00035 rad = 0.02 stopnia
Zakres pomiaru położenia kąтового wału modułu hamującego:	nieograniczony
Zakres pomiaru momentu wału modułu hamującego:	±5.0Nm
Rozdzielczość pomiaru momentu wału modułu hamującego	0.003Nm
Rozdzielczość pomiaru położenia modułu liniowego:	5μm
Zakres pomiaru położenia modułu liniowego:	500mm
Rozdzielczość pomiaru siły modułu liniowego:	0.006N

Zakres pomiaru siły modułu liniowego:	$\pm 200\text{N}$
Zakres pomiaru wejść analogowych:	0-10V
Rozdzielczość pomiaru wejść analogowych:	0.0025V

1) – w zależności od wersji

Budowa modułu jednostki centralnej.

Moduł jednostki centralnej został wykonany jako solidna, wolnostojąca obudowa oparta na modułach aluminiowych. Na przedniej ścianie zostały umieszczone wyłącznik główny, wyłącznik bezpieczeństwa oraz panel dotykowy (zdjęcie obok).

Jednostka centralna zawiera w sobie przemysłowy sterownik PLC, w którym realizowany jest główny algorytm sterowania poszczególnymi modułami. Sterownik ten zarządza również pomiarami i komunikacją z układem nadrzędnym.

Z prawej strony obudowy zgrupowano przyłącza do poszczególnych modułów. W kolejności od lewej są to:

- wejścia analogowe;
- moduł obciążenia, moduł liniowy;
- moduł napędowy.

Zdjęcie obok.

Podłączenia modułów można dokonywać tylko przy wyłączonej jednostce centralnej !

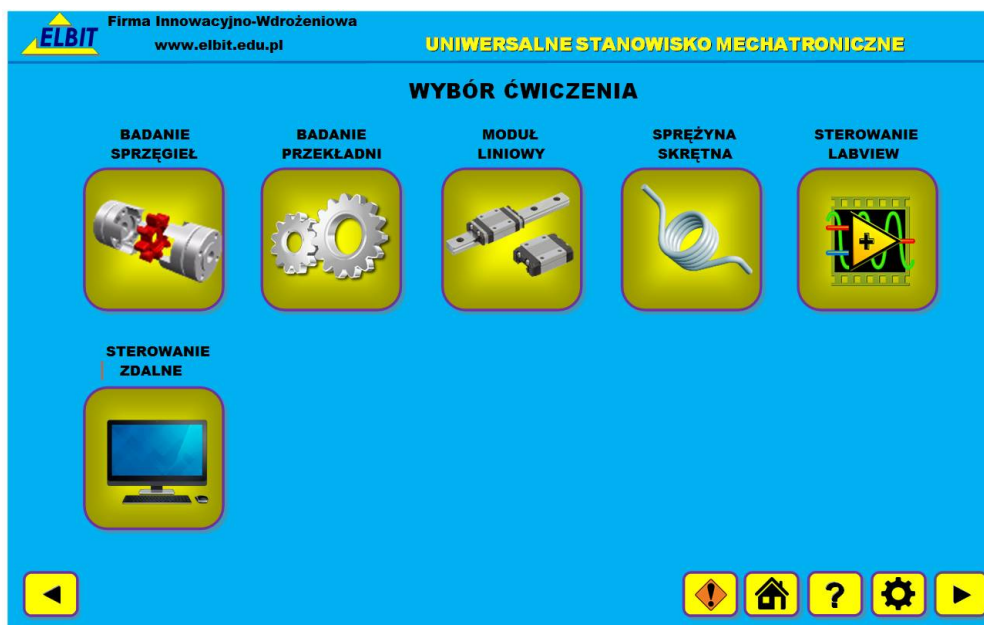


Na tylnej ścianie zamontowano złącze zasilające wraz z wbudowanym gniazdem bezpieczników, oraz złącze USB do komunikacji z układem nadrzędnym, np. komputerem PC.



Działanie modułu jednostki centralnej.

Moduł jednostki centralnej zarządza sposobem wykonywanego ćwiczenia oraz zapewnia rejestrację danych i komunikację z układem nadrzędnym. Główna komunikacja odbywa się poprzez ekran dotykowy. Wygląd ekranu dla poziomu podstawowego wygląda jak na rysunku poniżej.



W głównej części ekranu zebrano ikony odpowiadające poszczególnym ćwiczeniom, a mianowicie:

- badanie sprzęgieł,
- badanie przekładni,
- badanie modułów liniowych,
- badanie sprężyn skrętnych,
- sterowanie z LabView,
- sterowanie zdalne.

W każdym ekranie umieszczono również ikony wspólne. Mają one następujące znaczenie.



Ikona skoku do poprzedniego ekranu



Ikona wystąpienia sytuacji awaryjnej, takiej jak wciśnięcie wyłącznika awaryjnego lub przekroczenie zakresów w module liniowym lub przekroczenia zakresu siły dla przetwornika tensometrycznego.



Skok do ekranu głównego.



Pomoc kontekstowa. W zależności przy którym ćwiczeniu zostanie włączona wyświetlane są odpowiedzi dotyczące realizowanego ćwiczenia.



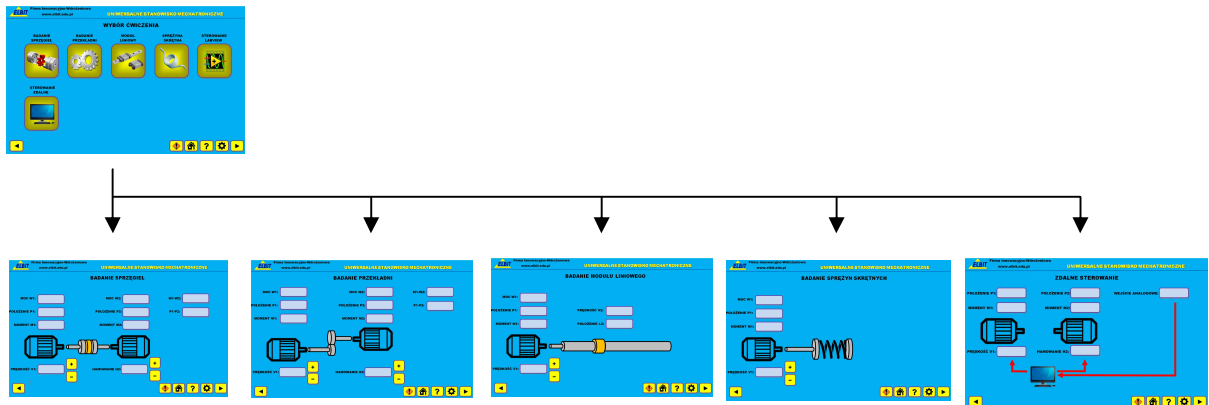
Wybór ogólnych parametrów. W szczególności są to:

- czas nawrotu dla ćwiczeń z badaniem sprzęgieł, przekładni i modułów liniowych,
- prędkość wału silnika dla badania sprężyn skrętnych.



Ikona skoku do następnego ekranu.

Ekran główny umożliwia wybór poszczególnych predefiniowanych ćwiczeń. Poszczególne przejścia wyglądają następująco:



Są to ćwiczenia z badania sprzęgieł, przekładni, modułów liniowych, sprężyn skrętnych i zdalnego sterowania.

Jednostka centralna na podstawie przychodzących pomiarów wylicza nastawy dla silnika oraz pozostałych, podłączonych modułów. Częstotliwość obliczeń pętli silnika wynosi 150Hz, natomiast częstotliwość przesyłania danych pomiarowych do układu nadrzędnego wynosi 100Hz.

W module zaimplementowano zabezpieczenie przeciążeniowe silnika i modułu wagowego. Gdy moment obciążenia przekroczy 3.5Nm lub gdy siła na przetworniku wagowym przekroczy 150N silnik oraz aktualnie realizowana próba zostanie wyłączona. Wyłączenie to nie jest sygnalizowane.

Na ścianie przedniej zamontowano również wyłącznik bezpieczeństwa, tzw. grzyb, służący do awaryjnego wyłączania silnika

Moduł napędowy

Podstawowe dane modułu:

Parametry ogólne

Waga modułu	ok. 2kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	48 x 14 x 14cm
Wysokość osi wału wyjściowego od podstawy	95mm
Średnica wału wyjściowego	Φ10
Parametry silnika	188W, 3000rpm, 0.6Nm
Przekładnia planetarna	4:1
Parametry silnika po przekładni	750rpm, 2.4Nm
Długość kabla	150cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Budowa modułu napędowego.

Moduł napędowy został zaprojektowany jako zwarty blok zawierający silnik BLDC wraz z przekładnią planetarną, momentomierz obrotowy, enkoder oraz wał wyjściowy (zdjęcie obok).

Od dołu moduł napędowy posiada uchwyty mocujące moduł do stołu teowego oraz prowadnice ustalające pozycje modułu.

Górna ścianka została wykonana z pleksi (PMMA). Umożliwia to obserwacje połączeń wewnątrz modułu. Poszczególne elementy, jak silnik wraz z przekładnią, momentomierz i enkoder są połączone poprzez sprzęgła kłowe. Oś wyjściowa jest ułożyskowana. Wysokość osi wyjściowej od podłoża jest stała dla wszystkich modułów – umożliwia to dowolne ich łączenie na stole teowym.

W dolnej części modułu znajdują się połączenia elektryczne silnika i czujników. Połączenie z jednostką centralną zrealizowane jest jednym kablem bez możliwości rozłączania.



Działanie modułu napędowego.

Moduł napędowy zasilany i sterowany jest z jednostki centralnej. Sterowanie silnikiem odbywa się w pętli prędkościowego sprzężenia zwrotnego. Zakres regulacji prędkości obrotowej silnika to ± 3000 obrotów na minutę. Przyjęto koncepcję, że dodatnie obroty to obroty zgodne z ruchem wskazówek zegara. Moment znamionowy silnika wynosi 0.6Nm, co po przekładni 4:1 daje maksymalne obroty ± 750 rpm przy momencie 2.4Nm.

Za wałem przekładni zamontowano momentomierz obrotowy o zakresie $\pm 5\text{Nm}$ (opcjonalnie $\pm 17.5\text{Nm}$). Za momentomierzem, na wale wyjściowym zamontowano enkoder inkrementalny o rozdzielczości 18000 impulsów na obrót. Pomiary z powyższych czujników rejestrowane są na bieżąco w jednostce centralnej.

Moduł obciążenia

Podstawowe dane modułu:

Parametry ogólne

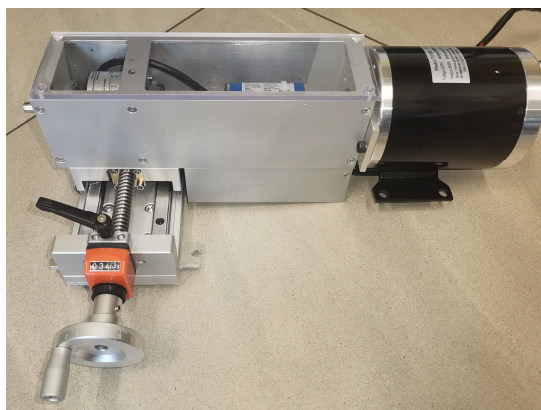
Waga modułu	ok. 4kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	45 x 35 x 14cm
Wysokość osi wału wejściowego od podstawy	95mm
Średnica wału wejściowego	Φ10
Zakres ruchu poprzecznego	100mm
Parametry silnika	DC 24V 500W
Długość kabla	150cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Budowa modułu obciążenia.

Moduł obciążenia został zaprojektowany jako zwarty blok zawierający silnik prądu stałego pracujący jako prądnica. Zwieranie wyjścia takiej prądnicy przez zmienne obciążenie powoduje wystąpienie momentu hamującego. Zależność ta jest w dużym zakresie prędkości liniowa.

Takie rozwiązanie poza oczywistymi zaletami (nie trzeba dostarczać energii do silnika żeby wytworzyć moment hamujący) posiada też jeden mankament. Hamowanie rozpoczyna się dopiero od ok. 200rpm.

Blok silnika wraz z układami pomiarowymi zamontowany jest na stoliku mikrometrycznym umożliwiającym przesuwanie osi wejściowej obciążenia o zakres 100mm.



Działanie modułu obciążenia.

Działanie modułu obciążenia jest podobne do działania modułu napędowego. Moduł obciążenia sterowany jest z jednostki centralnej. Sterowanie silnikiem 500W bez przekładni odbywa się poprzez zwieranie jego wyjścia przez zmienną rezystancję. Zakres maksymalnego momentu obciążenia jest zależny od prędkości obrotowej silnika. Szczegółowe wartości pokazano w tabeli poniżej.

Prędkość [rpm]	Moment hamujący [Nm]
200	0.2
300	0.6

400	1.0
500	1.3
600	1.5

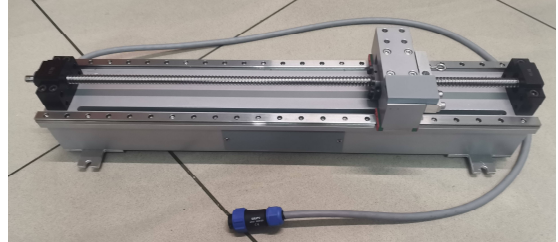
Przyjęto koncepcję, że dodatnie obroty to obroty zgodne z ruchem wskazówek zegara. Za wałem wejściowym do modułu zamontowano enkoder inkrementalny o rozdzielczości 18000 impulsów na obrót. Za enkoderem zamontowano momentomierz obrotowy o zakresie $\pm 5\text{Nm}$ (opcjonalnie $\pm 17.5\text{Nm}$). Pomiary z powyższych czujników rejestrowane są na bieżąco w jednostce centralnej.

Moduły liniowe

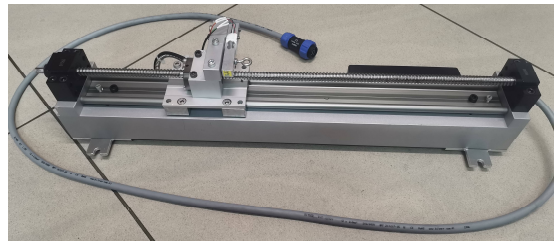
Podstawowe dane modułów

Moduły liniowe wykonane zostały w czterech wersjach:

- LIN1: moduł ze śrubą toczną i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN (zdjęcie obok);



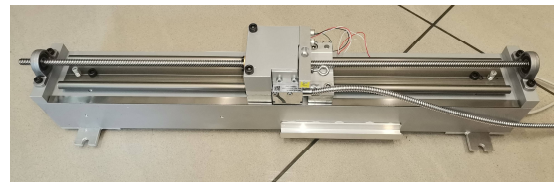
- LIN2: moduł ze śrubą toczną i prowadnicą z ślizgową (zdjęcie obok);



- LIN3: moduł ze śrubą trapezową i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN;



- LIN4: moduł ze śrubą trapezową i prowadnicą ślizgową.



Parametry ogólne modułu LIN1

ze śrubą toczną i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN

Waga modułu

ok. 4kg

Wymiary (dług. x szer. x wys.)

60 x 14 x 14cm

Wysokość osi wału wejściowego od podstawy

95mm

Średnica wału wejściowego

Φ8

Zakres ruchu poprzecznego

Ok. 470mm

Skok śruby

4mm

Prędkość liniowa dla 500rpm	33.3mm/s
Zakres pomiarowy przetwornika siły	±20kg
Rozdzielczość przetwornika siły	0.006N
Zakres pomiarowy liniału magnetycznego	550mm
Rozdzielczość liniału magnetycznego	5μm
Długość kabla	150cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Parametry ogólne modułu LIN2

ze śrubą toczną i prowadnicą z ślizgową

Waga modułu	ok. 4kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	60 x 14 x 14.5cm
Wysokość osi wału wejściowego od podstawy	95mm
Średnica wału wejściowego	Φ8
Zakres ruchu poprzecznego	Ok. 430mm
Skok śruby	4mm
Prędkość liniowa dla 500rpm	33.3mm/s
Zakres pomiarowy przetwornika siły	±20kg
Rozdzielczość przetwornika siły	0.006N
Zakres pomiarowy liniału magnetycznego	550mm
Rozdzielczość liniału magnetycznego	5μm
Długość kabla	150cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Parametry ogólne modułu LIN3

ze śrubą trapezową i prowadnicą z łożyskami liniowymi

HWIN

Waga modułu	ok. 4kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	60 x 14 x 14cm

Wysokość osi wału wejściowego od podstawy	95mm
Średnica wału wejściowego	Φ8
Zakres ruchu poprzecznego	Ok. 450mm
Skok śruby	8mm
Prędkość liniowa dla 500rpm	66.7mm/s
Zakres pomiarowy przetwornika siły	±20kg
Rozdzielczość przetwornika siły	0.006N
Zakres pomiarowy liniału magnetycznego	550mm
Rozdzielczość liniału magnetycznego	5μm
Długość kabla	150cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Parametry ogólne modułu LIN4

ze śrubą trapezową i prowadnicą ślizgową

Waga modułu	ok. 4kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	60 x 14 x 13.5cm
Wysokość osi wału wejściowego od podstawy	95mm
Średnica wału wejściowego	Φ8
Zakres ruchu poprzecznego	Ok. 420mm
Skok śruby	8mm
Prędkość liniowa dla 500rpm	66.7mm/s
Zakres pomiarowy przetwornika siły	±20kg
Rozdzielczość przetwornika siły	0.006N
Zakres pomiarowy liniału magnetycznego	550mm
Rozdzielczość liniału magnetycznego	5μm
Długość kabla	150cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Budowa modułów liniowych.

Moduły liniowe wykonane zostały w czterech wersjach:

- LIN1: moduł ze śrubą toczną i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN;
- LIN2: moduł ze śrubą toczną i prowadnicą z ślizgową;
- LIN3: moduł ze śrubą trapezową i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN;
- LIN4: moduł ze śrubą trapezową i prowadnicą ślizgową.

Pomimo różnic związanych z zastosowaniem różnych prowadnic i śrub napędowych pozostałe elementy występujące w modułach liniowych są takie same.

Każdy liniał posiada wyłączniki krańcowe wykonane na czujnikach zbliżeniowych powodujące zatrzymanie ruchu karetki przed końcem prowadnicy. Każdy posiada również liniał magnetyczny służący do precyzyjnego pomiaru położenia karetki. Na każdym module zamontowano również tensometryczne przetworniki siły o zakresie 20kg, zakończone uchem. Mocowanie do stołu teowego we wszystkich modułach jest identyczne, zaś oś wejściowa wychodzi na wysokość 95mm. Moduły są też kompatybilne elektrycznie, tzn można je dowolnie podłączać do jednostki centralnej.

Moduł (przystawka) do badania sprężyn skrętnych

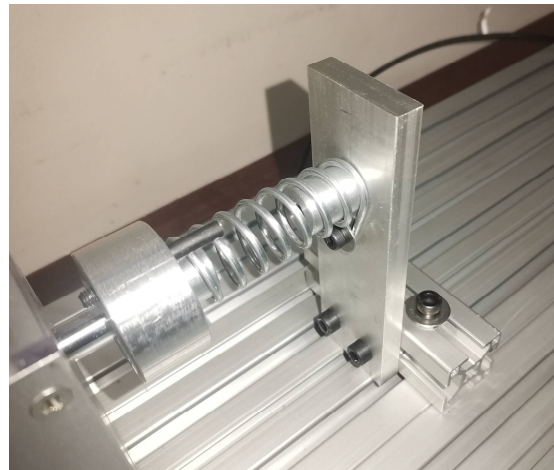
Podstawowe dane modułu:

Parametry ogólne

Waga modułu	ok. 0.1kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	6 x 9 x 13cm
Wysokość osi sprężyny od podstawy	95mm
Minimalna średnica wewnętrzna sprężyny	$\Phi 17$

Budowa modułu do badania sprężyn.

Moduł ten składa się z dwóch części: uchwytu do mocowania badanych sprężyn i zabieraka montowanego na oś modułu napędowego. Badaną sprężynę montuje się na pionowej płytce przy pomocy jednej śruby. Wymienna prowadnica ułatwia poziome ustawienie sprężyny. Wysokość zamontowania sprężyny odpowiada dokładnie wysokości osi wału układu napędowego, na którym montuje się część zabierakową.



Działanie modułu do badania sprężyn.

Przystawka ta umożliwia skrócenie badanej sprężyny o zadany kąt z zadaną prędkością i rejestrację kąta obrotu wału i momentu siły. Dane te umożliwiają wyliczenie stałej sprężyny. Prędkość obrotową wału podczas badania sprężyn ustawia się w oknie parametrów ogólnych.

Natomiast zakres i kierunek ruchu wybierany jest na ekranie do sprężyn. Wartość dodatnia zadanego kąta oznacza ruch wału zgodnie z ruchem wskazówek zegara, zaś wartość ujemna odwrotnie. Wartości kąta podaje się w radianach, w zaokrągleniu do pełnych jedności.

Stół teowy z wyposażeniem

Podstawowe dane:

Parametry ogólne

Waga modułu	ok. 7kg
Wymiary (dług. x szer. x wys.)	100 x 32 x 3.5cm
Rozstaw rowków teowych	40mm
Wymiar rowka teowego	8mm

Budowa stołu.

Stół został wykonany z gotowych profili aluminiowych połączonym mocnym łącznikiem od spodu. Od spodu zamontowano gumowe nóżki dla zapewnienia stabilnego położenia i amortyzacji.

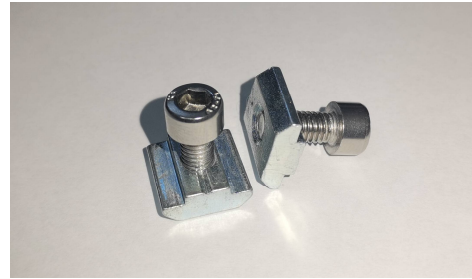


Na stole montuje się poszczególne moduły przy pomocy załączonych wkładek ślizgowych. Do montażu dowolnego modułu wystarczy zestaw kluczy imbusowych.

Wypożażenie dodatkowe.

Ślizgacze.

Do stanowiska dołączono wkładki ślizgowe (zdjęcie obok) służące do mocowania modułów na stole. Zastosowane ślizgacze mają oznaczenie M6[8].



Sprężęła

W celu łączenia modułów napędowego z liniowymi oraz napędowego z obciążającym potrzebne są sprężęła. Do stanowiska dołączono ich komplet. W projekcie używane są tylko sprężęła 10x10 i 10x8.



Zębatki

Do stanowiska dołączono również kilka rodzajów zębatek. Służą one do badania przekładni. Wszystkie zębatki mają moduł 1.5 i otwór wewnętrzny $\phi 10H6$ pasujący na wały modułów napędowego i obciążenia. Ilości zębów załączonych kół zębatych:

- 25;
- 20;
- 18;
- 15.



Klucze imbusowe

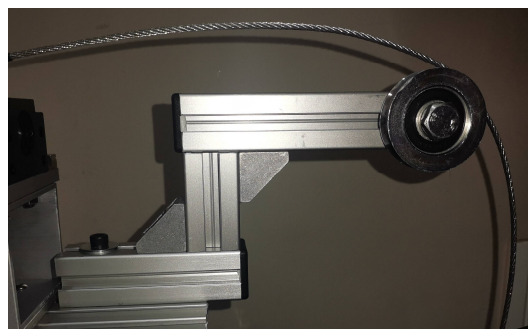
Wszystkie połączenia między modułami oraz modułów do stołu teowego zostały wykonane na śrubach walcowych, do skręcenia których wystarczy standardowy zestaw kluczy imbusowych.



Obciążenie i wysięg do wymuszania siły

W stanowisku zachodzi potrzeba wymuszania siły podczas badań modułów liniowych.

Do stanowiska dołączono wysięg z rolką montowany do stołu teowego (zdjęcie obok), oraz zestaw ciężarków o wagach:



- 3kg 2 szt.
- 2.5kg 1 szt.
- 1.25 1 szt.

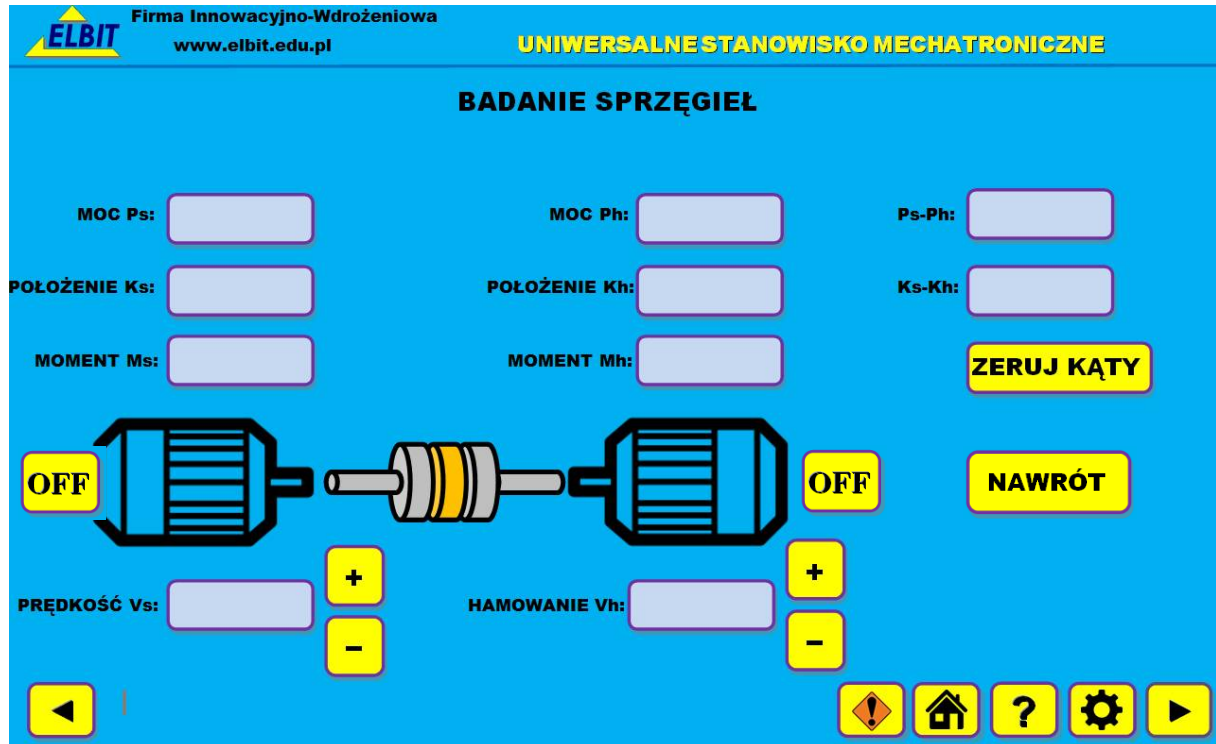
Podczas prób można te ciężarki składać w dowolnej konfiguracji. Uchwyt do składania obciążeń zakończony jest uchem.

Do podwieszania ciężarków należy używać dołączonej linki stalowej.



Badanie sprzęgieł

Po wyborze z ekranu głównego jednostki centralnej ikony sprzęgła otwiera się ekran jak na rysunku poniżej.



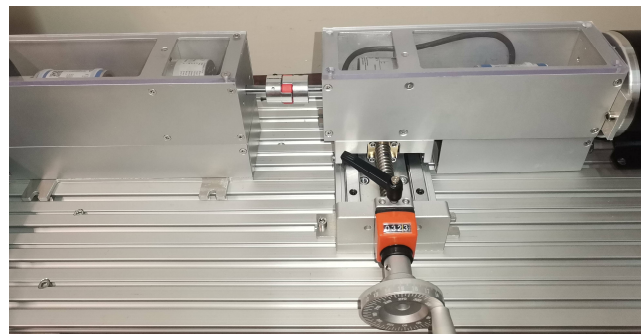
Ćwiczenie polega na obserwacji i pomiarach pracy dwóch typów sprzęgieł w różnych warunkach pracy. Do badań należy wybrać sprzęgła o małych średnicach aby błędy wprowadzane przez nie były lepiej widoczne.

Proponowane ćwiczenia obejmują następujące badania:

- badanie dokładności czyli skręcenia sprzęgła od zmiennego momentu;
- badanie błędów przy zmianie kierunku;
- badanie sprawności (z mocy mechanicznej części napędowej do hamującej);
- badanie błędów przy zmiennym przesunięciu osiowym.

Po zamontowaniu modułu napędowego w lewym skrajnym położeniu należy dobrać odpowiednie sprzęgło (10x10) i połączyć nim moduł obciążenia.

Przykładowe ustawienie pokazano na zdjęciu obok.



Dostępne wartości pomiarowe:

- Ps: moc mechaniczna na wale napędowym [W];
- Ks: położenie kątowe wału napędowego [rad];

- Ms: moment na wale napędowym [Nm];
- Ph: moc mechaniczna na wale obciążenia [W];
- Kh: położenie katowe wału obciążenia [rad];
- Mh: moment na wale obciążenia [Nm];
- Ps-Ph: różnica mocy mechanicznych między wałem napędowy a zdawczym [W];
- Ks-Kh: różnica położenia katowych między wałem napędowym a zdawczym [rad].

Wartości zadane:

- Vs: prędkość zadana wału silnika [rpm];
- Vh: wielkość obciążenia [%].

Na ekranie tym umieszczono również przyciski pomocnicze: ZERUJ KĄTY, NAWRÓT, ON/OFF dla modułu napędowego, ON/OFF dla modułu obciążenia, +/- dla Vs i +/- dla Vh.

Przyciskami + i – dla Vs ustawia się prędkość zadaną i kierunek dla silnika w trybie ręcznym oraz dla procedury nawrotu. Wartości dodatnie oznaczają ruch wału w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, wartości ujemne w przeciwnym.

Przyciskiem ON/OFF przy silniku można włączyć lub wyłączyć silnik – jest to tzw. tryb ręczny. Układ realizuje wtedy ruch obrotowy z zadaną prędkością.

Przyciskami + i – dla Vh ustawia się zakres momentu hamującego modułu obciążenia.

Można ustawić każdą wartość z zakresu od 0 do 100%.

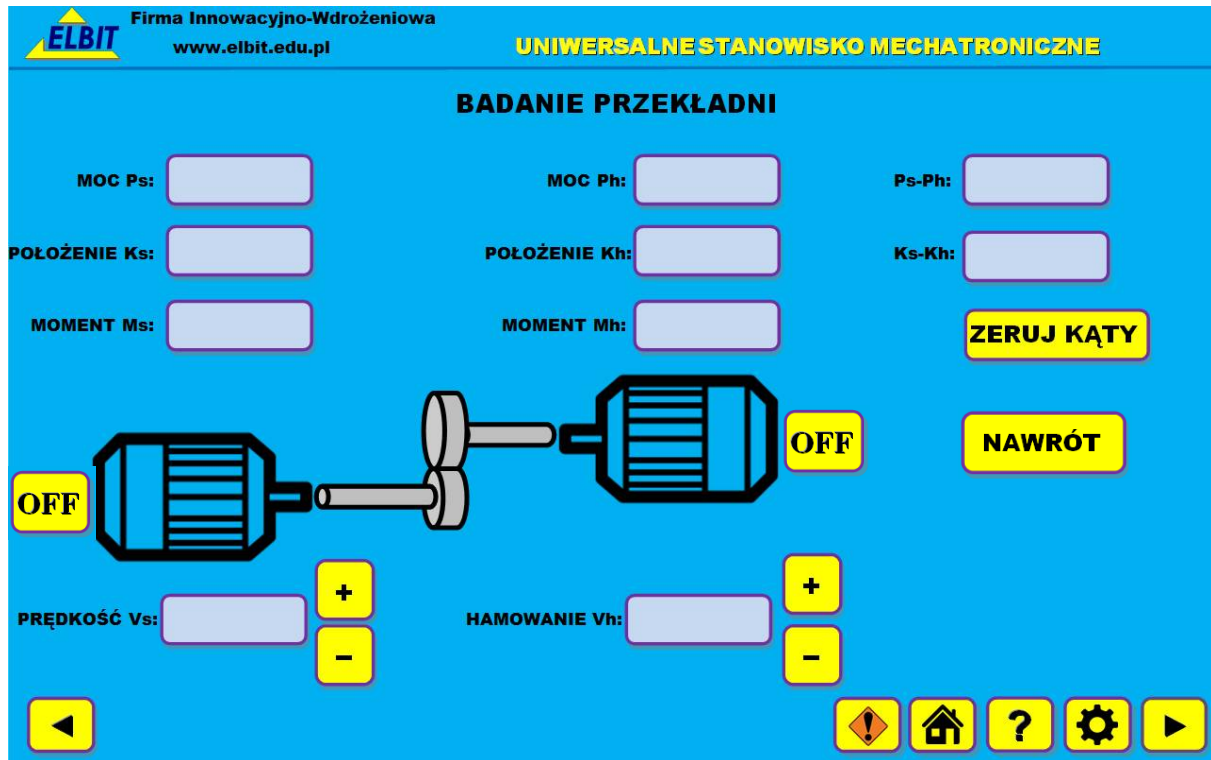
Przyciskiem ON/OFF przy hamulcu można włączyć lub wyłączyć silnik modułu hamującego.

Przycisk ZERUJ KĄTY powoduje wyzerowanie wskazań enkoderów mierzących położenia osi modułów napędowego i obciążenia.

Przycisk NAWRÓT włącza procedurę nawrotu, polega ona na ruchu z zadaną prędkością i kierunkiem Vs przez określony czas, następnie zatrzymanie na 1s oraz powrót po pozycji startowej. Czas ruchu określany jest w oknie parametrów.

Badanie przekładni

Po wyborze z ekranu głównego jednostki centralnej ikony sprzęgła otwiera się ekran jak na rysunku poniżej.



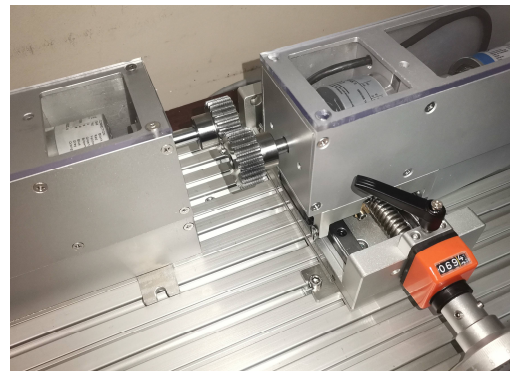
Ćwiczenie polega na obserwacji i pomiarach pracy dwóch typów przekładni pasowej i zębatej.

Proponowane ćwiczenia obejmują następujące badania:

- badanie luzu nawrotnego;
- badanie sprawności (z mocy mechanicznej części napędowej o hamującej);
- badanie błędów przy zmiennym przesunięciu osiowym.

Po zamontowaniu modułu napędowego w lewym skrajnym położeniu należy na wale wyjściowym zamontować element badanej przekładni, drugi element zamontować na wale modułu obciążenia i zestawić oba moduły razem.

Przykładowe ustawienie pokazano na zdjęciu obok.



Dostępne wartości pomiarowe:

- P_s : moc mechaniczna na wale napędowym [W];
- K_s : położenie kątowe wału napędowego [rad];
- M_s : moment na wale napędowym [Nm];
- P_h : moc mechaniczna na wale obciążenia [W];
- K_h : położenie kątowe wału obciążenia [rad];

- M_h : moment na wale obciążenia [Nm];
- P_s - P_h : różnica mocy mechanicznych między wałem napędowy a zdawczym [W];
- K_s - K_h : różnica położen kątowych między wałem napędowym a zdawczym [rad].

Wartości zadane:

- V_s : prędkość zadana wału silnika [rpm];
- V_h : wielkość obciążenia [%].

Na ekranie tym umieszczono również przyciski pomocnicze: ZERUJ KĄTY, NAWRÓT, ON/OFF dla modułu napędowego, ON/OFF dla modułu obciążenia, +/- dla V_s i +/- dla V_h .

Przyciskami + i – dla V_s ustawia się prędkość zadaną i kierunek dla silnika w trybie ręcznym oraz dla procedury nawrotu. Wartości dodatnie oznaczają ruch wału w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, wartości ujemne w przeciwnym.

Przyciskiem ON/OFF przy silniku można włączyć lub wyłączyć silnik – jest to tzw. tryb ręczny. Układ realizuje wtedy ruch obrotowy z zadaną prędkością.

Przyciskami + i – dla V_h ustawia się zakres momentu hamującego modułu obciążenia.

Można ustawić każdą wartość z zakresu od 0 do 100%.

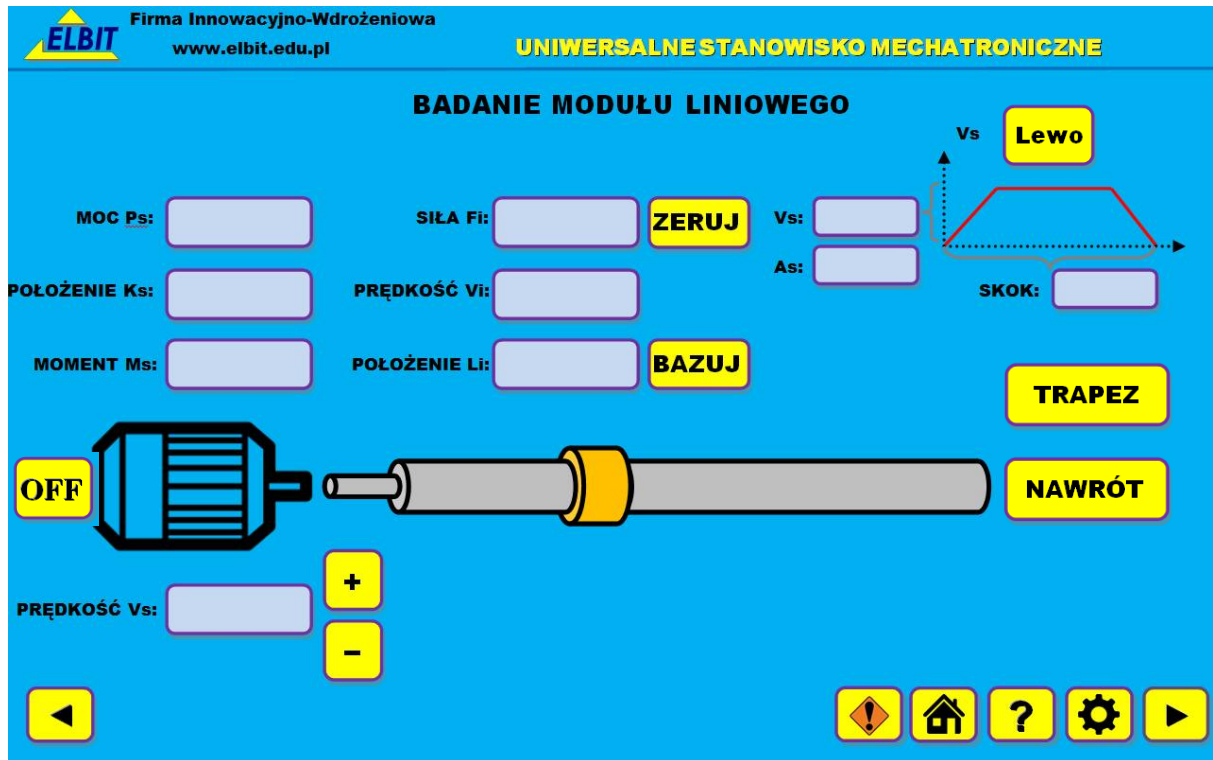
Przyciskiem ON/OFF przy hamulcu można włączyć lub wyłączyć silnik modułu hamującego.

Przycisk ZERUJ KĄTY powoduje wyzerowanie wskazań enkoderów mierzących położenia osi modułów napędowego i obciążenia.

Przycisk NAWRÓT włącza procedurę nawrotu, polega ona na ruchu z zadaną prędkością i kierunkiem V_s przez określony czas, następnie zatrzymanie na 1s oraz powrót po pozycji startowej. Czas ruchu określany jest w oknie parametrów.

Badanie modułu liniowego

Po wyborze z ekranu głównego jednostki centralnej ikony sprzęgła otwiera się ekran jak na rysunku poniżej.



Do dyspozycji studenci mają cztery różne konfiguracje modułów liniowych:

- LIN1: moduł ze śrubą toczną i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN;
- LIN2: moduł ze śrubą toczną i prowadnicą z ślizgową;
- LIN3: moduł ze śrubą trapezową i prowadnicą z łożyskami liniowymi HWIN;
- LIN4: moduł ze śrubą trapezową i prowadnicą ślizgową.

Proponowane ćwiczenia obejmują następujące badania:

- zależność oporów od obciążenia (dla różnych śrub napędowych i prowadnic oraz dla różnych obciążeń);
- efekty przy ruchu nawrotnym (np. określanie luzu i dokładności);
- określenie sprawności modułów.

Wszystkie te ćwiczenia można wykonać korzystając z procedury nawrotu.

Po zamontowaniu modułu napędowego w lewym skrajnym położeniu należy dobrać odpowiednie sprzęgło (10x8) i zamontować badany moduł liniowy. W prawym skrajnym położeniu należy zamontować wysięg i na linie stalowej zawiesić odpowiednio dobrany ciężar.

Przykładowe ustawienie pokazano na poniższym zdjęciu.



Dostępne wartości pomiarowe:

- P_s : moc mechaniczna na wale napędowym [W];
- K_s : położenie kątowe wału napędowego [rad];
- M_s : moment na wale napędowym [Nm];
- F_i : siła poprzeczna z przetwornika tensometrycznego [N];
- V_i : prędkość karetki [mm/s];
- L_i : położenie karetki [mm].

Wartości zadane:

- V_s : prędkość zadana wału silnika [rpm];
- A_s : przyspieszenie kątowe wału dla procedury trapezu;
- Skok: wartość drogi dla procedury trapezu.

Na ekranie tym występują przyciski pomocnicze: ZERUJ, BAZUJ, ON/OFF dla silnika i +/- dla V_s .

Przyciskami + i – ustawia się prędkość zadaną i kierunek dla silnika w trybie ręcznym oraz dla procedury nawrotu. Wartości dodatnie oznaczają ruch wału w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, wartości ujemne w przeciwnym.

Przyciskiem ON/OFF można włączyć lub wyłączyć silnik – jest to tzw. tryb ręczny. Układ realizuje wtedy ruch liniowy z zadaną prędkością.

Przycisk ZERUJ powoduje wyzerowanie (wyzerowanie) przetwornika siły.

Przycisk BAZUJ powoduje wyzerowanie wskazań czujnika przemieszczenia.

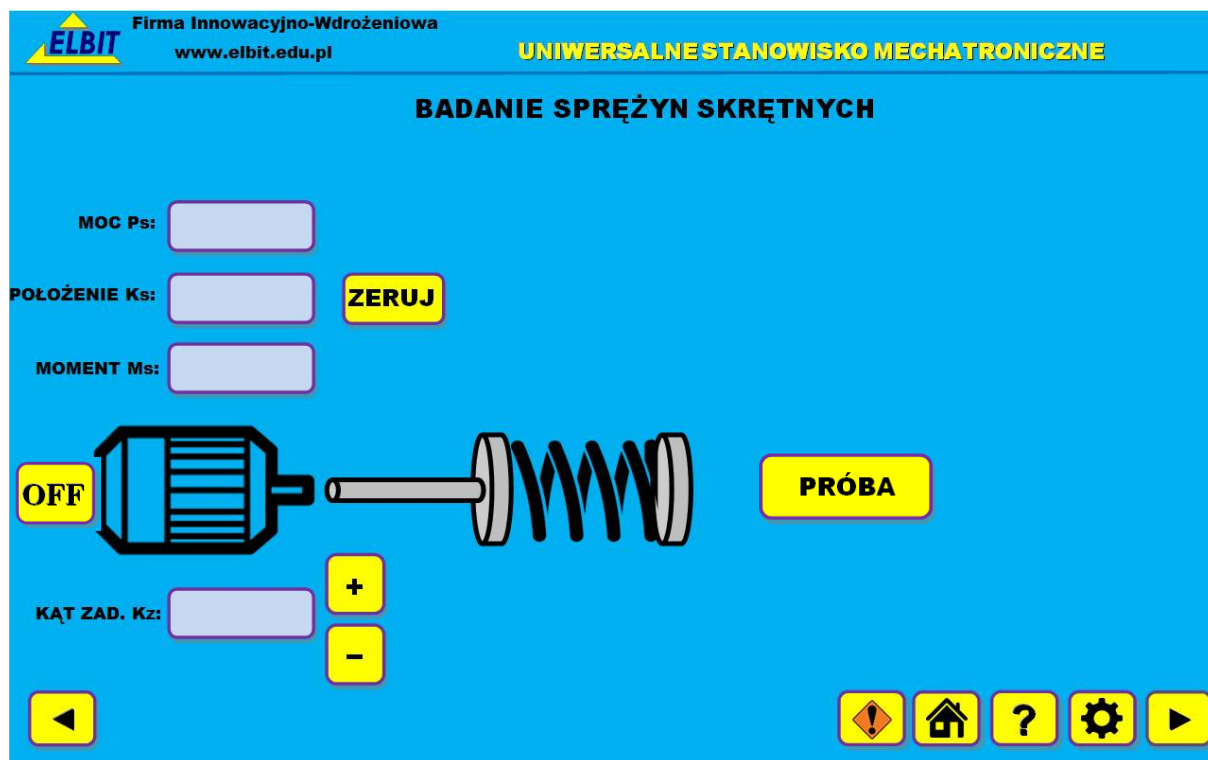
Przycisk NAWRÓT włącza procedurę nawrotu, polega ona na ruchu z zadaną prędkością i kierunkiem V_s przez określony czas, następnie zatrzymanie na 1s oraz powrót po pozycji startowej. Czas ruchu określany jest w oknie parametrów.

Przycisk TRAPEZ powoduje uruchomienie procedury ruchu w jedną stronę z określonym przyspieszeniem A_s i prędkością V_s na dystansie określonym zmienną Skok.

Procedura trapezu została zdefiniowana przyszłościowo i w aktualnej wersji nie jest zaimplementowana.

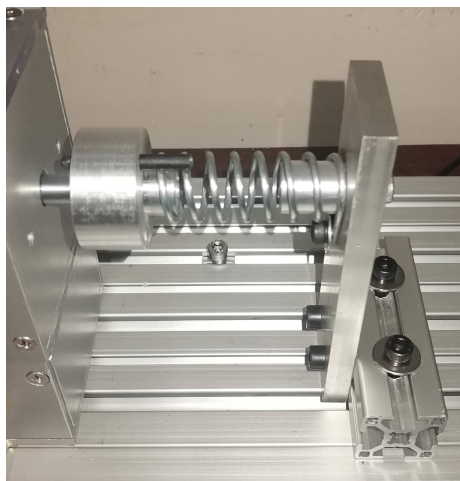
Badanie sprężyn skrętnych

Po wyborze z ekranu głównego jednostki centralnej ikony sprzęgła otwiera się ekran jak na rysunku poniżej.



Ćwiczenie polega na obserwacji działania sprężyn skrętnych oraz określeniu stałej sprężyny. Przed przystąpieniem do ćwiczenia należy zamontować na stole teowym moduł napędowy. Na oś modułu napędowego należy zamontować część zabierakową.

Po zamontowaniu badanej sprężyny w module do sprężyn należy go również zamontować na stole teowym, jak na zdjęciu obok. Pin zabieraka powinien lekko dotykać sprężyny.



Dostępne wartości pomiarowe:

- P_s : moc mechaniczna na wale [W];
- K_s : położenie katowe wału [rad];
- M_s : moment na wale [Nm].

Wartości zadane:

- K_z : kąt zadany o jaki obróci się wał podczas badania [rad]. Należy uwzględnić rodzaj badanej sprężyny: dla lewoskrętnej K_z powinien być dodatni, natomiast dla prawoskrętnej ujemny.

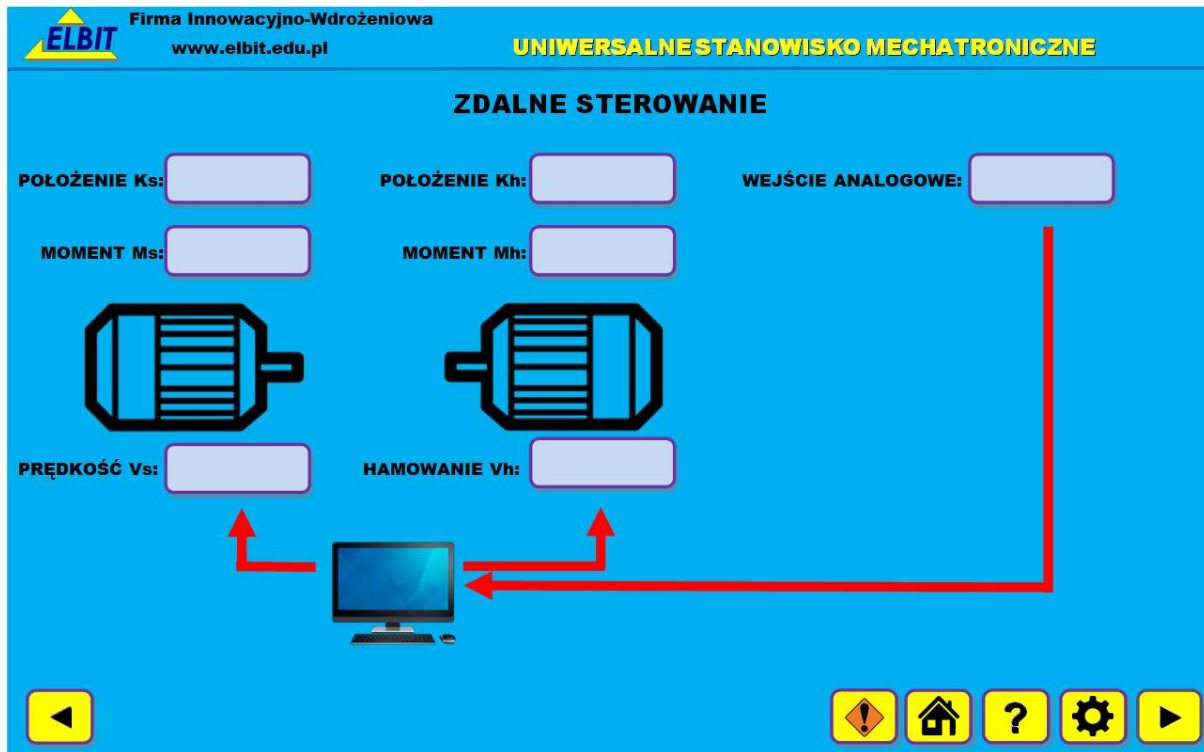
Przed wykonaniem pomiaru należy wyzerować wskazania położenia katowego wału.

Włączenie przycisku **PRÓBA** rozpoczyna automatyczny cykl: wał układu napędowego obraca się o zadany kąt a następnie wraca do położenia początkowego.

Przed włączeniem próby należy uruchomić rejestrację ciągłą w programie.
Z zarejestrowanych danych można określić stałą badanej sprężyny.
Prędkość ruchu jest stała, definiowana w oknie parametrów.

Zdalne sterowanie i sterowanie z LabView

Po wyborze z ekranu głównego jednostki centralnej ikony sprzęgła otwiera się ekran jak na rysunku poniżej.



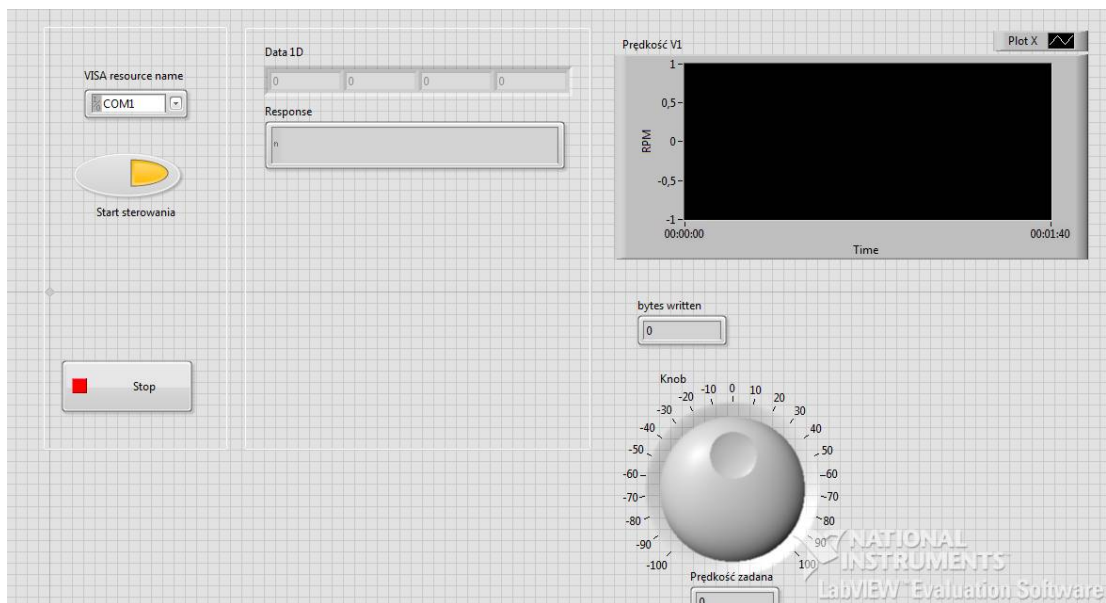
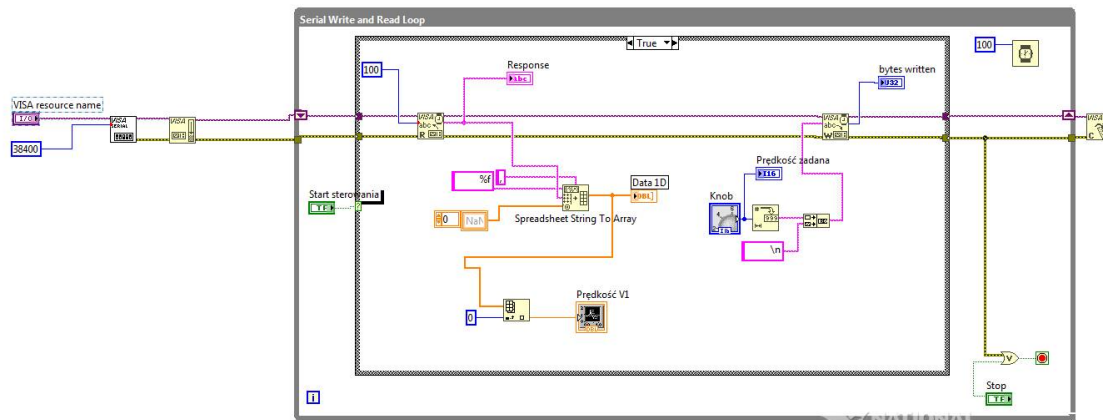
Procedura ta umożliwia tworzenie własnych sterowań poszczególnymi modułami. Po wyborze ekranu na zdalny lub LabView zmienia się komunikacja na łączy USB. Parametry transmisji to 9600, 8, n, 1 (prędkość, ilość bitów, parzystość, ilość bitów stopu).

Częstotliwość wymiany danych w tych procedurach wynosi 100ms. Parametry te różnią się od protokołu wymiany danych z aplikacją komputerową, więc program NAPEDY wykaże brak komunikacji.

Jednostka centralna wysyła następujące dane w formacie alfanumerycznym ASCII: prędkość modułu napędowego, moment na jego wale, kąt wału oraz stan wejścia analogowego. Przyjmuje zaś prędkość zadaną silnika.

Jest to typowa wymiana danych z programami nadrzędnymi, np. LabView.

Do stanowiska dołączono przykładowy szkic napisany w LabView, który umożliwia komunikację i sterowanie stanowiskiem (Get Continuous Data from Com Port in LabView.vi).



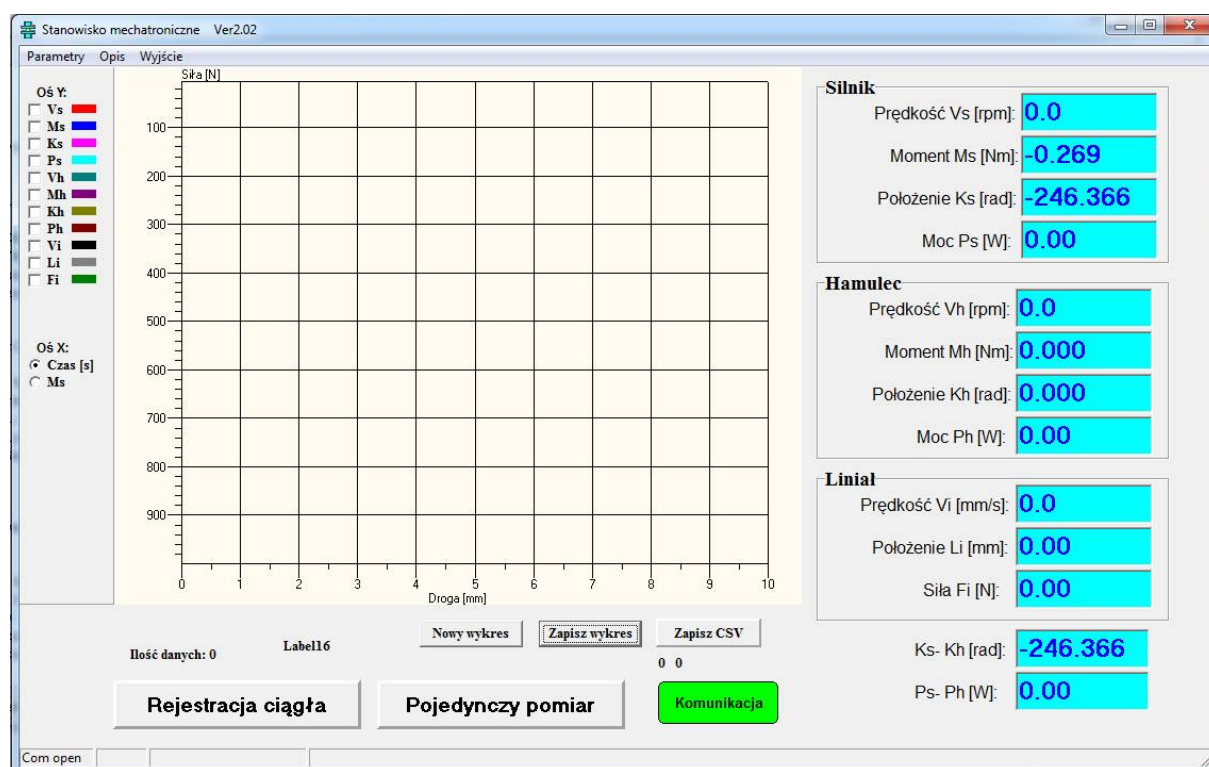
Oprogramowanie

Do stanowiska dołączone jest oprogramowanie narzędziowe NAPEDY.EXE.

Program ten łączy się ze sterownikiem jednostki centralnej poprzez łącze USB – umieszczone w tylnej ścianie modułu.

Oprogramowanie to umożliwia odczyty wszystkich podstawowych wartości pomiarowych, ich zapis oraz ustawianie ogólnych parametrów układu.

Przykładowy wygląd ekranu po włączeniu aplikacji przedstawiono na poniższym rysunku:



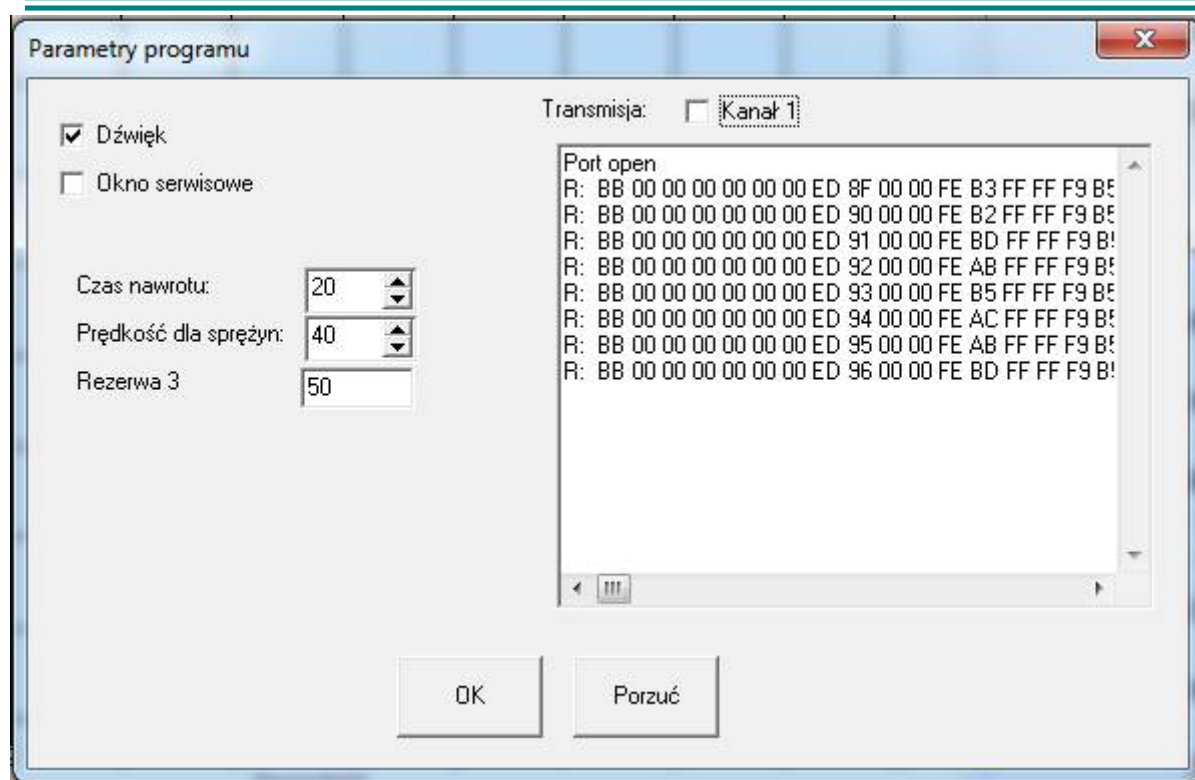
W górnej części okna głównego znajduje się pasek wyboru. Poszczególne pola mają następujące znaczenie:

- parametry – ustawienia szczegółowe stanowiska;
- opis programu;
- wyjście z programu.

Parametry.

W oknie tym zgrupowano większość ważniejszych parametrów procesowych i ustawień stanowiska.

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



Dźwięk – włącza lub wyłącza sygnał dźwiękowy przy naciskaniu przycisków w oknie głównym.

Okno serwisowe – włącza lub wyłącza dodatkowe okienko z mierzonymi wartościami i podglądem wewnętrznych zmiennych.

Czas nawrotu – czas w sekundach ruchu modułu liniowego przy procedurze nawrotu. W połączeniu zadaną prędkością umożliwia zmianę długości drogi o jaki przesunięta zostanie karetką przy tej procedurze.

Prędkość dla sprężyn – parametr ten określa stałą prędkość przy badaniu sprężyn skrętnych. W polu tym należy podać wartość bezwzględną prędkości w obrotach na minutę. Kierunek ruchu wybierany na ekranie dotykowym jednostki centralnej.

Z prawej strony okna umieszczono elementy związane z transmisją danych do komputera.

Opis.

Po wybraniu tej opcji wyświetlają się podstawowe informacje o programie

Wyjście.

Zamyka program.

Główne okno programu.

W głównym oknie programu zgrupowane są wszystkie wartości pomiarowe, które występują na ekranie LCD stanowiska. Okno podzielone jest na dwie części: pomiarową, gdzie wyświetlane są aktualne wartości i wykresową związaną z rysowaniem i rejestracją tych danych.

Część pomiarowa

Jest to część ekranu w której zgrupowano ważniejsze pomiary podstawowe. Pomiary te pogrupowane są zgodnie z miejscem pomiaru:

- silnik – pomiary modułu napędowego (indeks „s”),
- hamulec – pomiary modułu obciążenia (indeks „h”),
- liniał – pomiary modułu liniowego (indeks „i”).

W poszczególnych oknach na bieżąco wyświetlane są:

- **Vs**: prędkość wału modułu napędowego [rpm];
- **Ms**: moment wału modułu napędowego [Nm];
- **Ks**: położenie katowe wału modułu napędowego [rad];
- **Ps**: moc mechaniczna [W] obliczana ze wzoru

$$Ps = 2 \cdot \pi \cdot Vs / 60 \cdot Ms;$$

- **Vh**: prędkość wału modułu obciążenia [rpm];
- **Mh**: moment wału modułu obciążenia [Nm];
- **Kh**: położenie katowe wału modułu obciążenia [rad];
- **Ph**: moc mechaniczna [W] obliczana ze wzoru

$$Ph = 2 \cdot \pi \cdot Vh / 60 \cdot Mh;$$

- **Vi**: prędkość karetki modułu liniowego [mm/s];
- **Li**: położenie karetki modułu liniowego [mm];
- **Fi**: siła przetwornika tensometrycznego [N];
- **Ks-Kh**: różnica położenia wałów modułów napędowego i obciążenia [rad];
- **Ps-Ph**: różnica mocy mechanicznych modułów napędowego i obciążenia [W].

Silnik	
Prędkość Vs [rpm]:	0.0
Moment Ms [Nm]:	-0.340
Położenie Ks [rad]:	1.177
Moc Ps [W]:	0.00
Hamulec	
Prędkość Vh [rpm]:	0.0
Moment Mh [Nm]:	0.000
Położenie Kh [rad]:	0.000
Moc Ph [W]:	0.00
Liniał	
Prędkość Vi [mm/s]:	0.0
Położenie Li [mm]:	-320.97
Siła Fi [N]:	-5.58
Ks- Kh [rad]:	1.177
Ps- Ph [W]:	0.00

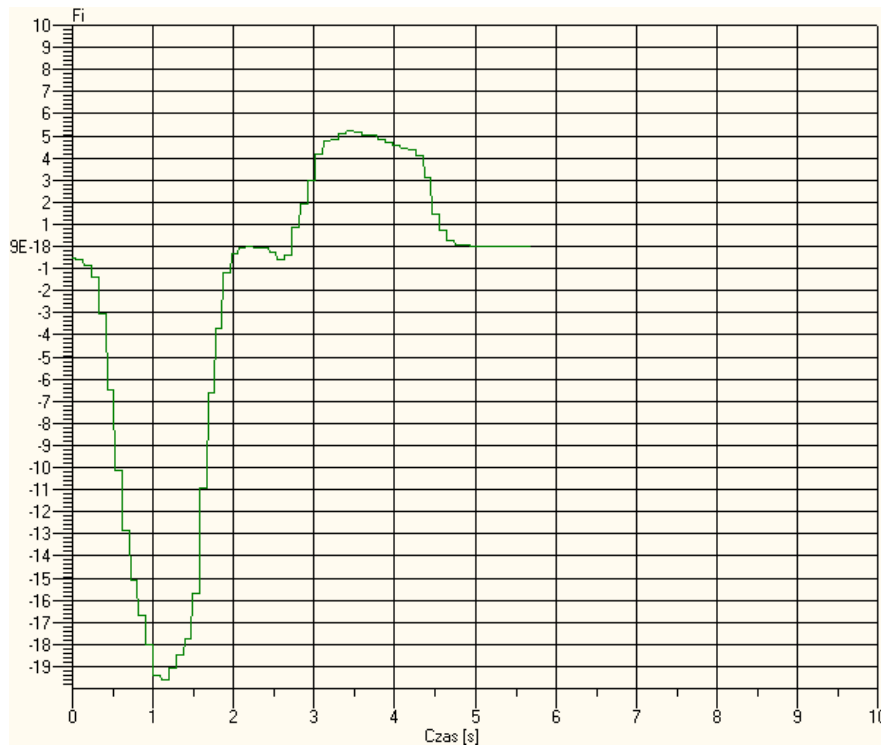
Wykres i rejestracja danych

W programie umożliwiono rysowanie wykresów czasowych poszczególnych danych pomiarowych. Opcjonalnie możliwe jest włączenie rysowania wykresów nie tylko od czasu ale też od innych wartości pomiarowych.

Przewidziano dwa tryby rejestracji danych i rysowania wykresów: ciągły i pojedynczy. W trybie ciągłym przychodzące dane są rejestrowane z maksymalną prędkością 100Hz, zaś wykres jest aktualizowany na bieżąco. W trybie pojedynczym zarejestrowanie jednego rekordu danych następuje po wcisnięciu przycisku. Tryb ciągły ma zastosowanie do szybki procesów dynamicznych np. procedura nawrotu dla modułu liniowego, zaś tryb pojedynczy dla procesów statycznych np. badanie zależności oporów sprzęgła od przekoszenia osi.

Maksymalnie na wykresie można włączyć jedenaście przebiegów.

Rozpoczęcie rysowania wykresu następuje zawsze po uruchomieniu rejestracji ciągłej lub pojedynczej. Zakończenie rysowania następuje automatycznie wraz z końcem pomiaru. Przykładowy wykres przedstawiono na poniższym rysunku.



W programie umożliwiono też zapis rysowanego wykresu w postaci pliku jpg. Służy do tego przycisk „Zapisz wykres”. Zapis następuje na dysku w katalogu, w którym został zainstalowany program.

Skasowanie zarejestrowanych danych i wymazanie wykresu następuje po wciśnięciu przycisku „Nowy wykres”.

Przycisk „Zapisz CSV” powoduje stworzenie pliku z zarejestrowanymi danymi.

Nazwa pliku jest kodowana następująco: „Daneymmddhhnn.csv”, gdzie:

yy: rok rejestracji.

mm: miesiąc rejestracji.

dd: dzień rejestracji.

hh: godzina rejestracji.

nn: minuta rejestracji.

Przykładowo dane zapisane w dniu 13.11.2009 o godzinie 10.30 będą w pliku o nazwie: „Dane0911131030.csv”.

Struktura pliku jest stała, każdy wiersz odpowiada jednemu rekordowi pomiarów.

W poszczególnych kolumnach zamieszczane są następujące dane:

- **indeks**: kolejny numer rekordu pomiarowego;
- **T**: czas [s];
- **Vs**: prędkość wału modułu napędowego [rpm];
- **Ms**: moment wału modułu napędowego [Nm];
- **Ks**: położenie kątowe wału modułu napędowego [rad];

- **Ps**: moc mechaniczna [W];
- **Vh**: prędkość wału modułu obciążenia [rpm];
- **Mh**: moment wału modułu obciążenia [Nm];
- **Kh**: położenie katowe wału modułu obciążenia [rad];
- **Ph**: moc mechaniczna [W] obliczana ze wzoru;
- **Ks-Kh**: różnica położenia wałów modułów napędowego i obciążenia [rad];
- **Ps-Ph**: różnica mocy mechanicznych modułów napędowego i obciążenia [W];
- **Vi**: prędkość karetki modułu liniowego [mm/s];
- **Li**: położenie karetki modułu liniowego [mm];
- **Fi**: siła przetwornika tensometrycznego [N].

Przykładowy plik wygenerowany przez program zamieszczono poniżej:

Index	T s	Vs rpm	Ms Nm	Ks rad	Ps W	Vh rpm	Mh Nm	Kh rad	Ph W	Ks-Kh rad	Ps-Ph W	Vi mm/s	Li mm	Fi N
1	0	0	-0,284	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,52
2	0,01	0	-0,276	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,52
3	0,02	0	-0,277	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,52
4	0,03	0	-0,274	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,52
5	0,04	0	-0,279	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,62
6	0,05	0	-0,285	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,62
7	0,06	0	-0,284	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,62
8	0,07	0	-0,293	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,62
9	0,08	0	-0,292	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,62
10	0,09	0	-0,302	-246,366	0	0	0	0	0	0 -246,366	0	0	0	-0,62

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.

Stanowisko powinno być ustawione w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do części mechanicznej i elektrycznej. Podłączając do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie i uziemienie. W czasie pracy stanowiska nie wolno dotykać żadnych części ruchomych. Na czas dłuższej przerwy w pracy należy wyjąć wtyczkę z gniazda. Podobnie należy postąpić w przypadkach przerw spowodowanych brakiem prądu. Wszelkie zauważone w czasie pracy nieprawidłowości działania należy niezwłocznie zgłaszać nadzorowi, przerywając pracę aż do chwili usunięcia usterki. Przed przystąpieniem do pracy ze stanowiskiem obsługa powinna przejść szkolenie BHP.

Instrukcja obsługi.

Obsługa stanowiska polega na podłączeniu do sieci prądu elektrycznego przewodu zakończonych wtyczką oraz uruchomieniu go za pomocą włącznika na przedniej ścianie obudowy. Jeśli zachodzi potrzeba rejestracji pomiarów lub zdejmowania charakterystyk połączyć stanowisko w komputerem przy pomocy załączonego kabla USB i uruchomić program NAPEDY.EXE.

Wybrać odpowiedni zestaw modułów do zaplanowanego ćwiczenia i zamontować go na stole teowym.

Następnie korzystając ze szczegółowych instrukcji stanowiskowych wykonać ćwiczenie.

Po skończonej pracy należy wyłączyć urządzenie.

Dokumentacja towarzysząca

Spis załączonych rysunków:

0287.0.3.1000	Schemat blokowy
0287.0.3.1001	Jednostka centralna
0287.0.3.1002	Moduł napędowy
0287.0.3.1003	Moduł obciążenia
0287.0.3.1004	Moduł liniowy

Gwarancje i dokumentacje ruchowe ważniejszych zainstalowanych w stanowisku podzespołów.

Oprogramowanie narzędziowe NAPEDY.EXE