

ECA100

**Analizator cyklu pracy
silnika**

Instrukcja Obsługi




© **TecQuipment Ltd 2015**

Zabronionym jest powielanie i przekazywanie tego dokumentu niezależnie od formy i środka przekazu, elektronicznej lub mechanicznej, z uwzględnieniem fotokopii, nagrań i wszystkich innych form przechowywania i przekazywania informacji bez wyraźnej zgody TecQuipment Limited.

Firma TecQuipment dołożyła wszelkich starań, aby zawarte w niniejszej instrukcji informacje były możliwie kompletne i aktualne. Jednak, jeśli użytkownik dostrzeże jakiś błąd, proszony jest o przekazanie takiej informacji producentowi, aby możliwym było zweryfikowanie problemu.

Firma TecQuipment wraz z dostarczonym urządzeniem dołącza Listę Zawartości Opakowania (Packing Contents List – PCL). Należy dokładnie sprawdzić zawartość przesyłki/przesyłek i zweryfikować ją z listą. Jeśli któregoś z elementów brakuje lub został on uszkodzony, zalecany jest kontakt z firmą TecQuipment lub lokalnym dystrybutorem.

Symbole użyte w instrukcji

Uwaga		<i>Ważna informacja</i>
UWAGA		<i>Nieprzestrzeganie tej uwagi może spowodować uszkodzenie urządzenia, innych elementów instalacji lub może mieć negatywny wpływ na środowisko.</i>
UWAGA!		<i>Nieprzestrzeganie tej uwagi może spowodować powstanie niebezpieczeństwa dla zdrowia lub życia</i>

Spis treści

Wstęp	1
Opis	3
Oprogramowanie ECA100	3
Panel sterowania ECA100	4
Czujnik ciśnienia głowicy cylindra i przyrząd do pomiaru kąta obrotu wału korbowego (enkoder)	5
Specyfikacja techniczna	7
Dane szczegółowe	7
Instalacja	9
Instalacja fizyczna urządzenia ECA100	9
Zasilanie elektryczne	9
Standardowy schemat połączeń	11
Instalacja oprogramowania ECA100	11
Podstawy teorii silników	15
Cykl Otto	15
Obiegi w silnikach dwusuwowych i czterosuwowych	16
Obieg w silniku diesla	19
Średnie ciśnienie indykowane (ang. Indicated Mean Effective Pressure (IMEP))	19
Moc indykowana (ang. Indicated Power (IP))	21
Moc hamowana/użyteczna (ang. Brake Power (BP))	21
Średnie ciśnienie użyteczne (ang. Brake Mean Effective Pressure (BMEP))	23
Sprawność mechaniczna (ang. Mechanical Efficiency)	23
Obsługa ECA100	25
Uruchamianie oprogramowania ECA100	25
Okno oprogramowania ECA100	26
Ustawienia interfejsu i oprogramowania ECA100	29
Rejestrowanie danych pomiarowych Testowanego Silnika	32
Zapisywanie danych pomiarowych	32

Wykresy.....	33
Animacja pracy silnika i odtwarzacz	35
Polecana literatura	37
Konserwacja, Części zamienne i Obsługa klienta	39
Konserwacja.....	39
Elektryczna.....	39
Części zamienne.....	40
Obsługa klienta	40
Załącznik 1: Połączenia przyrządu (enkodera) do pomiaru kąta obrotu wału korbowego i wejście pomocnicze	41
Połączenia przyrządu (enkodera) do pomiaru kąta obrotu wału korbowego	41
Wejście pomocnicze.....	41

Wstęp



Rys. 1 Analizator cyklu pracy silnika ECA100 (Panel sterowania i oprogramowanie)

Aby zrozumieć, jak działają silniki spalinowe, projektanci silników muszą wiedzieć, jak określić zmiany ciśnienia wewnątrz cylindra silnika. Wartości ciśnienia mają zasadnicze znaczenie w odniesieniu do osiągnięć silnika. Jeśli ciśnienie jest zbyt wysokie, zbyt niskie lub osiąga maksymalną wartość w niewłaściwym momencie, może to prowadzić do słabych osiągnięć i uszkodzenia silnika.

ECA100 jest urządzeniem składającym się z dwóch części (panel sterowania i oprogramowanie), które łączy się z odpowiednimi czujnikami znajdującymi się w jednym z trzech typów silników spalinowych - czterosurowym benzynowym, czterosurowym diesla i dwusurowym benzynowym.

Moduł ECA100 mierzy i wyświetla sygnały z przetwornika ciśnienia i enkodera na wale (kąt obrotu wału korbowego) silnika testowego. Sygnały rejestrowane są jako dane, które mogą być w pełni przeanalizowane przez użytkownika. Oprogramowanie zawiera również pomocną animację pracy silnika, która pokazuje położenie cylindra i wału korbowego w odniesieniu do wyników przeprowadzonych testów. Studenci mogą porównywać rzeczywiste wyniki z ideowymi wartościami podawanymi w podręcznikach i kartach katalogowych silnika.

Moduł ECA100 jest przeznaczony do przeprowadzania testów na silnikach, eksperymentów w sali lekcyjnej oraz demonstracji dla grup studentów, nawet bez podłączenia do silnika (na bazie wyników z wcześniej przeprowadzonych testów).

Uwaga



Do wykorzystania oprogramowania ECA100 niezbędnym jest posiadanie komputera spełniającego minimalne wymagania systemowe wyposażonego w złącze USB.

Opis

Analizator Cyklu Pracy Silnika ECA100 jest produktem składającym się z dwóch części:

- 1 - Oprogramowanie ECA100
- 2 - Panel sterowania

Ponadto firma TecQuipment oferuje opcjonalne czujniki, przetwornik ciśnienia głowicy cylindra ECA101 i przyrząd do pomiaru kąta obrotu wału korbowego ECA102.

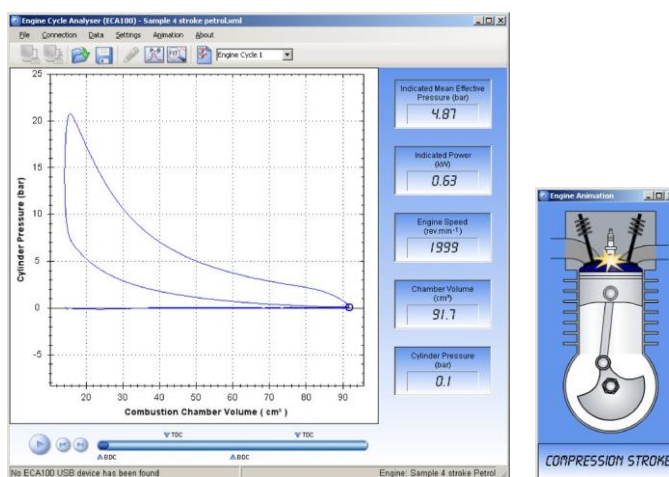
Uwaga



W ofercie dostępny jest kompletny zestaw (kod towarowy ECA100s) zawierający urządzenie ECA100 oraz przetworniki ECA101 i ECA102.

Panel sterowania ECA100 łączy się z czujnikami zamontowanymi w silniku testowym. Konwertuje on sygnały z czujników na format odpowiedni dla oprogramowania ECA100. Silnikiem Testowym może być jeden z silników będących w ofercie firmy TecQuipment.

Oprogramowanie ECA100



Rys. 2 Przykładowy zrzut ekranu oprogramowania ECA100

Oprogramowanie ECA100 zostało stworzone przez inżynierów firmy TecQuipment. Jest ono przeznaczone do stosowania ze specjalnie zmodyfikowanymi silnikami będącymi częścią oferty silników spalinowych firmy TecQuipment (o szczegóły pytaj w dziale sprzedaży firmy TecQuipment lub u lokalnego przedstawiciela).

Oprogramowanie pełni różne funkcje:

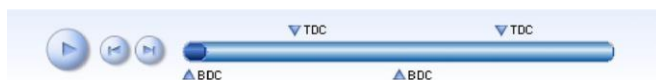
- Wyświetla wykresy zależności P-q (ciśnienia względem kąta obrotu wału korbowego) i P-V (ciśnienia względem objętości).
- Automatycznie oblicza wartość średniego ciśnienia indykowanego IMEP (Indicated Mean Effective Pressure) oraz mocy indykowanej IP (Indicated Power)
- Automatycznie wczytuje 5 cykli pracy silnika (nie obrotów) na podstawie aktualnych pomiarów w celu wykonania wydruku lub późniejszej analizy.
- Zapisuje dane pomiarowe w pliku z rozszerzeniem *.XML (na formacie ECA100.XSL) do późniejszego użytku w oprogramowaniu ECA100 lub dalszego opracowywania w innych programach, np. arkuszach kalkulacyjnych (nie dostarczono)
- Z wykorzystaniem wyników pomiarowych i sterowanej przez użytkownika animacji umożliwia zobrazowanie cyklu pracy silnika i wzajemnego położenia korbowodu, tłoka i zaworów (zob. rys. 3)



Oprogramowanie ECA100 rejestruje parametry 5 cykli (nie obrotów/suwów).

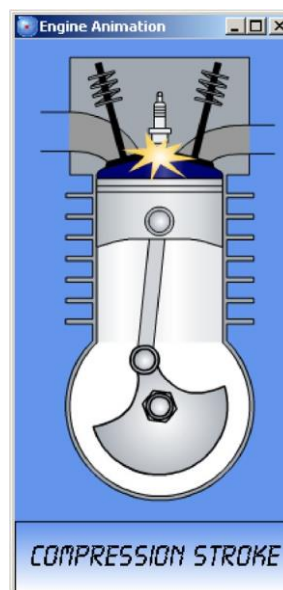
Dla silnika czterosuwowego, 5 cykli = 10 obrotów.

Dla silnika dwusuwowego, 5 cykli = 5 obrotów.



Odtwarzacz animacji

TDC = Top Dead Centre
(Zwrotne położenie
odkorbowe)
BDC = Bottom Dead Centre
(Zwrotne położenie
kukorbowe)



Rys. 3 Odtwarzacz animacji oprogramowania ECA100

Panel sterowania ECA100

Wzmacniacz ładunku



Rys. 4 Panel sterowania ECA100

Panel sterowania ECA100 to metalowa skrzynka zawierająca trzy główne komponenty:

1. Spełniający standardy przemysłowe, dokładny wzmacniacz ładunku (Charge Amplifier). Wzmacnia on sygnał pochodzący z przetwornika ciśnienia głowicy cylindra i przetwarza go na odpowiedni sygnał wyjściowy. Wzmacniacz ładunku posiada przełączniki wybierakowe, które pozwalają użytkownikowi dopasowanie charakterystyk przetwornika ciśnienia.
2. Jednostka kondycjonująca sygnał, służąca do konwersji sygnałów wejścia pomocniczego, kąta obrotu wału korbowego i wzmacniacza sygnału na odpowiedni dla oprogramowania ECA100 sygnał wyjściowy.
3. Przetwornik do zasilania urządzenia niskim napięciem.

Lampka statusu urządzenia zapala się, gdy moduł panelu sterowania ECA100 jest podłączony do zasilania i gotowy do pracy. Lampka TDC (górny punkt zwrotny) wskazuje, że silnik znajduje się w

punkcie TDC. Przełącznik obok kontrolki TDC przełącza panel sterowania w tryb TDC, umożliwiając dokładne ustawienie enkodera kąta obrotu wału korbowego. Przełącznik Reset resetuje wzmacniacz ładunku (Charge Amplifier).

Moduł panelu sterowania ECA100 łączy się z odpowiednim komputerem za pomocą złącza USB (Universal Serial Bus).

Wejście pomocnicze/dodatkowe jest przewidziane dla ewentualnych innych źródeł sygnału. Oprogramowanie ECA100 może zostać skonfigurowane do rejestracji i tworzenia wykresów danych z wejścia pomocniczego. Szczegółowe informacje na temat wejścia pomocniczego znajdują się w rozdziale "Specyfikacja techniczna" na stronie 7.

Czujnik ciśnienia głowicy cylindra i przyrząd do pomiaru kąta obrotu wału korbowego (enkoder)

Urządzenie ECA100 może pracować z różnego rodzaju przetwornikami, natomiast firma TecQuipment zaleca jego stosowanie z dedykowanym przetwornikiem i enkoderem.

Przetwornik ciśnienia głowicy cylindra (ECA101) - przetwornik ciśnienia do pomiaru ciśnienia w głowicy cylindra, dedykowany do silników testowych firmy TecQuipment.

Przyrząd do pomiaru kąta obrotu wału korbowego (ECA102) - Przetwornik pozycji kątowej wału korbowego do użytku z silnikami testowymi firmy TecQuipment.

Aby przedłużyć żywotność przetwornika ciśnienia głowicy cylindra, należy wyjąć go i zastąpić „śrubą zaślepiającą” (dummy plug), jeśli nie jest on wykorzystywany przy przeprowadzanych na silniku testach.

Na wyposażeniu zmodyfikowanych silników firmy TecQuipment znajduje się śruba zaślepiająca (dummy plug).

UWAGA



Upewnij się, że silnik testowy pracuje we właściwy sposób i zasilany jest właściwym paliwem. Niewłaściwie ustawione parametry pracy lub nieodpowiednie paliwo mogą powodować wystąpienie przedwczesnego zapłonu. Skutkować to będzie skokami ciśnienia w tłoku, które uszkodzą przetwornik ciśnienia.

W celu zaoszczędzenia czasu na przygotowywaniu silnika do pracy i zredukowania prawdopodobieństwa wystąpienia uszkodzeń, firma TecQuipment zaleca stosowanie zestawu ECA101 i ECA102 do każdego silnika oddzielnie.

Specyfikacja techniczna

Dane szczegółowe

Parametr	Wartość
Panel sterowania ECA100	
Warunki pracy	Wewnątrz pomieszczenia (laboratorium) Wysokość n.p.m. do 2000 m Kategoria przepięciowa 2 (zgodnie z normą EN61010-1) Stopień zanieczyszczenia 2 (zgodnie z normą EN61010-1)
Wymiary	120 mm wysokość x 250 mm szerokość 300 mm głębokość
Masa netto	3.5 kg
Zasilanie	90 VAC do 250 VAC 50 Hz do 60 Hz 150 mA
Bezpiecznik	20 mm 2 A Typ T
Wejście przetwornika ciśnienia	BNC coaxial
Wejście enkodera odczytującego kąt obrotu wału korbowego	6 pin DIN 180 Stopni +5 V zasilanie, pojedynczy kanał z impulsem indeksującym 360 impulsów na obrót Wyjście typu push/pull
Wejście dodatkowego gniazda	BNC coaxial +/- 10 V (Analogowe)
Maksymalna prędkość obrotowa silnika	7000 obr/min
Czujnik ciśnienia głowicy cylindra (ECA101)	Uziemiony kryształ kwarcu, czujnik temperatury z przewodem ekranowanym o długości ok. 800 mm. Masa mniej niż 0.5 kg.
Przyrząd do pomiaru kąta obrotu wału korbowego (ECA102)	Enkoder ruchu obrotowego o częstotliwości 360 impulsów na obrót z przewodem o długości ok. 2 m. Masa mniej niż 0,5 kg.
Komputer (nie wchodzi w skład wyposażenia)	
Minimalne parametry osprzętu	Monitor SVGA z kolorowym wyświetlaczem o rozdzielczości: 16-bit 1024 x 768
	Napęd CD-ROM
	Gniazdo USB typ 1.1 lub 2.0
	2 GB przestrzeni dysku twardego
Minimalny wymagany system operacyjny	Microsoft® Windows 7, 8 i 10 Uwaga: Wcześniejsze wersje systemu Windows® nie są wspierane
Zalecane oprogramowanie do wyświetlania eksportowanych danych (XML)	Microsoft® Excel

Instalacja

Instalacja fizyczna urządzenia ECA100

Uwaga



Procedura opisująca połączenie ECA100 z czujnikami będącymi standardowym wyposażeniem zmodyfikowanych silników testowych firmy TecQuipment.

1. Postaw moduł panelu sterowania ECA100 na płaskim biurku lub blacie roboczym w pobliżu silnika testowego i odpowiedniego źródła zasilania. Moduł ten zajmuje powierzchnię 250 mm x 300 mm. W celu właściwego przesłania sygnałów, przewody powinny być możliwie krótkie i przebiegać z dala od świecy zapłonowej silnika oraz przewodów paliwowych.
2. Podłącz ekranowany przewód BNC z przetwornika ciśnieniowego silnika testowego do gniazda na panelu sterowania ECA100, oznaczonego "Cylinder Pressure Transducer".

UWAGA



W czasie podłączania i odłączania przetwornika ciśnienia, należy odłączyć zasilanie panelu sterowania lub przytrzymać przełącznik wzmacniacza ładunku w pozycji „reset”.

Pod żadnym pozorem nie należy podłączać lub odłączać przetwornika ciśnienia przy włączonym panelu sterowania ECA100 lub gdy przełącznik wzmacniacza ładunku nie jest ustawiony w pozycji reset. Może to skutkować uszkodzeniem przetwornika ciśnienia.

3. Podłącz przewód typu DIN z enkodera kąta obrotu wału korbowego silnika testowego do gniazda na panelu sterowania ECA100, oznaczonego "Shaft Encoder".
4. Podłącz przewód USB (dostarczono) z tyłu panelu sterowania i do wolnego gniazda w odpowiednim komputerze (odnieś się do rozdziału "**Specyfikacja Techniczna**" na stronie 7 w celu weryfikacji wymagań sprzętowych komputera).
5. Podłącz zasilanie do sieci zgodnie z informacjami zawartymi w rozdziale "**Zasilanie elektryczne**" na stronie 9.
6. Jeśli wykorzystywany jest "Dodatkowy/pomocniczy" przetwornik, podłącz go do gniazda "Aux Input" z tyłu urządzenia ECA100 (więcej informacji w rozdziale "**Połączenia przyrządu (enkodera) do pomiaru kąta obrotu wału korbowego i wejście pomocnicze**" na stronie 41).
7. Rysunek 5 pokazuje przykładowy układ połączeń urządzenia ECA100.

Zasilanie elektryczne

Użytkowanie wraz ze stanowiskiem TD200 lub TD300

Firma TecQuipment dostarcza do urządzenia ECA100 przedłużacz typu IEC (gniazdo-wtyczka). Za pomocą tego przewodu należy podłączyć moduł ECA100 do gniazda IEC w stanowisku TD200 lub TD300 firmy TecQuipment.

UWAGA!



Złącze zasilania sieciowego znajdujące się z tyłu analizatora ECA100 służy również do odłączenia go od zasilania sieciowego. Upewnij się, że jest ono zawsze łatwo dostępne.

Użytkowanie bez stanowiska TD200 lub TD300

UWAGA!



Złącze zasilania sieciowego znajdujące się z tyłu analizatora ECA100 służy również do odłączenia go od zasilania sieciowego. Upewnij się, że jest ono zawsze łatwo dostępne.

Analizator ECA100 należy podłączać do zasilania za pośrednictwem odpowiedniej wtyczki i gniazda. Urządzenie musi być uziemione.

Podłączając analizator ECA100 do zasilania w laboratorium, należy przestrzegać parametrów opisanych w Specyfikacji technicznej oraz zachować odpowiednie oznaczenia kolorystyczne przewodów:

ZIELONO-ŻÓŁTY:

UZIOM E LUB

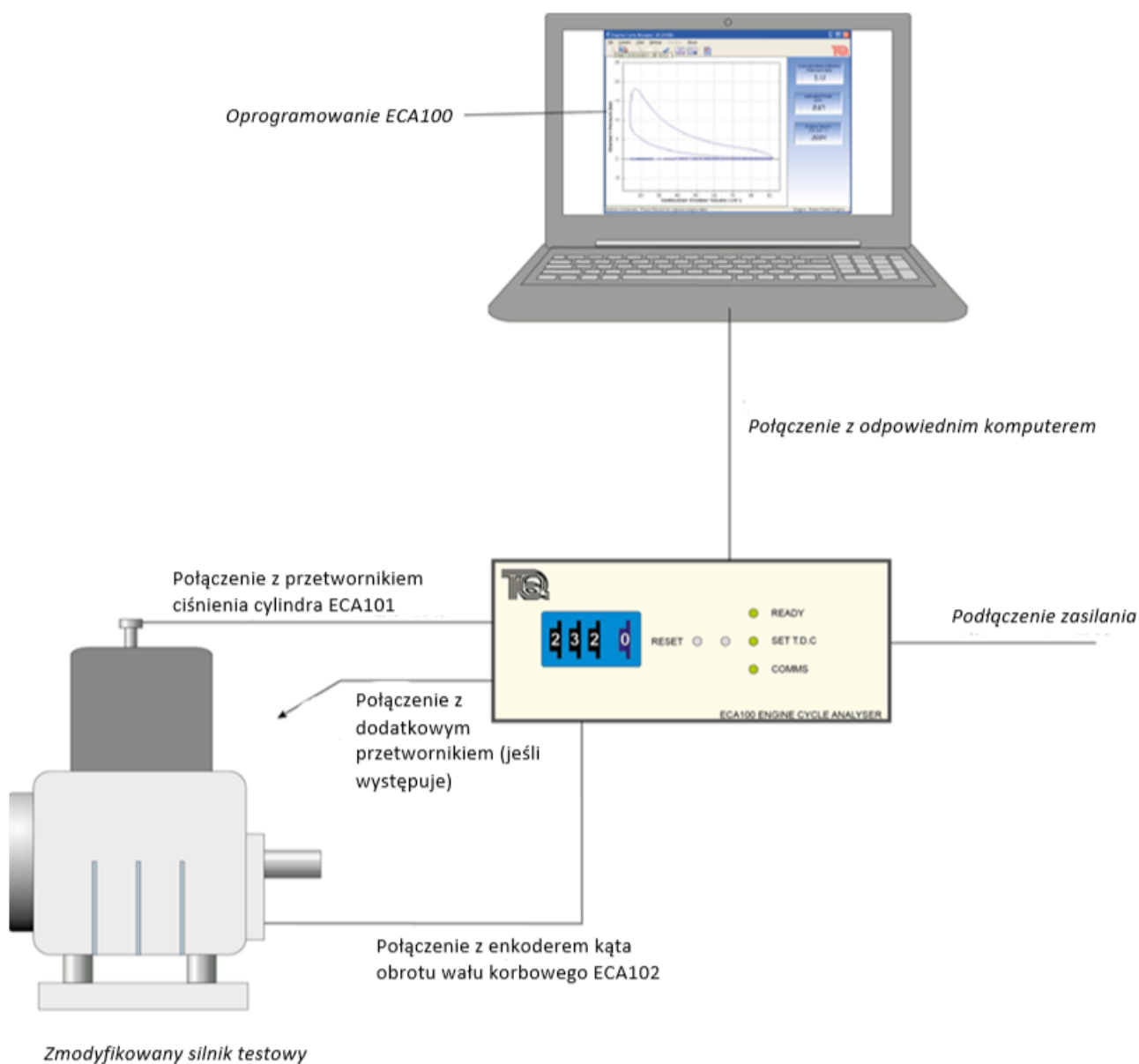
BRAZOWY:

FAZA

NIEBIESKI:

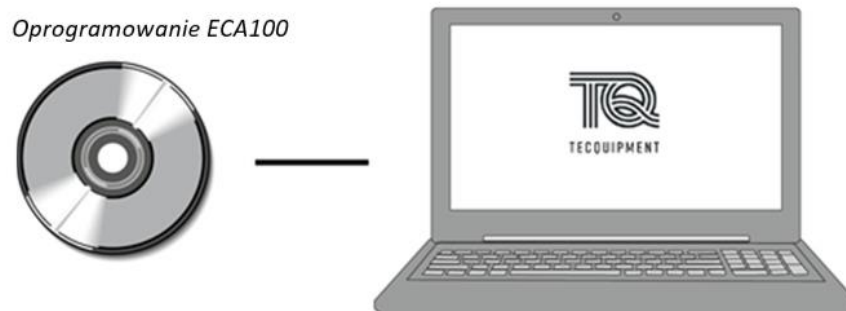
NEUTRALNY

Standardowy schemat połączeń



Rys. 5 Przykładowy układ połączeń ECA100

Instalacja oprogramowania ECA100



Rys. 6 Instalacja oprogramowania

Oprogramowanie jest dostarczane na płycie CD-ROM. Do zainstalowania oprogramowania wymagany jest komputer (PC) o parametrach podanych w rozdziale **"Specyfikacja techniczna"** na stronie 7.

Aby zainstalować oprogramowanie:

1. Włącz komputer i zaczekaj aż się uruchomi.
2. Włóż płytę CD z oprogramowaniem ECA100 do napędu CD-ROM w komputerze PC.
3. Oczekaj chwilę. Proces instalacyjny powinien rozpocząć się automatycznie. Jeśli tak się nie stało, należy nacisnąć ikonę "Mój Komputer" na pulpicie systemu operacyjnego Windows®, a następnie na ikonę napędu CD-ROM. Proces instalacyjny powinien się rozpocząć. Jeśli wciąż się tak nie stało, należy znaleźć na płycie CD plik "Setup.exe" i kliknąć na niego dwa razy. W ten sposób proces instalacyjny na pewno się rozpocznie.

Uwaga



Instalacja oprogramowania wymaga uprawnień administratora. W przeciwnym wypadku zasygnalizowany zostanie błąd instalacji i koniecznym będzie skontaktowanie się z administratorem przed ponowną instalacją oprogramowania.

W przypadku problemów z zainstalowaniem oprogramowania, należy spróbować wyłączyć kontrolę antywirusową przed rozpoczęciem procesu instalacji. Po zainstalowaniu oprogramowania należy ponownie włączyć kontrolę antywirusową.

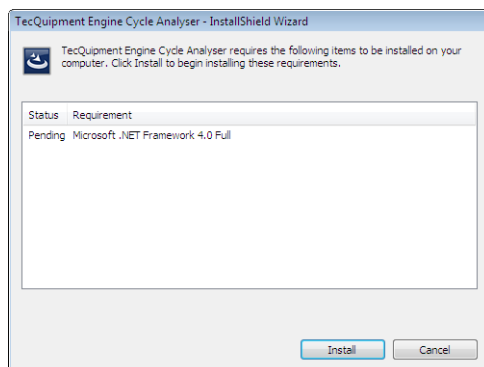
4. Gdy proces instalacyjny się rozpocznie, oprogramowanie sprawdzi, czy na komputerze zainstalowany jest Microsoft.NET Framework 4.0. Jeśli tak, proces instalacyjny przejdzie do kroku 6. Jeśli nie, należy kontynuować od punktu 5..

Uwaga



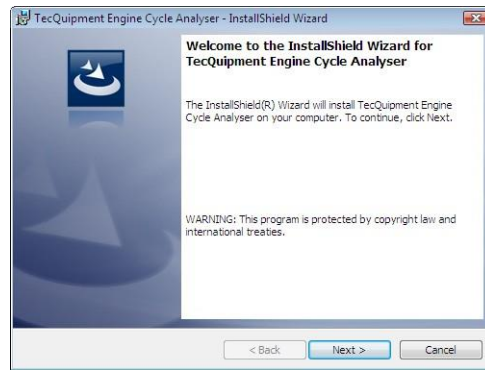
System operacyjny Windows 8 posiada zainstalowany .NET Framework, nie ma więc potrzeby ponownej jego instalacji.

5. Jeśli na komputerze nie był wcześniej zainstalowany Microsoft.NET Framework, pokaże się okno dialogowe jak na rysunku 7. Aby oprogramowanie firm TecQuipment działało prawidłowo należy zainstalować .NET Framework. Jego instalacja może zająć kilka minut i odbędzie się automatycznie.



Rys. 7 Microsoft.NET Framework Setup - instalacja

6. Gdy .NET Framework zostanie zainstalowany (lub jeśli już był zainstalowany) uruchomi się pierwsze okno oprogramowania firmy TecQuipment jak na rysunku 8. Należy nacisnąć przycisk "Next" i postępować zgodnie z instrukcjami pojawiającymi się w oknie dialogowym.



Rys. 8 Ekran instalacyjny oprogramowania ECA100

7. Gdy .NET Framework zostanie zainstalowany (lub jeśli już był zainstalowany) uruchomi się pierwsze okno oprogramowania firmy TecQuipment jak na rysunku 8. Należy nacisnąć przycisk "Next" i postępować zgodnie z instrukcjami pojawiającymi się w oknie dialogowym.

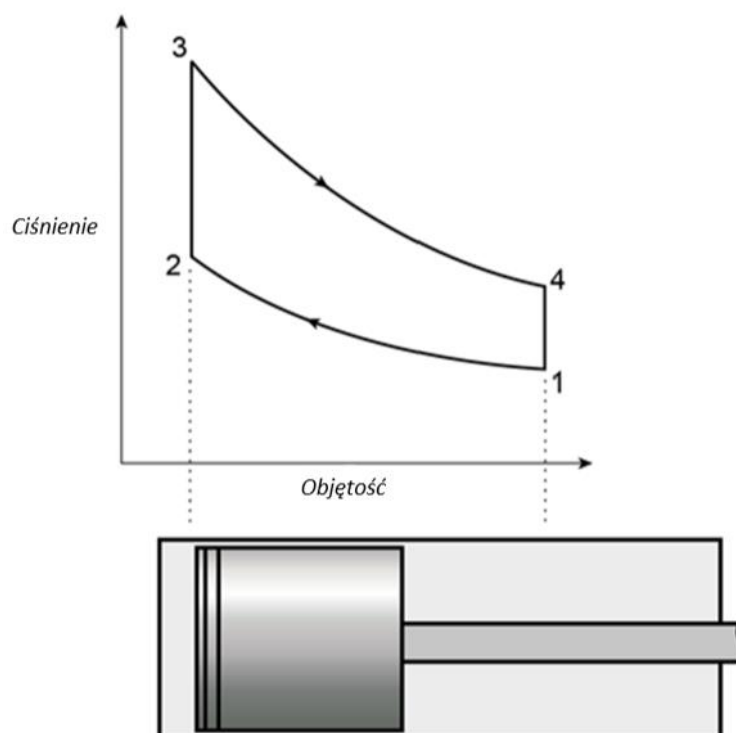
Problemy z instalacją

Jeśli występują problemy z instalacją oprogramowania, zaleca się ponowną próbę instalacji poprzedzoną manualną instalacją Microsoft.NET framework w wersji 4.0 lub 4.5. Pliki serwisowe (service packs) i pliki .NET Framework mogą być pobrane ze strony Microsoft® (www.microsoft.com), lub "Windows Update" (<http://update.microsoft.com>).

Podstawy teorii silników

W tym rozdziale przedstawiono podstawy teoretyczne pomocne przy zrozumieniu zagadnień związanych z testami cykli pracy silnika. W celu znalezienia bardziej szczegółowych informacji, należy zapoznać się z literaturą przedstawioną w sekcji "**Polecana Literatura**" na stronie 37 lub z podobnymi pozycjami książkowymi.

Cykl Otto



Rys. 9 Cykl Otto (Stała objętość)

Niemiecki inżynier - Dr. Nikolaus August Otto pierwotnie stworzył teoretyczny cykl zapłonu iskrowego oraz szybkobieżnego zapłonu samoczynnego (compression ignition - CI) silnika spalinowego wewnętrznego spalania. Określa on zależność pomiędzy ciśnieniem i objętością wewnątrz cylindra silnika tłokowego suwowego. Cykl ten najczęściej nazywany jest "cyklem stałoobjętościowym", jako że ciepło doprowadzane jest i odprowadzane, gdy tłok znajduje się w najdalszej pozycji, a objętość jest względnie stała.

Punkty 1 do 2 = Punkty 1 do 2 = objętość powietrza jest sprężana zgodnie ze współczynnikiem sprężania cylindra.

Punkty 2 do 3 = Stała objętość. Dodawane jest ciepło (spalanie). Ciśnienie wzrasta.

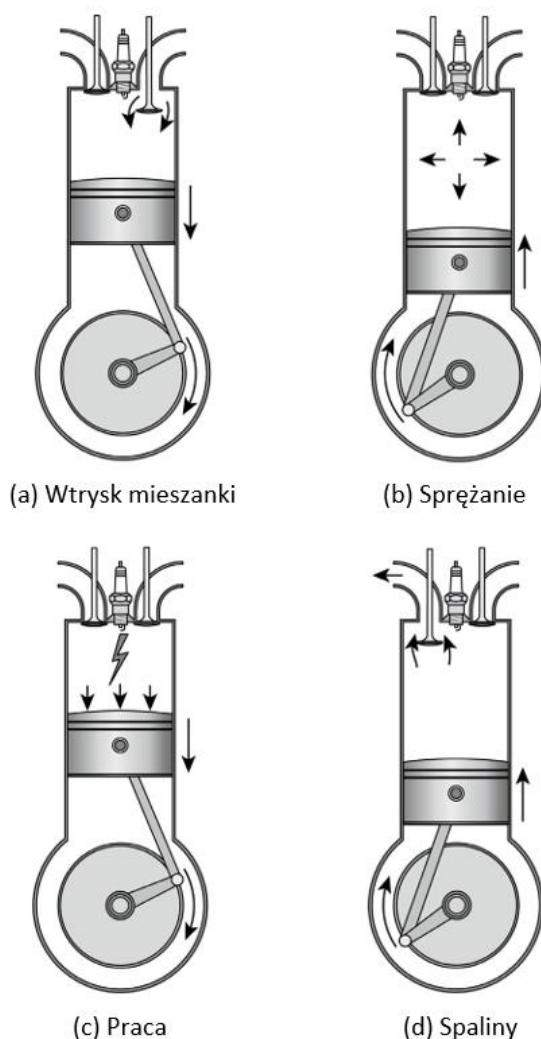
Punkty 3 do 4 = Powietrze rozpręża się do początkowej objętości.

Punkty 4 do 1 = Stała objętość. Ciepło jest wydane (odprowadzenie spalin).

Należy zauważyć, że dwusuwowy silnik benzynowy pracuje dokładnie według tego cyklu, natomiast czterosuwowy silnik benzynowy rozdziela wlot powietrza i wylot spalin na dodatkowy cykl.

Obiegi w silnikach dwusuwowych i czterosuwowych

Obieg czterosuwowy



Rys. 10 Obieg czterosuwowy

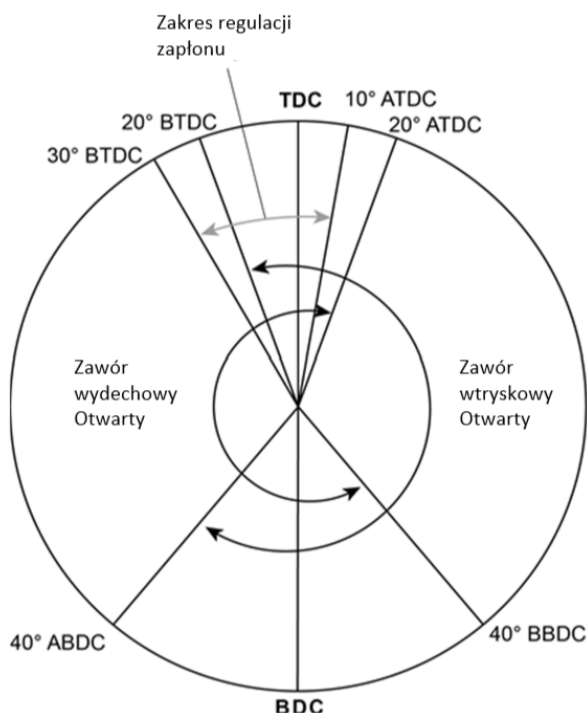
W silniku czterosuwowym, tłok porusza się w dół pobierając mieszankę paliwo/powietrze, następnie unosi się aby sprężyć i spalić tą mieszankę. Proces spalania wymusza ruch tłoka ponownie w dół, a przy ruchu w górę tłok wypycha spaliny na zewnątrz.

Cztery następujące po sobie suwy:

- Zassanie mieszanki paliwowo-powietrznej
- Sprężenie mieszanki
- Zapłon mieszanki
- Odprowadzenie spalin

Aby proces spalania był prawidłowy, wiele rzeczy musi się wydarzyć w odpowiednim momencie. Najważniejsze są czasy otwarcia zaworów i czas zapłonu.

Na rysunku 11 pokazano typowe czasy otwarcia i zamknięcia zaworów oraz przedział zapłonu silnika spalinowego. Czas otwarcia i zamknięcia zaworów oraz czas zapłonu muszą się nieznacznie różnić w celu uzyskania odpowiednich osiągnięć w całym zakresie prędkości obrotowych silnika. Starsze lub prostsze silniki mają stały rozrząd zaworowy i zapłonowy i pracują najlepiej w wąskim zakresie prędkości obrotowych. Silniki standardowe posiadają elektroniczną lub mechaniczną regulację zapłonu w celu rozszerzenia ich optymalnego zakresu prędkości obrotowej. Nowoczesne silniki o wysokich osiągnięciach posiadają zmienny rozrząd zaworowy i zapłonowy, aby zapewnić optymalną wydajność w szerokim zakresie prędkości obrotowych.



Typowe wartości kątowe:

TDC = Górne/odkorbowe położenie zwrotne (Top Dead Centre)

ATDC = Po zwrocie odkorbowym (After TDC)

BTDC = Przed zwrotem odkorbowym (Before TDC)

BDC = Dolne/kukorbowe położenie zwrotne (Bottom Dead Centre)

ABDC = Po zwrocie kukorbowym (After BDC)

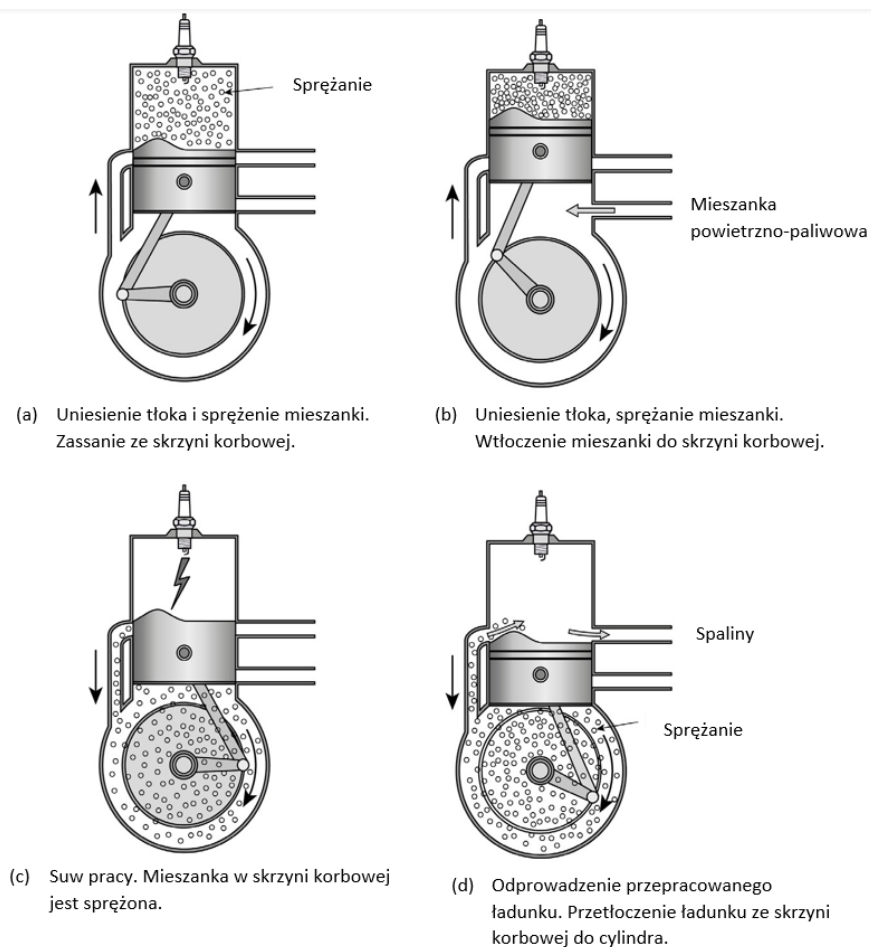
BBDC = Przed zwrotem kukorbowym (Before BDC)

Rys. 11 Regulacja zaworów i zapłonu

Obieg dwusuwowy

W przypadku silnika dwusuwowego, gdy tłok unosi się, spręża mieszkę powietrzno-paliwową zasysaną do cylindra ze skrzyni korbowej. Umożliwia to również wtłoczenie mieszanki paliwowo-powietrznej do skrzyni korbowej na zasadzie "indukcji".

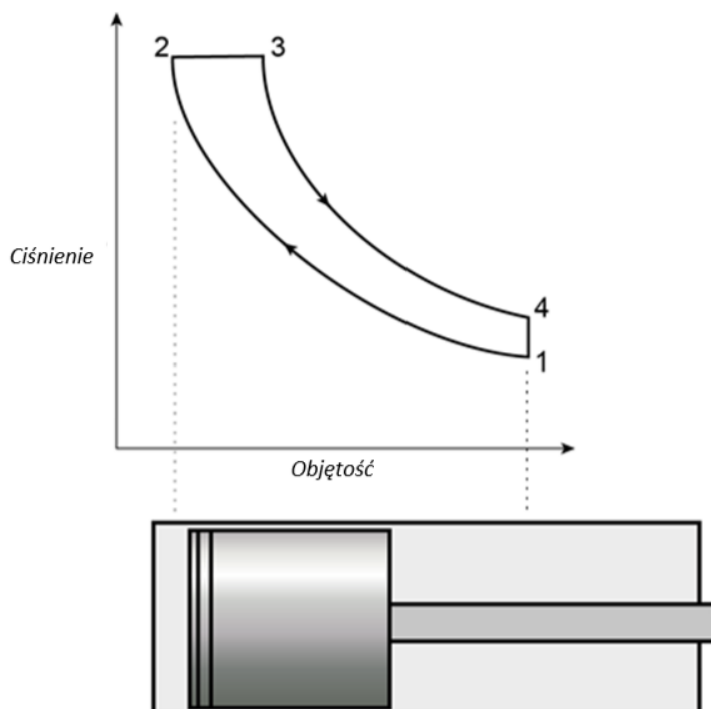
Tłok dociera do górnej części cylindra i następuje zapłon iskrowy, który wymusza ruch tłoka w dół. Umożliwia to wydostanie się spalin z portu wydechowego i sprężenie mieszanki powietrzno-paliwowej w skrzyni korbowej, gotowej do wtłoczenia do cylindra. Następnie cykl jest powtarzany. Należy pamiętać, że zapłon iskrowy następuje przy każdym suwie w górę.



Schemat przedstawia króćce wlotowe i wylotowe po jednej stronie silnika w celu zwiększenia czytelności - zwykle znajdują się one naprzeciwko siebie (przepływ krzyżowy).

Rys. 12 Obieg dwusuwowy

Obieg w silniku diesla



Rys. 13 Obieg w silniku diesla

Niemiecki inżynier - Rudolf Diesel stworzył teoretyczny cykl silnika Diesla. Diesel był pionierem w rozwoju silników z wtryskiem oleju napędowego. Jednak początkowe wersje silników Diesla były podporządkowane Cyklowi Carnota, a nie Cyklowi Diesla. Ackroyd Stuart, brytyjski inżynier, który projektował duże silniki na olej napędowy, po raz pierwszy zastosował Cykl Diesla w jednym ze swoich silników. Cykl ten obejmuje część o stałym ciśnieniu i stałej objętości. Ciepło jest dodawane w miarę zbliżania się tłoka do górnego punktu zwrotnego. Jest ono utrzymywane przez krótki czas, podczas gdy tłok cofa się, a powietrze rozszerza się. Ciepło jest odprowadzane w dolnej części suwu tłoka, gdzie objętość pozostaje stosunkowo stała.

Punkty 1 do 2 = objętość powietrza jest sprężana zgodnie ze współczynnikiem sprężania cylindra.

Punkty 2 do 3 = Stałe ciśnienie. Dodawane jest ciepło (spalanie). Powietrze rozpręża się.

Punkty 3 do 4 = Powietrze rozpręża się do początkowej objętości.

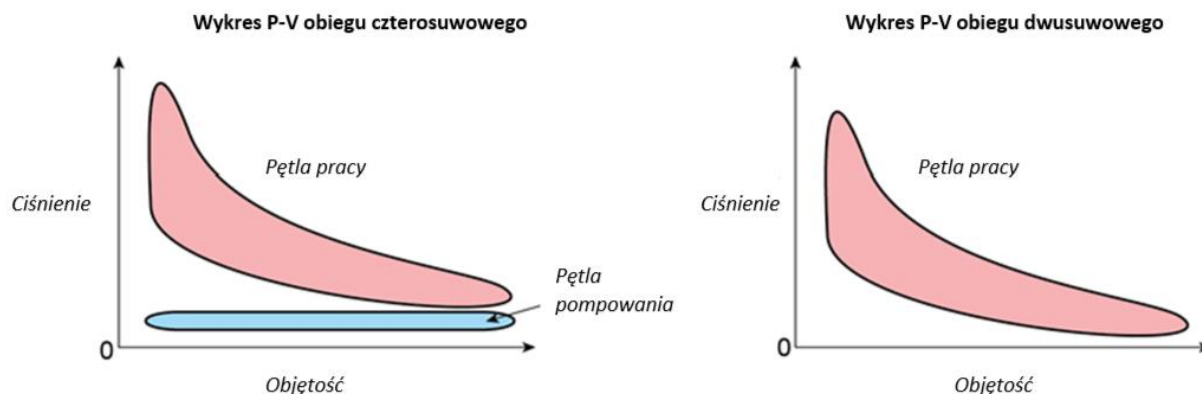
Punkty 4 do 1 = Stała objętość. Ciepło jest odprowadzane na zewnątrz (odprowadzenie spalin).

Główna różnica między silnikami wysokoprężnymi a benzynowymi polega na tym, że w przypadku silników benzynowych mieszanka benzynowo - powietrzna jest zapalana przez iskrę. W silnikach wysokoprężnych mieszanka oleju napędowego i powietrza ulega samoczynnemu zapłonowi na skutek ciepła wytwarzanego przez wysoki stopień sprężania w cylindrze.


Średnie ciśnienie indykowane (ang. Indicated Mean Effective Pressure (IMEP))

Definiuje się to jako indykowane stałe ciśnienie w cylindrze podczas jednego suwu, które wytworzyłoby taką samą pracę jak przy pełnym cyklu pracy silnika (zob. rys. 15).

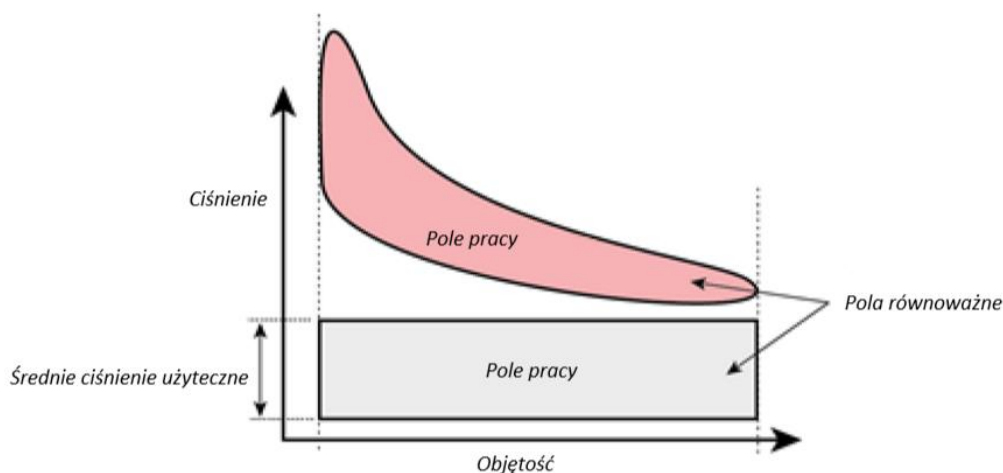
Oblicza się ją na podstawie pola powierzchni wykresów zależności ciśnienia od objętości (P-V) kompletnego cyklu pracy silnika.



Rys. 14 Wykresy P-V obiegu czterosuwowego i dwusuwowego

Uwaga  Pętla pompowania (sprężania) jest przerysowana w celu pokazania zjawiska

Na cykl pracy silnika czterosuwowego składają się dwie krzywe - jedna z nich, to krzywa dodatnia lub krzywa "mocy", która dotyczy części, w której tłok spręża gaz i dochodzi do zapłonu, natomiast druga krzywa, ujemna lub krzywa "sprężania", dotyczy części, w której tłok wypycha spaliny i zasysa powietrze. W silniku dwusuwowym nie występuje krzywa sprężania.



Rys. 15 Pola równoważne wykresu P-V

Jak pokazano na rysunku 15, krzywa zależności P-V może zostać przedstawiona w formie równoważnej powierzchni prostokąta zbudowanego na podstawie wartości średniego ciśnienia użytecznego i objętości skokowej cylindra.

Równanie kształtuje się następująco:

$$IMEP = \frac{\text{Obszar roboczy}}{\text{Pojemność skokowa}}$$

Gdzie:

IMEP jest wartością w barach [bar]

Pole pracy w bar*cm³

Objętość skokowa cylindra w cm³

Pole pracy w silniku czterosuwowym to pole powierzchni krzywej/pętli sprężania odjęte od powierzchni krzywej pracy.

Równanie, za pomocą którego obliczyć można wartość IMEP pokazuje, że wartość ta jest przydatna w celu określenia stosunku pracy wykonanej przez silnik do objętości cylindra (wielkości silnika). Jednym z głównych zadań projektanta silników jest uzyskanie większej ilości pracy z silnika nie zmieniając jego wielkości (wysoka wartość IMEP). Przydaje się to zważając na fakt, że małe silniki z reguły obciążone są mniejszymi stratami tarcia oraz oczywiście pozwalają uzyskać lepszy stosunek mocy do masy pojazdu.

Moc indykowana (ang. Indicated Power (IP))

Jest to moc obliczeniowa wytwarzana w cylindrze (lub cylindrach). Jest ona oczywiście większa niż rzeczywista "moc hamowana" mierzona na wyjściu mechanicznym silnika, ponieważ część mocy jest tracona na tarcie i wykorzystywana przez wał korbowy do obracania pomp olejowych, przekładni zaworowych lub wałków rozrządu wewnątrz silnika.

Określić ją można na podstawie równania:

$$IP = IMEP * A * L * N$$

Gdzie:

IP oznacza Moc Indykowaną (W)

IMEP = Średnie Ciśnienie Indykowane (N/m²) lub (Pa)

A = Powierzchnia tłoka (m²)

L = długość suwu (m)

N = ilość cykli pracy na sekundę

Dla silników czterosuwowych $N = \text{obr/s} / 2$

Dla silników dwusuwowych $N = \text{obr/s}$

Równanie zostało wyprowadzone z poniższego wzoru:

$$\begin{aligned} IP &= \text{Praca wykonana w ciągu sekundy} \\ &= \text{Praca wykonana w ciągu cyklu} * \text{Ilość cykli pracy na sekundę} \end{aligned}$$

Gdzie:

$$\text{Praca wykonana w ciągu cyklu} = \text{siła} * \text{długość suwu}$$

Oraz:

$$\text{Praca wykonana w ciągu cyklu} = IMEP * A * L$$

Uwaga



Zwróć uwagę, że *IMEP* w powyższym równaniu wyrażone jest w N/m² (Pa), a nie w barach. 1 bar = 100000 Pa

Moc hamowana/użyteczna (ang. Brake Power (BP))

Moc hamowana jest mocą, którą silnik dostarcza na wał wyjściowy, a więc jest to jego "użyteczna" moc. W celu jej określenia, wał silnika połączony jest z urządzeniem zwanym "dynamometrem". Dynamometr stanowi obciążenie (moment odwrotny) dla silnika. Wynikową wartością (w jednostkach SI) uzyskiwaną z momentu obrotowego i prędkości obrotowej wału jest moc na wale.

W ramach pojęcia mocy hamowanej spotkać się można z różnymi zagadnieniami:

SP (Shaft Power - Moc na wale), PS, pk, hk, cv, ks, ch, KM... wszystkie te skróty oznaczają konie mechaniczne, które są jednostką mocy spoza układu SI, używaną w Europie zamiennie z jednostką Wat.

BHP (Brake Horsepower - Moc hamowana użyteczna w koniach mechanicznych) - wykorzystywany w Wielkiej Brytanii i Stanach Zjednoczonych koni mechaniczny, według angielskiego układu jednostek.

1 koń mechaniczny = 746 Wat

Uwaga



W niniejszej instrukcji, w obliczeniach wykorzystywane są jednostki układu SI.

Równanie do określenia mocy na wale:

$$2\pi N * \frac{T}{60}$$

Gdzie:

T = Moment obrotowy w Nm

N = prędkość obrotowa wału w obr/min

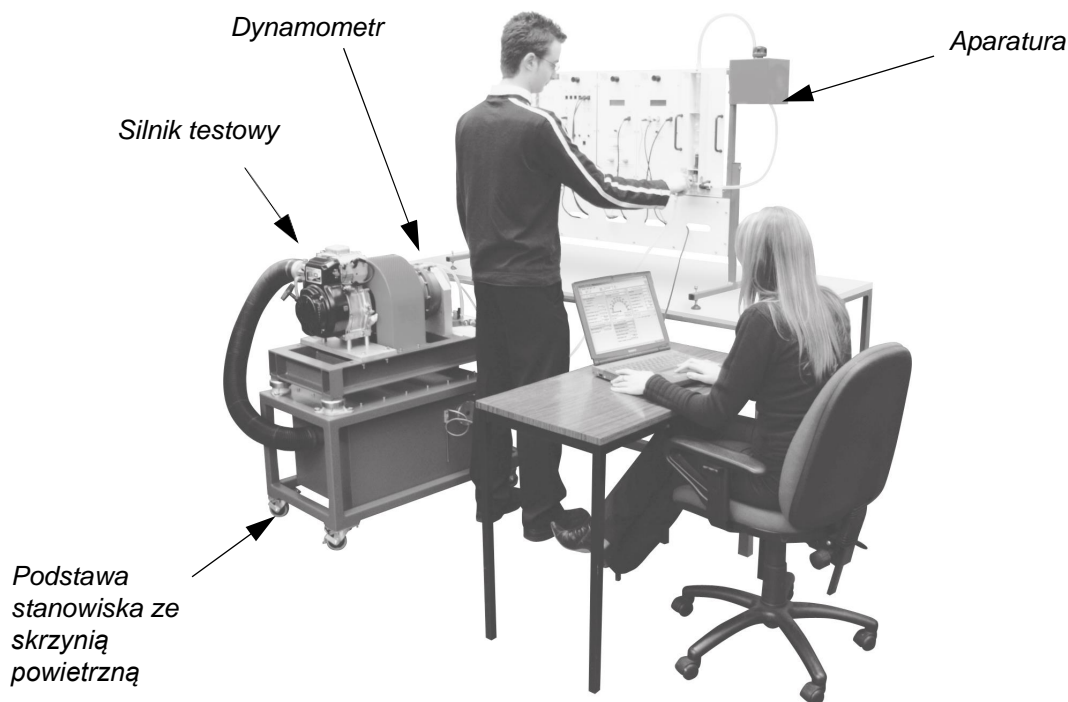
Określenie moc "hamowana" ma swoje wyjaśnienie historyczne. W początkowych fazach testowania silników, obciążenie przykładane było za pośrednictwem dynamometru na bazie hamulca ciernego (podobne rozwiązanie stosowane jest w hamulcach rowerowych).

We współczesnych testach silnikowych, dynamometry bazujące na hamulcach ciernych są bardzo rzadko spotykane. Najpowszechniej spotykane typy dynamometrów to:

- Hydrauliczne - wykorzystujące opór płynów
- Silniki elektryczne - wykorzystujące generator i obciążenie elektryczne
- Wiroprądowe - wykorzystujące straty indukcyjne w silnikach elektrycznych

Każdy z tych typów dynamometrów ma swoje zalety i wady związane ze sterowaniem, opłacalnością i praktycznością stosowania.

Firma TecQuipment oferuje dwa stanowiska testowe do badań silników jednocyldrowych. W przypadku stanowiska TD200 (pokazanego na rysunku 16) zastosowano dynamometr hydrauliczny, w przypadku stanowiska TD300, które jest bardziej zaawansowane technicznie zastosowano dynamometr z silnikiem prądu stałego.



Rys. 16 Jednostka podstawowa mała dla modułów laboratorium: Silniki firmy TecQuipment (TD200)

Średnie ciśnienie użyteczne (ang. Brake Mean Effective Pressure (BMEP))

Jest to średnia wartość ciśnienia w cylindrze, która spowodowałaby wytworzenie zmierzonej wartości mocy hamowanej. Jest to ciśnienie obliczane jako uśrednione ciśnienie w cylindrze, podczas jego ruchu od góry do dołu przy każdym suwie pracy.

Wartość BMEP oblicza się między innymi w celu porównywania silników różnych rozmiarów.

$$BMEP = \frac{Moc}{Pojemność * Ilość\ cykli\ pracy\ na\ sekundę}$$

Średnie Ciśnienie Użyteczne jest częścią IMEP dającą moc hamowaną/użyteczną, tak więc:

$$IMEP - straty = BMEP$$

Sprawność mechaniczna (ang. Mechanical Efficiency)

Jest to stosunek rzeczywistej mocy na wale silnika i mocy, którą silnik teoretycznie powinien wyprodukować. Tak więc,

$$Sprawność\ mechaniczna = moc\ hamowana / moc\ indykowana$$

Oraz:

$$Sprawność\ mechaniczna = \frac{BMEP}{IMEP}$$

Obsługa ECA100

UWAGA!



Podczas obsługi urządzenia należy przestrzegać zapisów niniejszej instrukcji.

W przypadku nie przestrzegania zapisów niniejszej instrukcji, elementy zabezpieczające urządzenia mogą nie działać prawidłowo.

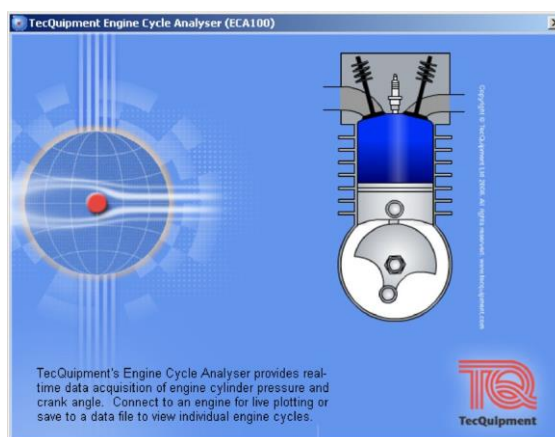
Uruchamianie oprogramowania ECA100

1. Włącz komputer i panel sterowania ECA100.
2. Na komputerze dwukrotnie naciśnij ikonę TecQuipment ECA100 znajdującą się na pulpicie (zobacz rys. 17) lub naciśnij Start - Programy - TecQuipment Engine Cycle Analyser - Engine Cycle Analyser (ECA100).
3. Pojawi się ekran startowy, jak na rysunku 18.
4. Po kilku sekundach pojawi się okno programu ECA100 (zob. rys. 19).
5. Naciśnij na ekran startowy, aby zniknął.



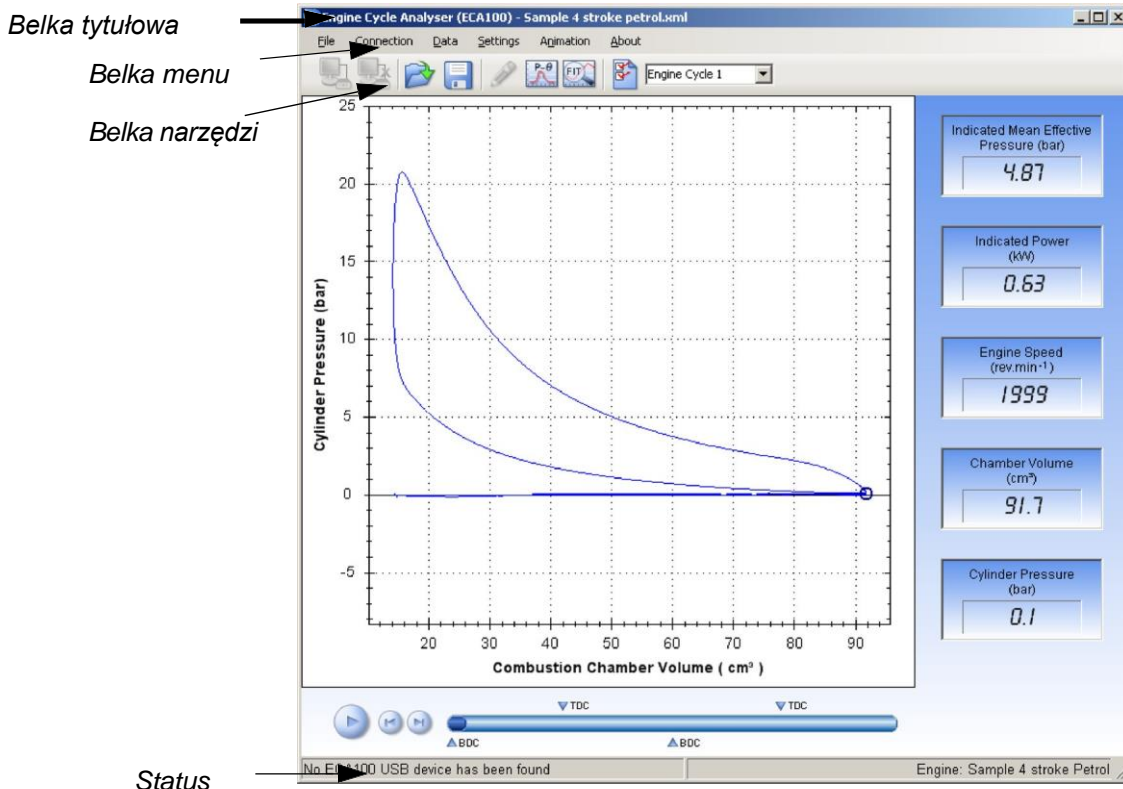
TecQuipment
ECA100

Rys. 17 Ikona oprogramowania



Rys. 18 Ekran powitalny oprogramowania ECA100

Okno oprogramowania ECA100



Rys. 19 A Przykładowe okno program ECA100

Belka tytułowa

Belka tytułowa wyświetla nazwę oprogramowania i tytuł aktualnie używanego pliku. Posiada trzy standardowe przyciski po prawej stronie (zwiń okno do paska, maksymalizuj okno, zamknij okno).

Krawędzie i rogi okna ECA100 można nacisnąć i przeciągnąć w celu dopasowania jego rozmiarów zgodnie z preferencjami.

Belka menu

Belka obejmująca nazwy sekcji menu i polecenia opisane w tabelach 1 i 2. Połączenie przycisku "Alt" z różnymi przyciskami na klawiaturze może służyć jako skrót do wywołania konkretnych poleceń z menu.

Belka narzędzi

Belka narzędzi zawiera kilka przycisków dających szybki dostęp do poleceń menu (zob. Tabela 1 i 2).

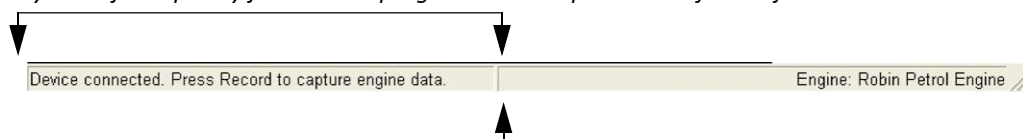


Jeśli przycisk stracił kolory (w odcieniach szarości) lub jest niewidoczny, nie jest to błąd. Oznacza to, że w wybranej konfiguracji nie jest on potrzebny.

Belka statusu

Belka statusu pokazuje przydatne informacje systemowe oraz o obecnie wykonywanych zadaniach (zob. rys. 20).

W tym miejscu opisany jest status oprogramowania i pomocne informacje.



W tym miejscu opisany jest typ badanego silnika na podstawie pliku konfiguracyjnego.

Rys. 20 Belka statusu

Przyciski belki menu i narzędziowej

Nazwa	Polecenie	Przycisk	Skrót klawiaturowy	Szczegóły
File/Plik	New/Nowy		Ctrl + N	Opuszcza wszystkie aktualne dane i uruchamia nowe okno.
	Open/Otwórz		Ctrl + O	Pozwala otworzyć dane z wcześniejszego badania.
	Save As/Zapisz jako		Ctrl + S	Pozwala zapisać dane (jako plik *.XML).
	Exit/Wyjdź		Alt + F + X	Zamyka okno programu ECA100 - Tak samo jak naciśnięcie przycisku zamknięcia na belce tytułowej.
Connection /Łączność	Connect to Device /Połącz z urządzeniem		Alt + C + C	Sprawdza połączenie z interfejsem ECA100 i łączy się z nim.
	Disconnect from Device /Odłącz od urządzenia		Alt + C + D	Rozłącza połączenie z interfejsem ECA100.

Tabela 1 Nazwy, polecenia i przyciski belki menu.








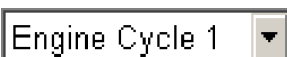
Nazwa	Polecenie	Przycisk	Skrót klawiaturowy	Szczegóły
Data /Pomiary	Record Engine Data/ Zapisywanie pomiarów		Alt + D + R	Zapisuje pięć cykli pomiarowych pracy silnika.
	Pressure/Angle Chart /Wykres ciśnienia/Kąta		Alt + D + A	Pokazuje wykres zależności pomiędzy ciśnieniem/kątem dla wybranego cyklu pracy silnika.
	Pressure / Volume Chart /Wykres ciśnienia/objętości		Alt + D + V	Pokazuje wykres zależności pomiędzy ciśnieniem/objętością dla wybranego cyklu pracy silnika.
Settings /Ustawienia	Open Equipment Config File... /Otwórz plik konfiguracyjny		Alt + S + O	Otwiera plik konfiguracyjny urządzenia (*.ECA) lub plik *.Default ECA.
	View Equipment Configuration /Pokaż konfigurację urządzenia		Alt + S + V	Wyświetla używany plik konfiguracyjny urządzenia.
	Edit Equipment Configuration /Edytuj konfigurację urządzenia		Alt + S + E	Pozwala edytować konfigurację urządzenia.
	Auxiliary Input Settings /Ustawienia wejścia pomocniczego		Alt + S + A	Wyświetla i umożliwia edycję ustawień dla Wejścia pomocniczego.
Animation /Animacja	Play Animation /Odtwórz animację		Alt + N + P	Uruchamia odtwarzacz animacji.
	Stop Animation /Zastopuj animację		Alt + N + S	Wstrzymuje odtwarzacz animacji.
	Show Engine Animation /Pokaż animację pracy silnika		Alt + N + E	Otwiera lub zamyka oddzielne okno animacji pracy silnika.
	Show Animation Cursor /Pokaż kursor animacji		Alt + N + C	Pokazuje okrągły kursor.
About /Informacje			Alt + A	Otwiera małe okno, pokazujące szczegóły dotyczące wersji używanego oprogramowania.
				Resetuje rozmiar wykresu, aby pokazać całą krzywą.
				Wybierz jeden z pięciu cykli potrzebnych do stworzenia wykresu lub użyj go do wizualizacji pracy silnika.

Tabela 2 Nazwy, polecenia i przyciski belki narzędziowej i odtwarzacza

Ustawienia interfejsu i oprogramowania ECA100

Przed użyciem oprogramowania do zapisu danych pomiarowych, panel sterowania oraz oprogramowanie ECA muszą być skonfigurowane odpowiednio do testowanego silnika. Konfiguracja może być zapisana w postaci pliku, tak aby można ją było ponownie wykorzystać przy późniejszych testach na tym samym silniku.

A. Konfiguracja ustawień silnika i wzmacniacza ładunku (Charge Amplifier)

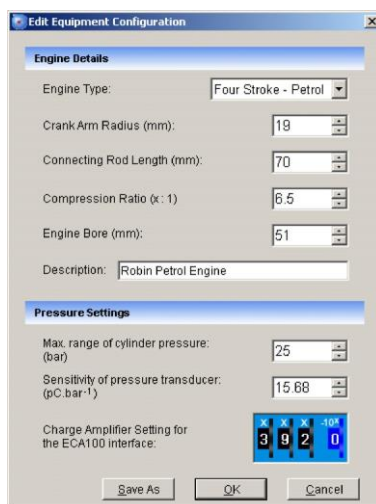


1. W oprogramowaniu ECA100 naciśnij przycisk "Edit Equipment Configuration". Otworzy się odpowiednie okno dialogowe (zob. rys. 21).

Uwaga



Plik konfiguracyjny urządzenia nie może być edytowany, jeżeli zostały już zarejestrowane dane pomiarowe.



Rys. 21 Okno dialogowe edycji konfiguracji urządzenia

2. Wprowadź dane silnika testowego do pierwszych 5 pól (zob. rys. 22). Wybór możliwy jest spośród 3 typów silników. Za pomocą strzałek góra dół wybierz odpowiednią wartość lub wpisz ją za pomocą klawiatury. Wartości minimalne i maksymalne (zakres) wyświetlają się w okienku sugestii po najechaniu kursorem na pole tekstowe. Jeśli wykorzystywany jest silnik testowy firmy TecQuipment odpowiednie wartości znaleźć można w sekcji "Specyfikacja Techniczna" w dołączonej do silnika instrukcji obsługi.

Istnieje możliwość wyboru tylko jednego z trzech wstępnie ustawionych typów silników:

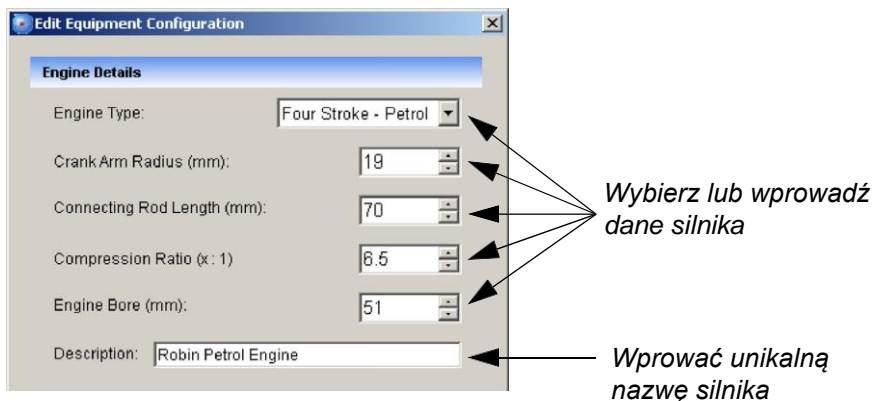
Uwaga



Czterosuwowy - Benzyna

Czterosuwowy - Diesel

Dwusuwowy - Benzyna



Rys. 22 Wprowadź dane silnika testowego i odpowiednią nazwę pliku.

3. W polu "Description" wpisz unikalny opis danego silnika. Sugeruje się zastosowanie nazwy zawierającej wszystkie istotne parametry silnika, np. "4-suwowy Hatz 232 cc silnik diesla".



Uwaga

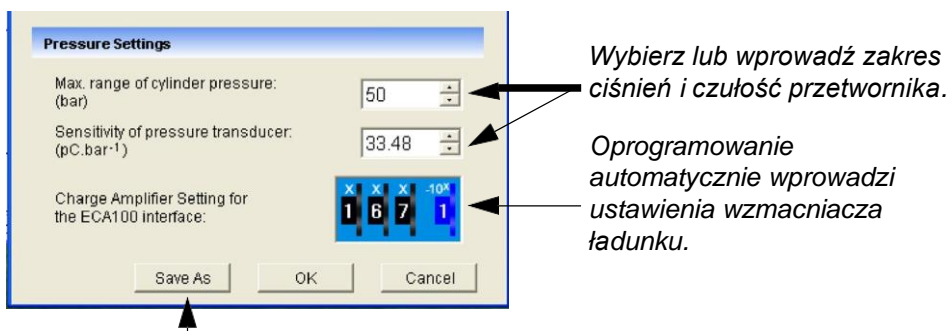
Nazwa pliku nie może mieć więcej niż 80 znaków

4. Znajdź szczytową wartość ciśnienia w cylindrze, aby dobrać odpowiednią wartość osi ciśnienia w oprogramowaniu.

Bazując na doświadczeniach przeprowadzonych przez firmę TecQuipment przyjąć można, że dla silników benzynowych przyjąć można wartość 50 bar, a dla silników diesla 90 bar.

5. Znajdź wartość czułości stosowanego przetwornika ciśnienia (powinna ona znajdować się na samym przetworniku lub na pudełku). Jeśli możliwy jest wybór zakresów ciśnienia, należy wybrać możliwie jak najbardziej zbliżony do szczytowego ciśnienia silnika testowego. Jeśli nie jesteś pewien, którą wartość wybrać, zacznij od najwyższej wartości i przeprowadź kilka testów odpowiednio zmniejszając zakres.
6. Wprowadź dane do pól tekstowych okna ustawień ciśnienia (Pressure Settings), a oprogramowanie automatycznie obliczy ustawienia Wzmacniacza Ładunku (Charge Amplifier) (zob. rys. 23).

Ustawienie wzmacniacza ładunku = Zakres ciśnień (bar) x Czułość (pC/N)



Zatwierdź wprowadzone ustawienia

Rys. 23 Wprowadź zakres ciśnień cylindra i czułość przetwornika

7. Na panelu sterowania ECA100 ustaw wartość wzmacniacza ładunku zgodną z obliczoną w oprogramowaniu.

8. W oprogramowaniu ECA100 naciśnij przycisk "Save As" (Zapisz jako) (zob. rys. 23).
Oprogramowanie umożliwi nadanie nazwy i zapis konfiguracji do pliku o rozszerzeniu *.ECA.

B. Ustawienia położenia zwrotnego odkorbowego (Top Dead Centre)

Położenie zwrotne odkorbowe tłoka silnika testowego musi być dopasowane do urządzenia ECA100. W tym celu koniecznym jest określenie, kiedy silnik znajduje się dokładnie w położeniu zwrotnym odkorbowym - błąd rzędu 1 stopnia skutkować będzie nawet do 5% błędem w wynikach. Zmodyfikowane silniki testowe dostarczane przez firmę TecQuipment mają w jasny sposób oznaczone położenie punktu zwrotnego odkorbowego (należy się odnieść do Instrukcji Obsługi dostarczonej wraz z silnikiem testowym).

Uwaga



Do przeprowadzenia tej konfiguracji potrzebne są dwie osoby.

1. Odnajdź punkt, w którym tłok będzie się znajdował w położeniu zwrotnym odkorbowym, a następnie powoli obracaj wałem korbowym tak, aby znalazł się on w tym punkcie.

Jeśli silnik nie został dostarczony przez firmę TecQuipment, spróbuj wyjąć świecę zapłonową (dot. Silników o zapłonie elektrycznym) i za pomocą sondy/probówki wyczuć punkt położenia zwrotnego odkorbowego silnika (przy suwie sprężania). Więcej informacji znajdziesz w producenckiej instrukcji obsługi.

2. Zamontuj enkoder kąta obrotu wału korbowego w silniku. Ponownie sprawdź położenie punktu zwrotnego odkorbowego.
3. Poproś kogoś, aby przytrzymał przełącznik "Set TDC" znajdujący się na panelu sterowania ECA100.
4. Ostrożnie wyreguluj enkoder kąta obrotu wału korbowego do momentu, w którym zaświeci się kontrolka "Set TDC" na panelu sterowania.
5. Ostrożnie zablokuj położenie enkodera kąta obrotu wału korbowego. Sprawdź, czy kontrolka "Set TDC" wciąż się świeci.
6. Ostrożnie obróć wał korbowy silnika testowego i sprawdź, czy kontrolka "Set TDC" zapala się, gdy silnik osiąga punkt położenia zwrotnego odkorbowego.
7. Puść przełącznik "Set TDC".

C. Resetowanie wzmacniacza ładunku (Charge Amplifier)

Wzmacniacz ładunku (Charge Amplifier) wzmacnia bardzo małą moc wyjściową przetwornika ciśnienia. Jak we wszystkich przetwornikach o wysokiej czułości, kabel i połączenia przetwornika stają się ważną częścią ścieżki sygnałowej i mogą powodować pewne niepożądane zakłócenia sygnału. Ponadto w miarę nagrzewania się przetwornika zmienia się jego wartość zerowa (ale nie jego zakres). Aby uwzględnić fakt występowania obu tych czynników, wzmacniacz ładunku posiada funkcję resetowania, która resetuje sygnał wejściowy. W celu wyświetlenia prawidłowych wyników, może być konieczne użycie przycisku reset, dwa lub nawet więcej razy:

1. Ustaw oprogramowanie ECA100 tak, aby pokazywało wykres zależności $P - q$
2. Zanim uruchomisz silnik, upewnij się, że znajduje się on w suwie ssania lub wydechu (nie w suwie sprężania), tak, aby cylinder nie był pod ciśnieniem, następnie naciśnij przycisk reset.
3. Uruchom silnik testowy. Pozwól mu osiągnąć normalną temperaturę roboczą, a następnie użyj przycisku reset do ponownego zerowania wejścia wzmacniacza ładunku, tak aby najniższe ciśnienie indykowane na wykresie $P-q$ było tuż powyżej poziomu 0 bar. Może być koniecznym wykonanie dwóch lub więcej prób, aby uzyskać odpowiedni rezultat.

Uwaga



Wzmacniacz ładunku wyposażony jest w lampę przeciążeniową, która sygnalizuje, że sygnał wejściowy jest zbyt duży dla nastawy wzmacniacza. Może się ona zapalić, gdy silnik się nagrzeje, natomiast powinna zgasnąć po zresetowaniu wzmacniacza.

Rejestrowanie danych pomiarowych Testowanego Silnika

1. Uruchom oprogramowanie ECA100 jak opisano w sekcji "**Uruchamianie oprogramowania ECA100**" na stronie 25.
2. Wczytaj istniejący plik konfiguracyjny wybranego silnika lub stwórz nowy, jak pokazano w sekcji "**Ustawienia interfejsu i oprogramowania ECA100**" na stronie 29.
3. Upewnij się, że panel sterowania ECA100 jest podłączony prawidłowo.
4. Naciśnij przycisk "Initiate communications with device". Jeśli połączenie jest prawidłowe, przycisk "Terminate communications with device" stanie się bardziej widoczny.
5. Upewnij się, że zarówno oprogramowanie jak i aparatura zostały ustawione prawidłowo, jak opisano w sekcji "**Ustawienia interfejsu i oprogramowania**" na stronie 29.
6. Uruchom silnik testowy i pozwól mu osiągnąć normalną temperaturę roboczą.

Uwaga



Silnik testowy musi osiągnąć normalną temperaturę roboczą przed zapisem danych.

Ciśnienie w cylindrze zależy od obciążenia silnika. Brak obciążenia silnika daje niskie ciśnienie w cylindrze. Aby uzyskać znaczące wartości ciśnienia w cylindrze, silnik musi być obciążony.

7. Oprogramowanie ECA100 zacznie wyświetlać bieżące pomiary parametrów silnika. Wszystkie wykresy zgodnie z wyborem będą odnosiły się do bieżących warunków pracy silnika i zależnie od nich, będą się zmieniały. Kontrolka "COMMS" na panelu sterowania zaświeci się na znak tego, że panel sterowania odbiera sygnały z czujników.
8. W celu zarejestrowania zestawu wartości pomiarowych należy nacisnąć przycisk "Record engine data".
9. Oprogramowanie ECA100 zapisze dane z 5 bieżących cykli pracy silnika, a następnie automatycznie nawiąże połączenie z panelem sterowania ECA100.
10. Pojawi się animacja pracy silnika z odpowiednim odtwarzaczem oraz opcja wyboru żądanego typu wykresu.

Zapisywanie danych pomiarowych

Po przechwyceniu danych pomiarowych silnika można je zapisać jako plik XML (z plikiem arkusza stylów *.XLS) do późniejszego wykorzystania w oprogramowaniu ECA100 lub do wykorzystania w odpowiednim arkuszu kalkulacyjnym (nie dołączony).

Pliki XML i XLS

Nieprzetworzone dane zebrane przez oprogramowanie ECA100 są zapisywane jako plik XML. Jest on podobny do HTML, ale towarzyszy mu plik arkusza stylów (ECA100.XSL). Arkusz stylów zawiera informacje, które pomagają sformatować dane XML w przyjazne dla użytkownika wiersze i kolumny.

Plik XML zawiera nieprzetworzone dane z przetwornika ciśnienia cylindra, enkodera kąta obrotu wału korbowego, wejścia pomocniczego i konfiguracji aparatury. Zawiera on również ustawienia wejścia pomocniczego, natomiast są one przeznaczone wyłącznie do użytku w oprogramowaniu ECA100 i nie mogą być odczytane przez inne oprogramowanie.

Aby wyczyścić dane pomiarowe po ich zapisaniu należy wybrać pozycję "New" z menu "File".

Zapis danych

Aby zapisać dane, należy wybrać z menu "File" opcję "Save As" i zapisać plik z danymi (będzie on miał rozszerzenie *.xml). Dane zostaną zapisane w wybranym folderze. Oprogramowanie dodaje do folderu również plik arkusza stylów (ECA100.XSL). Za pomocą oprogramowania można później otworzyć plik z danymi lub otworzyć go przy pomocy programów Microsoft Internet Explorer 6, Microsoft Excel 2002 lub innych, które obsługują pliki XML.

Wykresy

Domyślnie oprogramowanie wyświetla wykres z danymi. Może to być wykres zależności:

- P - θ (Ciśnienie - kąt). Wykres zależności ciśnienia cylindra od kąta obrotu wału korbowego.
- P - V (Ciśnienie - objętość). Wykres zależności ciśnienia w cylindrze od jego objętości.

Za pomocą przycisków wybierz jeden z dwóch wykresów.



Uwaga



Powyższe przyciski znajdujące się na belce narzędzi nie są od siebie oddzielone, lecz stanowią przycisk typu "toggle", który przełącza się z jednego na drugi.

Gdy silnik pracuje, a oprogramowanie ECA100 jest podłączone, wykres na bieżąco pokazuje parametry pracy silnika. Jeśli wykorzystywane są dane z zapisanego pliku, lista rozwijana "Engine Cycle" umożliwia wybór, z którego cyklu mają pochodzić analizowane dane.

Zapis, wydruk i modyfikacja wykresów

Gdziekolwiek na wykresie naciśnij prawy przycisk myszy aby otworzyć rozwijane menu z następującymi opcjami:

- **Copy** - kopiuje wykres jako obraz
- **Save image as** - zapisuje wykres jako obraz do pliku (*.png, *.gif, *.jpg, *.tif, lub *.bmp)
- **Page setup** - Ustala układ strony dla domyślnej drukarki
- **Print** - otwiera okno dialogowe drukarki umożliwiające wydruk wykresu przez domyślną drukarkę
- **Show Point Values** - jeśli zaznaczona jest ta opcja, aktualne wartości x i y wyświetlane są w dodatkowym okienku obok kursora
- **Show x axis gridlines** - dodaje pionowe linie siatki na wykresie
- **Show y axis gridlines** - dodaje poziome linie siatki na wykresie
- **Fit chart to show default region** - zmienia wymiary wykresu tak, aby pokazać tylko aktywne parametry
- **Assign Chart Title** - umożliwia nadanie tytułu nad wykresem

Przybliżanie/pomniejszanie wykresu

W przypadku używania myszy z kółkiem przewijania, może ono być używane do powiększania i pomniejszania wykresu.

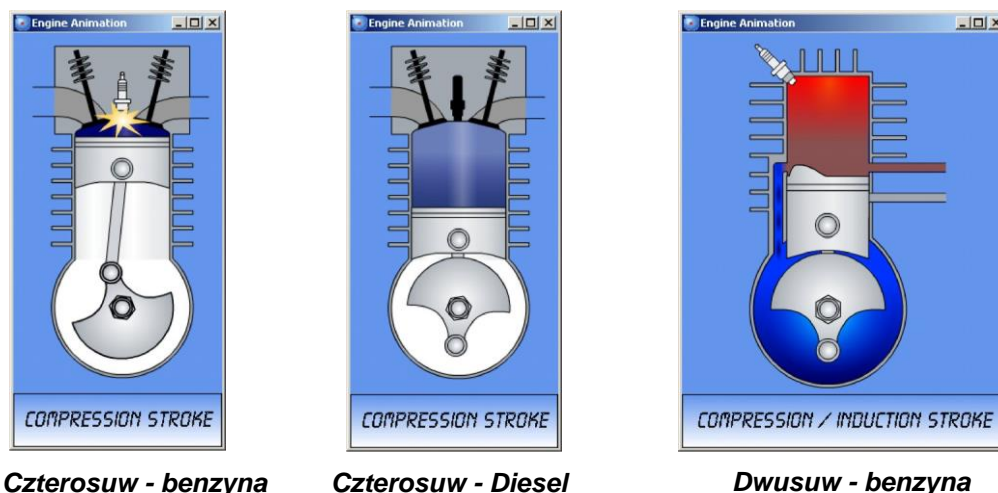
Aby zaznaczyć i powiększyć obszar wykresu, kliknij lewym przyciskiem myszy i przeciągnij nad nim. Aby powrócić do normalnego widoku wykresu, użyj przycisku "Fit Chart to show all Data".

Jeśli używasz myszy z trzema przyciskami, kliknij i przytrzymaj trzeci przycisk, aby kursor stał się dynamicznym narzędziem do przesuwania. Jeśli mysz jest tylko dwuprzyciskowa, przytrzymaj klawisz Shift na klawiaturze i lewy przycisk myszy.

Jeśli mysz jest dwuprzyciskowa, ale posiada kółko przewijania, kółko może być skonfigurowane jako trzeci przycisk (patrz ustawienia myszy). Kółko przewijania może być wtedy wykorzystane do dynamicznego przesuwania.

Animacja pracy silnika i odtwarzacz

Oprogramowanie zawiera ruchomą animację wyników testu. Istnieją trzy różne style animacji, po jednej dla każdego typu silnika obsługiwane przez ECA100 (patrz Rysunek 24).

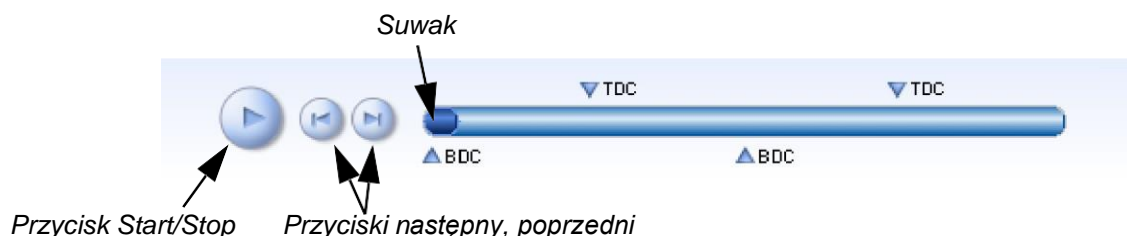


Rys. 24 Trzy typy animacji

Można zmieniać rozmiar animacji (przydatne przy demonstracjach w klasach), oprogramowanie ECA100 może być używane do odtwarzania i sterowania animacją.

Aby zmienić rozmiar animacji, użyj kursora myszy i kliknij i przeciągnij róg okna animacji silnika.

Aby sterować animacją silnika, należy użyć przycisków sterujących na odtwarzaczu animacji, pokazanych na rysunku 25.



Rys. 25 Odtwarzacz animacji

Przycisk Play uruchomi animację, która będzie odtwarzana w sposób ciągły ze stałą prędkością do momentu naciśnięcia przycisku Stop. Przyciski cofania i przewijania do przodu powodują, że animacja przeskakuje z jednego punktu pomiarowego do drugiego. Suwak można przeciągnąć w celu ręcznego ustawienia animacji. Podczas odtwarzania animacji kursor na wykresie będzie się poruszał (jeśli włączono taką opcję), aby pokazać zależność między animacją a punktem na wykresie.

Uwaga



Pozycje zaworu, korby i tłoka w animacji nie mają być dokładnym odwzorowaniem rzeczywistości, mają one jedynie pomóc w wizualizacji cyklu pracy silnika.

Polecana literatura

'Engine Testing - Theory and Practice' - Second Edition

by Michael Plint and Anthony Martyr

Published by Butterworth Heinemann

ISBN 0-7506-4021-9

'Basic Engineering Thermodynamics' - Fifth Edition

by Rayner Joel

Published by Longman

ISBN 0-582-25629-1

'Engineering Thermodynamics' - Third Edition

by G.F.C Rogers and Y.R Mayhew

Published by the English Language Book Society/Longman

ISBN 0-582-02704-7

'Energy Conversion'

by Kenneth Weston

[Darmowa książka dostępna na: www.personal.utulsa.edu/~kenneth-weston](http://www.personal.utulsa.edu/~kenneth-weston)

Konserwacja, Części zamienne i Obsługa klienta

Konserwacja

Ogólna

Regularnie należy sprawdzać wszystkie części panelu sterowania ECA100 pod kątem uszkodzeń i w razie potrzeby wymienić.

Podczas gdy urządzenie ECA100 nie jest używane, należy przechowywać je w suchym, wolnym od pyłu miejscu, najlepiej przykrytym plastikową folią.

Jeśli urządzenie zabrudzi się, przetrzeć powierzchnię wilgotną, czystą szmatką. Nie należy używać środków czyszczących o właściwościach ściernych. Regularnie należy sprawdzać wszystkie złącza i mocowania pod kątem szczelności, a w razie potrzeby korygować je.

Uwaga



Wadliwe lub uszkodzone części należy wymienić na części tego samego typu lub o tej samej klasie.

Przetwornik ciśnienia

Końcówka przetwornika ciśnienia może podczas użytkowania zostać pokryta warstwą węgla pochodzącego ze spalin. Należy ją oczyścić po każdym wyjęciu z silnika lub po kilku godzinach pracy. W tym celu należy odczekać do ostygnięcia silnika, założyć odpowiednie rękawice, wyjąć przetwornik i delikatnie wyczyścić go za pomocą zmywaka kuchennego.

UWAGA



Pod żadnym pozorem nie należy używać pilnika metalowego, papieru ściernego ani innych materiałów ściernych w celu czyszczenia przetwornika. Spowoduje to uszkodzenie przetwornika.

Elektryczna

UWAGA!



Tylko osoba wykwalifikowana może przeprowadzać konserwację elektryczną.

Należy przestrzegać następujących zasad:

- Należy założyć, że urządzenie jest pod napięciem do momentu, gdy wiadomo, że jest odłączone od zasilania elektrycznego.
- Tam, gdzie istnieje możliwość wystąpienia zagrożeń elektrycznych, należy stosować narzędzia izolowane.
- Upewnij się, że obwód uziemiający urządzenia jest sprawny.
- Przed zresetowaniem należy zidentyfikować przyczynę zadziałania wyłącznika nadprądowego lub bezpiecznika.

Wymiana uszkodzonego bezpiecznika

- Należy odłączyć urządzenie od zasilania elektrycznego.
- Wymienić bezpiecznik.
- Podłączyć ponownie urządzenie do zasilania elektrycznego i włączyć je.
- W przypadku ponownej awarii urządzenia należy skontaktować się z firmą TecQuipment Ltd. lub jej lokalnym przedstawicielem w celu uzyskania porady.

Uwaga



Wadliwe lub uszkodzone części należy wymienić na części tego samego typu lub o tej samej klasie.

Umiejscowienie bezpiecznika

Wymienny bezpiecznik jest zlokalizowany przy gnieździe zasilającym IEC z tyłu modułu panelu sterowania ECA100. Do otwarcia wkładki bezpiecznikowej należy użyć małego płaskiego śrubokręta.

Części zamienne

Zweryfikuj Listę Zawartości Opakowania, aby dowiedzieć się, jakie części zamienne zostały dostarczone wraz z urządzeniem.

Jeśli potrzebujesz wsparcia technicznego lub części zamiennych, zalecany jest kontakt z lokalnym przedstawicielem firmy TecQuipment lub bezpośrednio z firmą TecQuipment.

W ramach zapytań o części zamienne prosimy o zawarcie następujących informacji:

- Imię i nazwisko osoby kontaktowej
- Pełny adres i nazwa uczelni, firmy, instytucji
- Adres e-mail
- Nazwę produktu TecQuipment i jego kod towarowy
- Numer katalogowy części zamiennej (jeśli znany)
- Numer seryjny
- Rok dokonania zakupu urządzenia (jeśli znany)

Prosimy o przekazanie nam możliwie jak największej ilości, jak najbardziej szczegółowych informacji na temat części, problemu, a także o przeanalizowanie zapytania przed przesłaniem go do nas.

Jeśli okres gwarancyjny, któremu podlegał produkt uległ przedawnieniu, firma TecQuipment przygotowuje dla klienta stosowną wycenę.

Obsługa klienta

Mamy nadzieję, że są Państwo zadowoleni z naszych produktów i instrukcji. W razie jakichkolwiek pytań prosimy o kontakt z biurem obsługi klienta firmy TecQuipment:

Tel. (GB): +44 115 972 2611

email: **customer.care@tecquipment.com**

Lub z lokalnym dystrybutorem. W Polsce firma TecQuipment reprezentowana jest przez:
MGS Nauka Sp. z o.o.

email: **info@mgs-nauka.com**

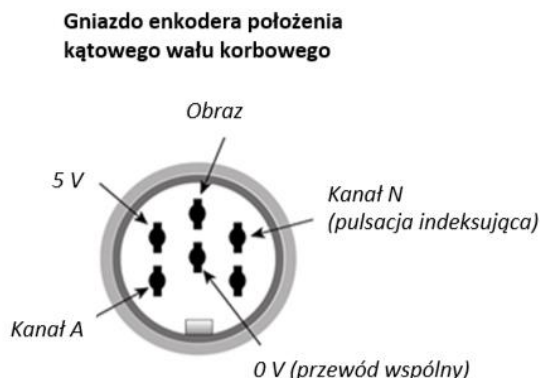
Tel. **+48 (12) 353-83-00**

Więcej informacji na temat produktów firmy TecQuipment:

<https://www.tecquipment.com/>
<http://www.pomoce-dydaktyczne.eu/>

Załącznik 1: Połączenia przyrządu (enkodera) do pomiaru kąta obrotu wału korbowego i wejście pomocnicze

Połączenia przyrządu (enkodera) do pomiaru kąta obrotu wału korbowego



Rys. 26 Połączenia czujników w gnieździe enkodera położenia kąтового wału korbowego

Wejście pomocnicze

Konfiguracja wejścia pomocniczego

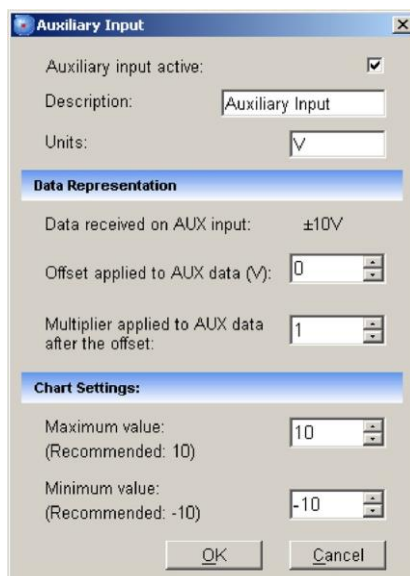
W przypadku zapisywania sygnału z dodatkowego odpowiedniego przetwornika (podłączonego do gniazda "Aux Input"), należy włączyć i skonfigurować oprogramowanie do zapisywania danych z dodatkowego przetwornika. Jeśli gniazdo to nie jest wykorzystywane poniższy opis nie ma zastosowania.



Procedura ta nie ma wpływu na rzeczywiste "nieprzetworzone" dane wejścia pomocniczego rejestrowanego przez oprogramowanie. Wpływa ona jedynie na sposób, w jaki są one widoczne na wykresie w programie ECA100.

Aby skonfigurować wejście dodatkowe:

1. Na belce menu wybierz "Settings" (Ustawienia), a następnie "Auxiliary Input" (Wejście dodatkowe). Pojawi się nowe okno dialogowe, jak pokazano na Rysunku 27.



Rys. 27 Okno dialogowe ustawień wejścia pomocniczego

2. W oknie dialogowym należy za pomocą kursora myszy zaznaczyć pole wyboru "Auxiliary Input active" (Aktywne wejście dodatkowe). Wszystkie pozostałe pola tekstowe zmienią kolor z szarego na biały i mogą być teraz edytowane.
3. Użyj pól tekstowych "Data Representation" (Reprezentacja danych), aby zmienić wielkość przesunięcia i mnożnika, które mają zastosowanie do danych z wejścia dodatkowego (Auxiliary Input).

Uwaga



Najpierw stosowane jest przesunięcie, a następnie mnożnik.

W oknie dialogowym wyświetlane są zalecane wartości maksymalne i minimalne wykresu, na podstawie przesunięcia i mnożnika, ale w razie potrzeby mogą być one zmienione.

4. Za pomocą pól tekstowych "Chart Settings" (Ustawienia wykresu) można zmieniać maksymalne i minimalne wartości osi pionowej wejścia dodatkowego (wykresu)