



**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

EKSPERYMENTALNE OGNIWO PALIWOWE SOFC



Spis treści.

Spis treści	2
Wstęp.	3
Opis techniczny.....	4
Czujniki i przetworniki.....	6
Termopara czujnik temperatury K 800C.....	6
Wzmacniacz termopar EGT-K.....	7
Urządzenia wykonawcze.....	8
Sterownik CPU07	8
Budowa.....	10
Część mechaniczna:	10
Część sterująca (elektryczna):.....	12
Algorytmy pracy urządzenia.....	13
Interfejs użytkownika	13
Układ sterowania temperaturą.....	14
Tryb automatyczny.	15
Opis programu OGNIWO.....	16
Okno główne.....	16
Parametry programu.....	17
O programie	17
Panel pomiarów i parametrów	18
Sterowanie.....	18
Wykresy	19
Zalecenia bezpieczeństwa podczas użytkowania urządzenia	24
Zasady BHP.	24
Instrukcja użytkowania.	25
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.	25
Załączniki.....	26
Dokumentacja towarzysząca:	26

Wstęp.

Eksperymentalne stanowisko badawcze z ogniwo paliwowym SOFC służy do określenia zależności w nowatorskiej wytwornicy wodoru i wyznaczenia optymalnych nastaw pozwalających zmaksymalizować wytwarzaną energię elektryczną.

Opis techniczny.

Podstawowe dane stanowiska:

Ogniwo SOFC:

Temperatura pracy:	700 ÷ 800 °C
Napięcie znamionowe:	21 ÷ 24V
Moc ogniwa (przy temp. 750 °C):	≥700W
Degradacja ogniwa (dla 1000h przy temp pracy):	≤2%
Maksymalny gradient grzania:	4 °C/min
Przepływ wodoru:	8÷15 l/min
Przepływ powietrza:	20 ÷ 35 l/min
Ciśnienie gazów na wlocie:	0.1 ÷ 0.3 bar
Izolacja termiczna:	Płyta ceramiczna LYTX-534B
Moc i napięcie robocze grzałki:	500W, 24V

Wytwornica wodoru:

Wymiary (długość, średnica wewnętrzna, zewnętrzna):	190, 22, 25 mm
Materiał:	Stal 304
Maksymalna odległość między stolikami:	300 mm
Izolacja termiczna:	Płyta ceramiczna LYTX-534B
Temperatura maksymalna:	700 °C
Moc i napięcie robocze grzałek:	280W, 300W, 24V

Instalacja elektryczna stanowiska:

Napięcie robocze:	230V
Pobór prądu:	1200W (maksymalnie)
Napięcie sterowania:	24 V

Pozostałe parametry:

Ciężar:	Ok. 60 kg
Wymiary (szerokość x wysokość x	110x160x60 cm

głębokość):

Temperatura pracy: $0 \div 40^{\circ}\text{C}$

Wilgotność: do 50%

W urządzeniu występują wysokie napięcia oraz wysokie temperatury. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta!

Przeglądy okresowe powinny być dokonywane co dwa lata lub co 600 godzin pracy.

Przegląd okresowy obejmuje:

- kontrolę funkcjonalną (kontrolę poprawności działania).

Poniżej przedstawiono wyciągi z dokumentacji i opisy ważniejszych podzespołów użytych do konstrukcji prasy.

Czujniki i przetworniki.

Termopara czujnik temperatury K 800C



dokładnością $\pm 2,5^{\circ}\text{C}$ lub 0,75%

Ośłona: stal nierdzewna

Mocowanie do przewodu: osłona klejona

Średnica osłony: 5mm

Długość osłony: 30mm

Długość przewodu: 1,5m

Izolacja przewodu: włókno szklane w oplocie stalowym - odporność na temp. do 400°C

Połączenie: konektory (czerwony +, niebieski -)

Czujnik temperatury typu K umieszczony wewnątrz osłony ze stali nierdzewnej z przewodem o długości 1,5m.

Czujniki tego typu stosowane bardzo szeroko w przemyśle: wtryskarki, maszyny wulkanizacyjne, piece, komory cieplne.

Parametry techniczne:

Typ termopary: K

Zakres pomiarowy: $0-800^{\circ}\text{C}$ z

Wzmacniacz termopar EGT-K



Zadaniem modułu jest zamiana sygnału z czujnika temperatury z zakresu 0-1250 na sygnał napięciowy 0-5V.

EGT-K to precyzyjny wzmacniacz termopary umożliwiający dokładny pomiar temperatury w szerokim zakresie 0-1250°C. Urządzenie konwertuje niskonapięciowy i nieliniowy odczyt z termopary typu "K" na wejściu, na liniowy analogowy sygnał o zakresie 0-

5V (4mV/°C) na wyjściu. Tego typu sygnał jest kompatybilny z większością urządzeń - od elektroniki użytkowej, przez data-loggery po precyzyjne urządzenia przemysłowe. Dzięki wbudowanej kompensacji styku odniesienia (tzw. "cold junction compensation") istnieje możliwość stosowania dowolnie długich przewodów od czujników. EGT-K jest dostępny w wariantach 1, 2 lub 4 kanałów pomiarowych.

Parametry techniczne:

- zakres pomiarowy: 0-1250°C (32-2282°F),
- obsługiwane termopary: sonda typu "K",
- wbudowana kompensacja styku odniesienia (tzw. cold junction compensation),
- sygnał wyjściowy: analogowy 0-5V, 4mV/°C (0V = 0°C, 5V = 1250°C),
- dokładność sygnału wyjściowego (tzw. gain error): +/- 1.5% (EGT-K bazuje na profesjonalnym układzie AD8495 od Analog Devices),
- rezystancja wejściowa dla ADC: >100kOhm (zalecana >1MEG)
- zasilanie: 8-32V DC dla pełnego zakresu pomiarowego 0-1250°C (niższe napięcie zasilania zawęży zakres pomiarowy),
- wymiary: 85mm x 54mm x 6mm (bez uwzględnienia złącz przyłączeniowych wysokich na 10mm)

Urządzenia wykonawcze.

Sterownik CPU07

Opis działania:

Sterownik CPU07 został opracowany jako główna jednostka sterująca maszynami wytrzymałościowymi, ale równie dobrze sprawdza się w sterowaniu skomplikowanym procesami przemysłowymi.

Sterownik posiada osiem wejść dwustanowych $0 \div 24$ V, szesnaście wyjść dwustanowych $0 \div 24$ V, dwa 12-bitowe wyjścia analogowych, cztery 12-bitowe wejścia analogowe oraz cztery 16-bitowe wejścia różnicowe.

Ponadto posiada sprzętowe układy do podłączenia kodera inkrementacyjnego lub liniału optycznego, urządzenia do komunikacji szeregowej (RS232 lub RS485), pamięć RAM, ROM oraz interfejsy klawiatury numerycznej i wyświetlacza graficznego lub LCD.

Sterownik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10 V do 30 V.

Sterownik posiada wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących wszystkie wejścia i wyjścia od przepięć powstałych na liniach zewnętrznych.

Dane techniczne:

Zasilanie:	10 ÷ 30 Vdc
Pobór prądu:	0.1 ÷ 0.3A (zależny od ilości dołączonych modułów)
Sygnał wyjściowy	transmisja szeregową
Interfejs:	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg (RS485):	1200 m.
Stopień ochrony obudowy:	IP32
Temperatura pracy:	0÷70°C
Parametry wejść cyfrowych:	
punkt przełączenia:	11.8V;
maksymalna częstotliwość	
sygnału wejściowego:	500Hz
Parametry wyjść cyfrowych:	
maksymalna częstotliwość	
sygnału wyjściowego:	>2kHz
maksymalny ciągły prąd wyjściowy:	0.5A
zabezpieczenie przepięciowe i nadprądowe	każdego wyjścia oddzielnie.
Parametry wejść analogowych:	
przetwornik	12-bitowy;
częstotliwość kwantyzacji:	1kHz
Każde wejście analogowe	może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane
następująco:	

- $0 \div 5 \text{ V}$;
- $0 \div 10 \text{ V}$;
- $0 \div 20 \text{ mA}$;

Parametry wyjść analogowych:

przetwornik 12-bitowy;

maksymalna częstotliwość

sygnału wyjściowego: $>100 \text{ Hz}$

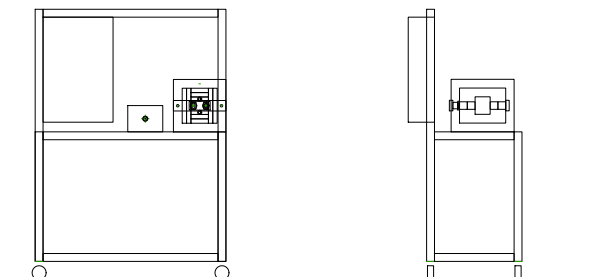
Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- $0 \div 5 \text{ V}$;
- $0 \div 10 \text{ V}$;

Budowa.

W stanowisku wyróżnić kilka zespołów: część mechaniczna, część hydrauliczna oraz część elektryczna.

Część mechaniczna:



Stanowisko zostało zaprojektowane jako wolnostojące, zamontowane na ramie na kółkach. Wytwornica wodoru i ogniwo paliwowe zostały zamontowane na blacie w celu łatwego dostępu. Izolacja termiczna wykonana została z płyty z włókien ceramicznych.

Rozdzielnica elektryczna z układami sterowania została umieszczona w ramie z lewej strony.

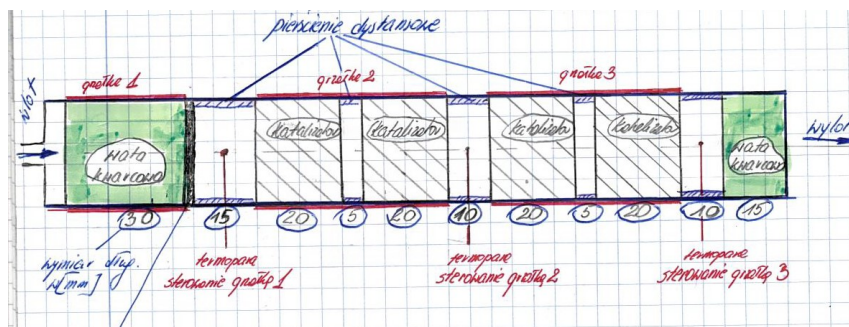
Ponieważ ogniwo SOFC musi być podczas pracy ściskane ze stałą siłą wynoszącą 120kg, niezależnie od temperatury, zaprojektowano ramę mechaniczną z dociskiem sprężynowym, która taką stałą siłę zapewnia. Nie wolno odkręcać śrub spinających tą ramkę bez założenia fabrycznych blokad. Grozi to rozpadnięciem ogniwa.

Mocowanie ogniwa wraz z izolacją do blatu stanowiska wykonano na prętach gwintowanych, co umożliwia stosunkowo szybki demontaż.

Przyłącza elektryczne, wlot paliwa, powietrza oraz wylot gazów zostały wykonane jako rurki ze stali nierdzewnej.

Wytwornica wodoru została zaprojektowana jako stalowa rura grubościenna o wewnętrznej średnicy 22mm, w której znajdują się pierścienie Raschiga, katalizatory i elementy pomiarowe.

Szkic wykonanego układu przedstawiono na poniższym rysunku:

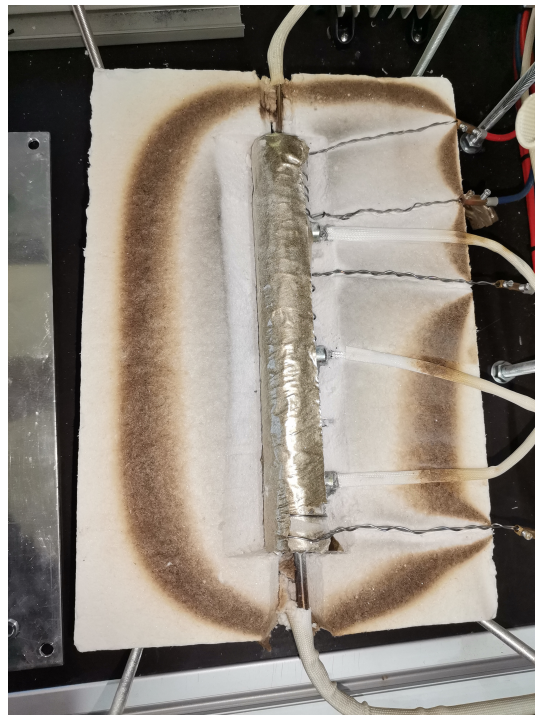


Ponieważ wewnątrz reaktora panuje ciśnienie nawet do 0.5 bara, całość kolumny uszczelniana jest masą gasket 1200.

Rurki wlotowa i wylotowa zostały wspawane do korków. Mocuje się je przy pomocy poprzecznych wkrętów (M4). Rurka dolotowa posiada średnice 4mm, zaś wylotowa 6mm.

Rozbieranie kolumny wytwornicy należy wykonywać wg poniższych kroków:

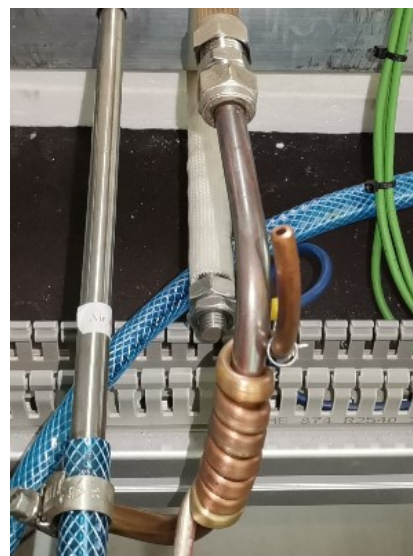
1. odkręcić cztery szpilki mocujące izolację termiczną, zdjąć trzy górne warstwy izolacji (zdjęcie obok).
2. zdjąć rurki przyłączeniowe wlotową i wylotową, odkręcić przyłącza prądowe grzałek.
3. odkręcić przyłącza elektryczne termopar z kostki zaciskowej, delikatnie wykręcić wszystkie trzy termopary.
4. zdjąć izolację z mikanitu z obu końców kolumny – ta część jest niszczona podczas rozbierania.
5. odkręcić cztery wkręty blokujące korki wlotowy i wylotowy.
6. wyprostować cieńszą rurkę i delikatnie zsunąć grzałki wraz z mikanitem
7. wyciągnąć korki (trzeba lekko opukać, żeby masa uszczelniająca popękała)
8. wyjąć watę ceramiczną z obu końców, wybić zawartość.
9. przed następnym montażem należy wszystkie metalowe elementy przeszlifować drobnoziarnistym papierem ściernym.



Montaż wytwornicy należy wykonywać w odwrotnej kolejności. Oba korki i przyłącza termopar należy uszczelnić masą gasket 1200.

Wszelkie połączenia giętkie wykonano rurkami silikonowymi o temperaturze pracy 400°C.

Na rurce wylotowej produktów rozkładu zamontowano prostą nagrzewnicę do wstępnego podgrzewania etanolu (zdjęcie obok).



Część sterująca (elektryczna):

Część sterująca wykonana została w postaci metalowej szafy o szczelności IP32.

Wewnątrz znajduje się cała aparatura kontrolno-pomiarowa.

Na przedniej ścianie umieszczono wyłącznik główny, przycisk do uruchamiania procesu oraz dwie kontrolki (zdjęcie obok).

Kontrolka AWARIA umieszczona w górnej części szafy wskazuje wystąpienie przepalenia się którejkolwiek grzałki. Algorytm wykrywa różnice między temperaturą zadaną a aktualną dla każdej grzałki. Kontrolka ta może się więc zaświecić również w sytuacji ustawienia zbyt dużego gradientu nagrzewania.

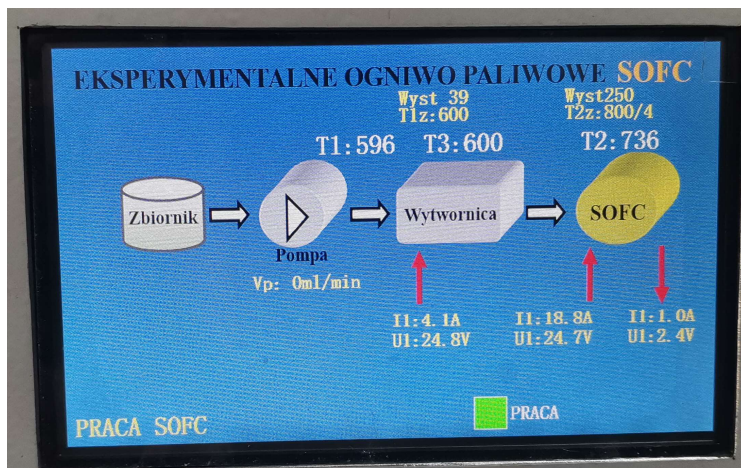
Kontrolka PRACA sygnalizuje działanie wszystkich trzech grzałek.

W układzie sterowania przewidziano również wyjście szeregowo (USB) do komputera z programem rejestrującym.



Algorytmy pracy urządzenia.

Interfejs użytkownika.



Odczyt wartości mierzonych odbywa się za pomocą graficznego wyświetlacza LCD, który jest jednocześnie ekranem dotykowym (jak na zdjęciu obok).

Na ekranie przedstawiono elementy blokowe stanowiska wraz wartościami mierzonymi i parametrami sterowania.

Są to:

T1 – temperatura za pierwszą grzałką wytwornicy wodoru;

T3 - temperatura za drugą grzałką wytwornicy wodoru;

T2 - temperatura ogniwa SOFC (uwaga – producent nie przewidział pomiaru temperatury wewnątrz ogniwa w związku z tym możliwy jest tylko pomiar na zewnątrz. Różnica między wskazywaną temperaturą a rzeczywistą podczas nagrzewania wynosi około 100°C);

Wyst1 –ysterowanie regulatora wytwornicy wodoru (wartość maks. to 250);

T1z – temperatura zadana dla obu grzałek wytwornicy wodoru.

Wyst2 –ysterowanie regulatora SOFC (wartość maks. to 250);

T2z – temperatura zadana SOFC (po znaku dzielenia gradient w stopniach C).

Vp – zmierzony przepływ paliwa w ml/min;

I1 – sumaryczny prąd obu grzałek wytwornicy wodoru;

U1 – napięcie zasilania grzałek wytwornicy wodoru;

I2 – prąd grzałki SOFC;

U2 – napięcie zasilania grzałki SOFC;

I3 – prąd generowany przez SOFC;

U3 – napięcie generowane przez SOFC;

Napisy w dolnej linii informują o kroku procesu.

W prawym dolnym rogu ekranu umieszczono wirtualną kontrolkę PRACA.

kolor czerwony – urządzenie jest w stanie bezczynności

kolor zielony – urządzenie aktywne, regulatory grzałek działają.

Układ sterowania temperaturą.

Układ sterowania temperaturą składa się z trzech niezależnie sterowanych grzałek drutowych – dwóch dla wytwornicy wodoru i jednej dla SOFC.

Załączenie procesu grzania odbywa się poprzez wciśnięcie przycisku PRACA na rozdzielnicy lub w programie.

Grzałki są sterowane poprzez trzy niezależne cyfrowe regulatory PID w układzie PWM z okresem 2.5s.

Każda z grzałek posiada jednopunktowy pomiar temperatury przy pomocy termopary typu K.

Tryb automatyczny.

Układ sterowania umożliwia przygotowanie ogniwa do pracy w cyklu automatycznym. Odbywa się to w kilku krokach.

Poszczególne realizowane kroki zdefiniowano następująco:

K0 – tryb bezczynności – oczekiwanie na komendę;

K1 - grzanie wstępne do 400°C;

K2 – grzanie zasadnicze do temperatury zadanej;

K3 – wyrównywanie temperatury SOFC;

K4 – praca SOFC.

Zmiana trybu z ręcznego na automatyczny możliwa jest tylko z programu.

Uruchamianie (wyzwalanie) trybu automatycznego następuje poprzez wciśnięcie przycisku START/STOP na rozdzielnicy lub w programie.

Na poniższym wykresie przedstawiono działanie stanowiska w trybie automatycznym.

Po włączeniu przycisku START/STOP automatycznie włącza się rejestracja i układ przechodzi do kroku pierwszego: grzania wstępnego.

Grzanie wstępne realizowane jest z gradientem 10°C/min aż do osiągnięcia temperatury 400°C.

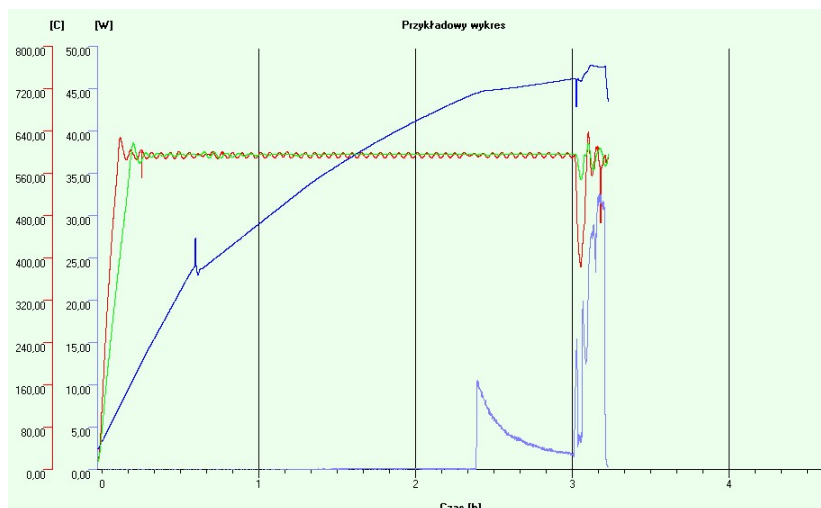
Następnie układ przechodzi do grzania zasadniczego. Grzanie zasadnicze odbywa się zawsze z gradientem 4°C/min (zalecenie producenta) aż do ustawionej wartości zadanej ogniwa.

W tym przypadku 750°C. Jest to krok drugi.

Po osiągnięciu temperatury program stabilizuje temperaturę umożliwiając wyrównanie temperatur wewnątrz SOFC – krok 3. Krok ten trwa zawsze 30minut.

Następnie program przechodzi do pracy właściwej ogniwa (krok 4). Włączona zostaje pompa powietrzna i pompa perystaltyczna do podawania paliwa. (Na czas uruchamiania stanowiska można wyłączyć automatyczne uruchamianie pompy paliwa).

Jak widać na wykresie przygotowanie ogniwa do pracy przy temperaturze 750°C zajmuje ok. 3 godzin.



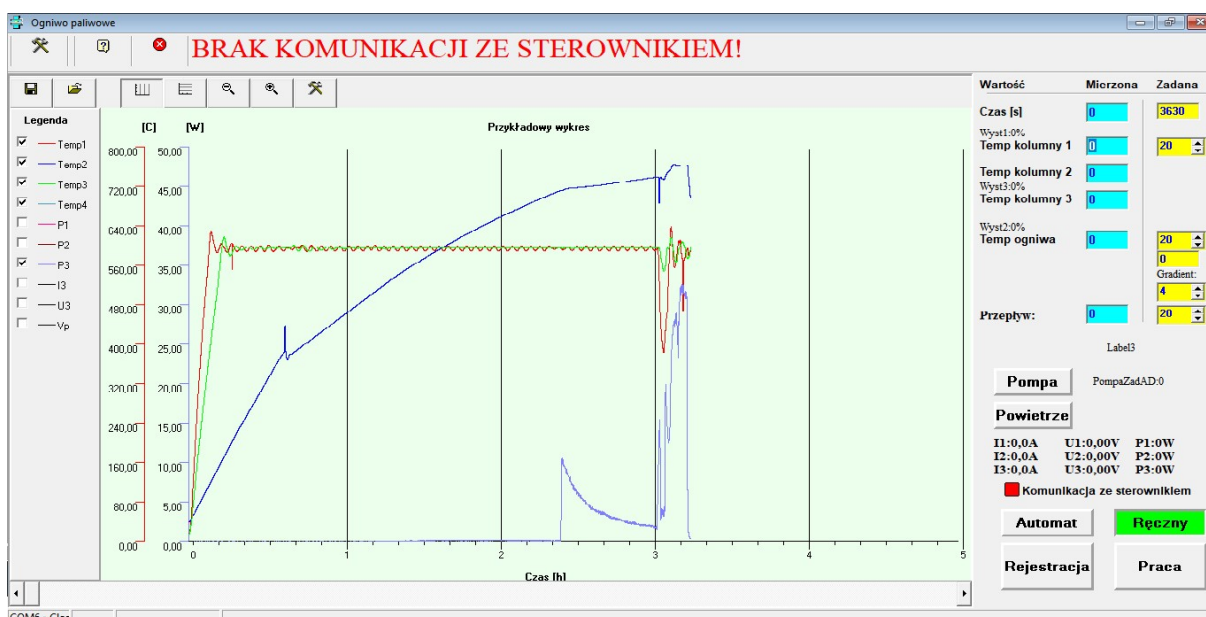
Opis programu OGNIWO

Do stanowiska opracowany został program OGNIWO służący rejestracji wartości mierzonych oraz do sterowania parametrami procesu.

Okno główne

Po włączeniu urządzenia i podłączonego doń komputera należy uruchomić program OGNIWO.EXE.

Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:



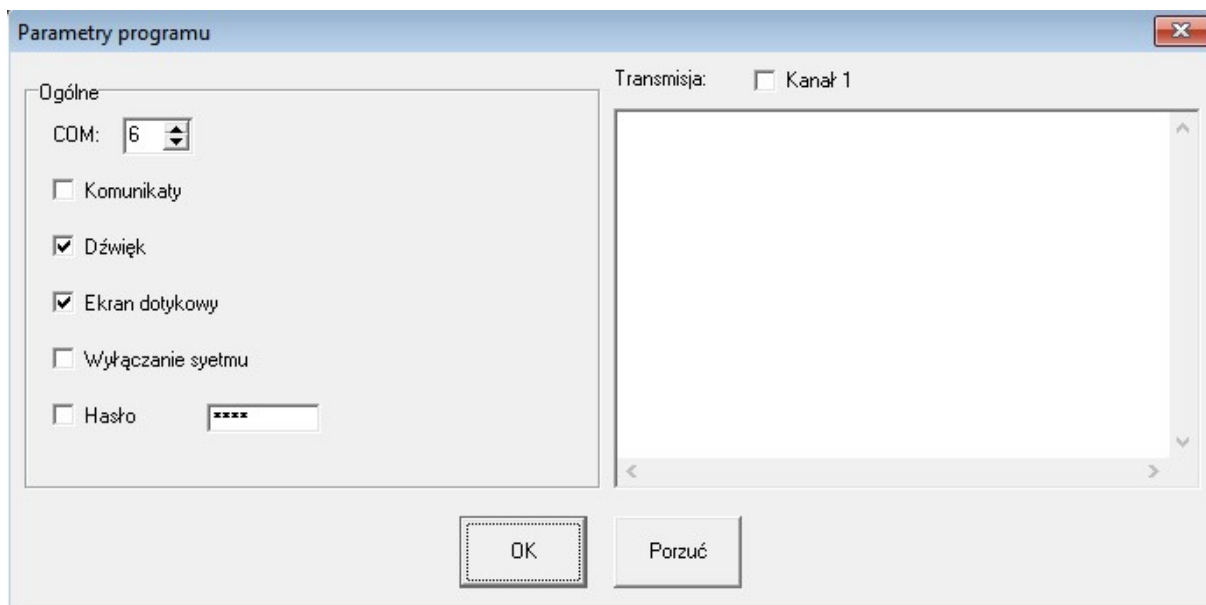
Na lewej i centralnej części monitora przedstawiony jest panel wykresów, a na prawej pomiarów i parametrów próby.

W górnym pasku ikon dostępne są szczegółowe ustawienia programu i niektóre komendy. Omówiono je w kolejności ustawienia w programie.

Parametry programu

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

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



W parametrach ogólnych zgrupowano funkcje przełączające:

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

COM – definiuje numer portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem.
Po każdej zmianie należy restartować program.

W polu „transmisja” można włączyć podgląd danych z poszczególnych kanałów.

O programie

Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i urządzeniu.

Panel pomiarów i parametrów

Z prawej strony ekranu umiejscowiono część związaną z wartościami mierzonymi i wyliczanymi przez urządzenie.

W programie przyjęto konwencję taką, że na niebieskim tle wyświetlane są wartości mierzone, zaś na żółtym zadawane. Przykładowo temperaturę zadaną wprowadza się w polu żółtym, zaś po włączeniu urządzenia można obserwować temperaturę aktualną wyświetlaną w polu niebieskim.

Wartość	Mierzona	Zadana
Czas [s]	0	3630
Wyst1:0%		
Temp kolumny 1	0	20
Temp kolumny 2	0	
Wyst3:0%		
Temp kolumny 3	0	
Wyst2:0%		
Temp ogniwa	0	20
		0
		Gradient:
		4
Przepływ:	0	20
Label3		
Pompa	PompaZadAD:0	
Powietrze		
I1:0,0A	U1:0,00V	P1:0W
I2:0,0A	U2:0,00V	P2:0W
I3:0,0A	U3:0,00V	P3:0W

Czas [s] – większość procesów nagrzewania to procesy długofalowe. Próba może trwać nawet kilka godzin. Po włączeniu próby startuje licznik czasu widoczny w tej części programu.

Temp kolumny 1,2,3 – zespół wytwornicy wodoru posiada trzy termopary, oznaczone w kolejności 1, 2 i 3. Dwie grzałki z dwoma niezależnymi cyfrowymi regulatorami PID. Jako wartość zadana do obu przyjmowana jest temperatura zadana kolumny 1.

Nad temperaturą 1 i 3 umieszczono napis informujący oysterowaniu grzałek. Wartość w %.

Temp ogniwa – ogniwo SOFC posiada jedną termoparę i jedną grzałkę z cyfrowym regulatorem PID. Wartość zadana podaje się z prawej strony. Dodatkowo dla tego regulatora można ustawić gradient narostu temperatury.

Nad temp. ogniwa umieszczono napis informujący oysterowaniu grzałki. Wartość w %.

Przepływ – wartość w ml/min. Z rawej strony zadana, z lewej zmierzona.

U[V], I[A], P[W] – w trakcie testu mierzone są

główne prądy, i napięcia oraz wyliczana jest na bieżąco wartość mocy.

Indeks 1 wskazuje na wartości związane z wytwornicą wodoru, indeks 2 z grzałką SOFC, zaś indeks 3 z energią produkowaną przez SOFC.

Sterowanie

Z prawej strony ekranu umieszczono wirtualne przyciski służące do sterowania ogniwem.

Pompa

Przycisk włącza regulator przepływu paliwa zgodnie z ustalonymi wartościami przepływu zadanego. Minimalna wartość przepływu dla zastosowanej pompy perystaltycznej

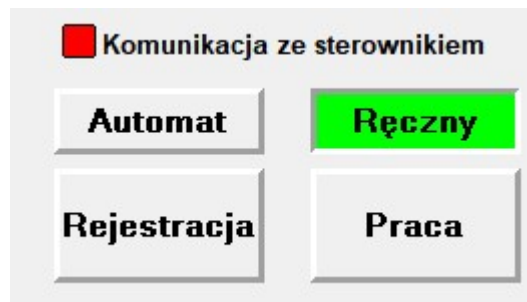
wynosi ok. 10-12 ml/min. W trybie automatycznym pompa perystaltyczna włącza się w kroku 4 – praca SOFC (podczas uruchamiania funkcja zablokowana!).

Powietrze

Przycisk włącza pompkę powietrzną, która wytłacza produkty rozkładu na zewnątrz ogniwa. W trybie automatycznym pompa powietrzna włącza się w kroku 3 – wyrównywanie temperatury SOFC.

Automat/Ręczny

Przyciski zmieniają działanie układu sterowania. Przy włączonym automacie sterownik sam zmienia gradienty i temperatury przygotowując ogniwo do pracy. Przy trybie ręcznym trzeba to robić samodzielnie.



Praca

Włącza przygotowanie do pracy i pracę ogniwa. Włączenie przycisku powoduje jednocześnie wyzerowanie danych pomiarowych z poprzedniej próby oraz włączenie rejestracji co jest widoczne na wykresach. Stan procesu widoczny jest również na odpowiedniej lampce na rozdzielnicy. Powtórne naciśnięcie przycisku wyłącza próbę nie kończąc rejestracji.

Rejestracja

Przycisk ten włącza zapamiętywanie danych i rysowanie wykresów.

Włącza się automatycznie z włączenie przycisku Praca albo przez naciśnięcie przycisku Rejestracja. Wyłączyć go można tylko przez powtórne naciśnięcie przycisku Rejestracja.

Wykresy

W stanowisku przewidziano wykresy czasowe.

Można dowolnie przełączać rodzaje wykresów w trakcie pracy maszyny. Służą do tego trzy przyciski w pasku narzędziowym nad wykresem. Nad wykresem są też dwa przyciski, których działanie jest identyczne w każdym typie wykresu, są to: „zapis” i „odczyt danych”.

W dowolnym momencie można włączyć zapis danych na dysk komputera. Dane są zapisywane do pliku o nazwie: „Daneymmddhhnn.txt”, 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.txt”.

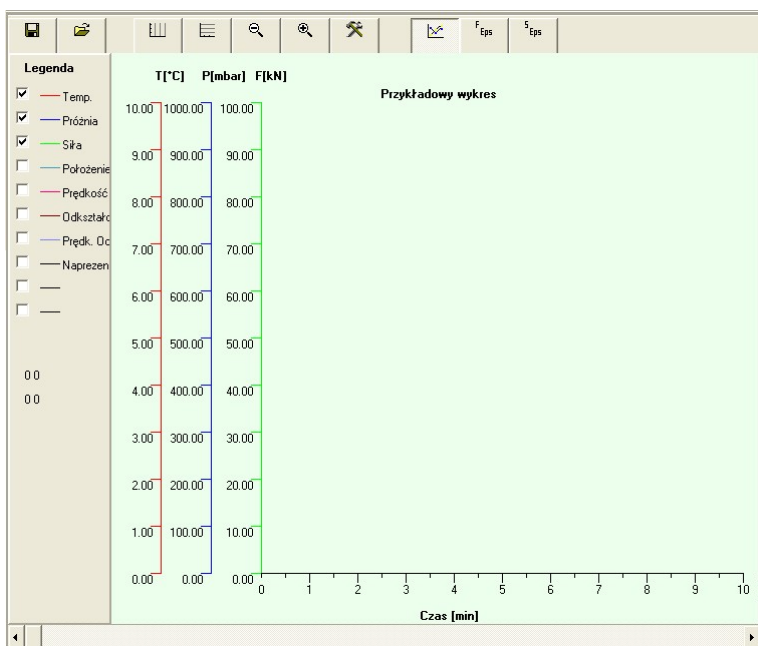
Program umożliwia też odczyt zarejestrowanych uprzednio danych i wyświetlenie ich w postaci wykresu.

Kolejne dwie ikony („Siatka X” i „Siatka Y”) powodują włączanie i wyłączanie siatki dla osi rzędnych i odciętych na wykresie.

Na prawym panelu można zdefiniować kolor tła na wykresie, rysowanie szczegółowych siatek oraz odświeżanie wykresu na bieżąco w miarę jak napływają dane pomiarowe.

Pod panelami można zdefiniować opis jakim będzie opatrzony wykres.
Wszystkie te parametry są pamiętane po wyłączeniu urządzenia.

Wykres czasowy



Lewy panel (Legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych parametrów. Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych parametrów do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość skal osi odciętych. W tym przypadku Komenda sterująca włączaniem siatki Y działa tylko na ostatnią oś.

Ikony „zmniejsz” i „zwiększ” sterują powiększeniem, czyli horyzontem czasowym uwzględnianym przy rysowaniu wykresu. Wielkości

powiększenia są na stałe zapisane w programie i nie ma możliwości ich zmiany. Dostępne powiększenia:

- 5h
- 2h
- 1h
- 30min
- 10min
- 6min
- 3min
- 1min

Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.

Ikona „Parametry wykresu” włącza okno konfiguracji szczegółowej wykresu.

Na lewym panelu umożliwiono definiowanie kolorów poszczególnych przebiegów. Przebiegi występują w takiej kolejności, jak na legendzie wykresu.

Rejestracja podstawowych parametrów procesu.

Pogram do obsługi stanowiska wyposażony został we wbudowany rejestrator (programowy) podstawowych parametrów procesu, takich jak:

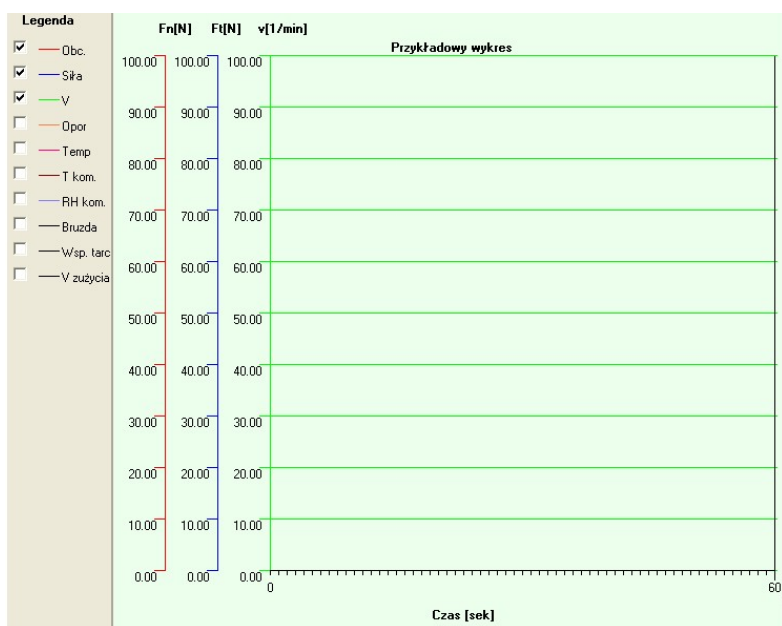
- temperatura T1;
- temperatura T2;
- temperatura T3;
- temperatura T4;
- moc P1;
- moc P2;
- moc P3;
- prąd I3;
- napięcie U3;
- przepływ Vp;
- ysterowanie regulatora 1;
- ysterowanie regulatora 2;
- prąd I1;
- napięcie U1;
- prąd I2;
- napięcie U2.

W programie przewidziano przyszłościowo rejestrację do dwudziestu parametrów.

Włączanie rejestracji danych procesu odbywa się automatycznie poprzez włączenie przycisku PRACA.

Wszystkie powyższe wartości pomiarowe zapisywane są interwałem czasowym 1s.

W każdej chwili można oglądać zarejestrowane dane w postaci graficznej na panelu z wykresami. Panel ten wygląda jak na poniższym przykładzie:



Lewy panel (Legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych wartości. Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych wartości pomiarowych do wyświetlenia, na wykresie

pojawi się odpowiednia ilość skal osi odciętych. W tym przypadku komenda sterująca włączaniem siatki Y działa tylko na ostatnią oś.

Górny pasek ikon służy do konfigurowania uzyskiwanego wykresu oraz zapisu danych.

Zapis danych

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane do pliku o nazwie: „Daneymmddhhnn.txt”, 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.txt”.

Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

```
1 7.78 0.00 1.00 -46.46 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
2 5.91 0.00 2.00 -47.75 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
3 13.23 0.00 3.00 -47.72 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
4 21.48 0.00 4.00 -46.04 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
5 18.83 0.00 5.00 -45.05 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
6 14.79 0.00 6.00 -46.19 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
7 7.31 0.00 7.00 -47.74 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
8 13.85 0.00 8.00 -47.78 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
9 23.03 0.00 9.00 -46.16 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
10 22.41 0.00 10.00 -45.26 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
11 10.89 0.00 11.00 -46.23 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00
```

Pierwsza kolumna to sekunda rejestracji, a następne to odpowiednie wartości mierzone.

Siatka X i Siatka Y

Kolejne dwie ikony powodują włączanie i wyłączanie siatki dla osi rzędnych i odciętych na wykresie.

Zmniejsz i Zwiększ

Ikony te sterują powiększeniem, czyli horyzontem czasowym uwzględnianym przy rysowaniu wykresu. Wielkości powiększenia są na stałe zapisane w programie i nie ma możliwości ich zmiany. Dostępne powiększenia:

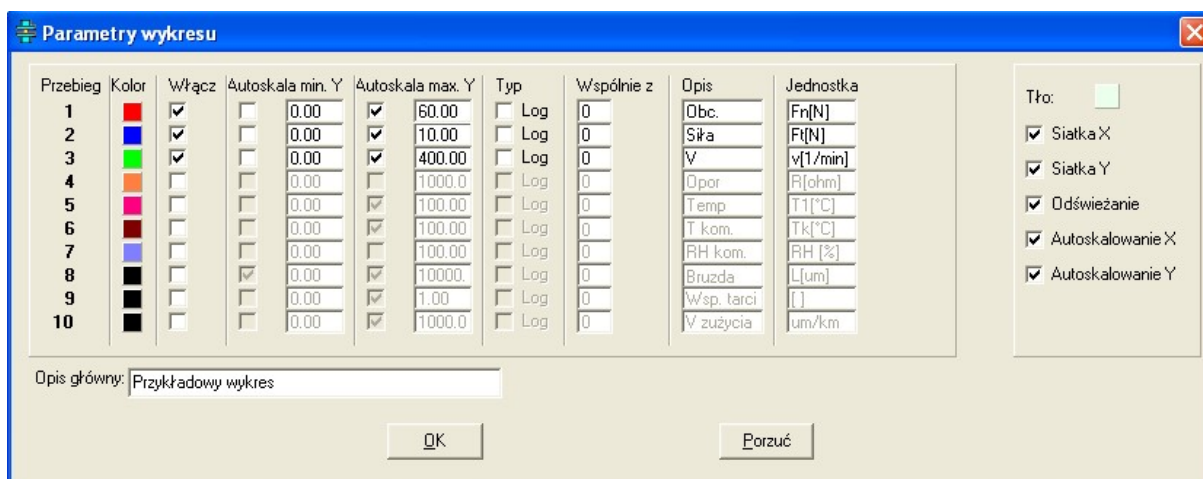
- 5h
- 2h
- 1h
- 30min
- 10min
- 6min
- 3min
- 1min;

Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.

Parametry wykresu

Ikona ta włącza okno konfiguracji szczegółowej wykresu.

Przykładowe okno przedstawiono poniżej:



Przebieg	Kolor	Włącz	Autoskala min. Y	Autoskala max. Y	Typ	Wspólnie z	Opis	Jednostka		
1	Red	☒	☐	0.00	☒	60.00	Log	0	Obc.	Fr[N]
2	Blue	☒	☐	0.00	☒	10.00	Log	0	Siła	Fr[N]
3	Green	☒	☐	0.00	☒	400.00	Log	0	V	v[l/min]
4	Orange	☐	☐	0.00	☐	1000.0	Log	0	Opór	R[ohm]
5	Pink	☐	☐	0.00	☒	100.00	Log	0	Temp	T1[°C]
6	Brown	☐	☐	0.00	☒	100.00	Log	0	T kom.	Tk[°C]
7	Purple	☐	☐	0.00	☒	100.00	Log	0	RH kom.	RH [%]
8	Black	☐	☒	0.00	☒	10000	Log	0	Bruzda	L[um]
9	Black	☐	☐	0.00	☒	1.00	Log	0	Wsp. tarcia	[]
10	Black	☐	☐	0.00	☒	1000.0	Log	0	V zużycia	um/km

Opis główny: Przykładowy wykres

OK Porzuć

Tło: ☐ Siatka X ☒ Siatka Y ☒ Odświeżanie ☒ Autoskalowanie X ☒ Autoskalowanie Y

Na lewym panelu umożliwiono definiowanie parametrów poszczególnym wykresów. Przebiegi występują w takiej kolejności, jak na legendzie wykresu.

Zdefiniować można następujące parametry wykresów:

- Kolor: określenie koloru przebiegu następuje poprzez kliknięcie na kwadracie koloru;
- Włącz: przełącznik aktywujący dany przebieg;
- Autoskala min. Y: włączenie automatycznego skalowania minimalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali min Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu dolnej wartości przebiegu jest to wartość od której rysowany będzie wykres;
- Autoskala max. Y: włączenie automatycznego skalowania maksymalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali max Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu górnej wartości przebiegu jest to wartość do której rysowany będzie wykres;
- Typ log: włączenie rysowania wykresu logarytmicznego (szczególnie przydatne przy wykresowaniu np. poziomu próżni);
- Wspólnie z: przebieg rysowany będzie na jednej osi z uprzednio zdefiniowanym;
- Opis: słowny opis przebiegu;
- Jednostka: jednostka jaką opisany będzie przebieg.

Na prawym panelu można zdefiniować kolor tła na wykresie, rysowanie szczegółowych siatek oraz odświeżanie wykresu na bieżąco w miarę jak napływają dane pomiarowe.

Pod panelami można zdefiniować opis jakim będzie opatrzony wykres.

Wszystkie te parametry są pamiętane po wyłączeniu urządzenia.

Zalecenia bezpieczeństwa podczas użytkowania urządzenia.

Zasady BHP.

1. Każdy pracownik przed rozpoczęciem pracy powinien być zapoznany z instrukcją bhp obowiązującą na danym stanowisku pracy oraz wyposażony w odpowiednią odzież roboczą i środki ochrony indywidualnej.
2. Należy przestrzegać (ustalonych przez pracodawcę lub producenta) czasookresów oględzin, konserwacji i przeglądów urządzenia, w tym:
 - sprawdzać stan techniczny instalacji elektrycznej (czy nie powstały uszkodzenia połączeń i izolacji, mogące powodować porażenie prądem elektrycznym),
3. Miejsca stwarzające zagrożenie dla pracownika lub innych osób powinny być osłonięte z wykorzystaniem urządzeń ochronnych w formie ogrodzeń, osłon z urządzeniami blokującymi, oburęcznego sterowania, fotokomórek, itp.
4. Prowadzenie napraw, czyszczenia i regulacji elementów stanowiska podczas pracy **JEST KATEGORYCZNIE ZABRONIONE**.
5. Należy oznakować miejsca wokół stanowiska stwarzające zagrożenie dla pracowników lub osób postronnych.
6. Początkujący pracownicy nie powinni obsługiwać stanowiska bez nadzoru lub opieki doświadczonego operatora.
7. Niedopuszczalne jest udostępnianie stanowiska, osobom postronnym bez zgody przełożonego oraz odpowiedniego przeszkolenia (np.: instruktazu stanowiskowego, itp.).
8. Niedopuszczalne jest samodzielne naprawianie uszkodzeń.

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 lub uziemianie. W czasie pracy nie wolno dotykać żadnych części gorących. Na czas dłuższej przerwy w pracy należy wyłączyć stanowisko i 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.

Załączniki.

Dokumentacja towarzysząca:

Rysunek gabarytowy części roboczej.

0255.0.0.0000 Ogniwo SOFC - rysunek złożeniowy.

0255.0.1.0100 Kolumna dekompozycji - rysunek złożeniowy.

0255.0.1.0200 Zespół ogniwa - rysunek złożeniowy.

0255.0.1.0300 Rama - rysunek złożeniowy.

0255.0.1.0003 Układ sterowania.

Karta katalogowe poszczególnych podzespołów.