

Termometry rezystancyjne i termopary





Instrukcja montażu i instalacji termometrów rezystancyjnych i termopar

UWAGA

Przed rozpoczęciem pracy z produktem należy zapoznać się z treścią tego podręcznika. Ze względów bezpieczeństwa, a także dla uzyskania optymalnego działania urządzenia, przed rozpoczęciem instalacji, użytkowania, lub konserwacji urządzenia należy upewnić się, że całość instrukcji została w pełni zrozumiana.

W Stanach Zjednoczonych Rosemount Inc. posiada 2 bezpłatne infolinie:

Customer Central:

Pomoc techniczna i zapytania ofertowe.

1-800-999-9307(7:00 a.m. to 7:00 p.m. CST)

North American Response Center:

Pomoc serwisowa i sprzętowa.

1-800-654-7768 (24 hours a day . Includes Canada)

Poza USA należy się kontaktować z lokalnym przedstawicielem firmy Emerson Process Management.

UWAGA

Urządzenia opisane w tej instrukcji NIE są skonstruowane do pracy w zastosowaniach nuklearnych. Wykorzystywanie w zastosowaniach nuklearnych urządzeń nie atestowanych może spowodować błędne odczyty.

Szczegółowe informacje o urządzeniach przeznaczonych do zastosowań nuklearnych można uzyskać w lokalnym biurze handlowym firmy Emerson Process Management.



Spis treści

CZĘŚĆ 1	Opis i zasada działania	5
Pomiar temperatury za pomocą termometrów rezystancyjnych	Struktura	5
	Sposób wykonywania połączeń	7
	Obszary stosowania	8
CZĘŚĆ 2	Opis i zasada działania	9
Pomiar temperatury za pomocą termopar	Instalacja osłon procesowych	10
	Kablowanie i podłączenie	10
	Obszary stosowania	11
CZĘŚĆ 3	Zasady i przepisy	13
Montaż obudowy	Naprężenie robocze	13
	Momenty sił dla połączeń gwintowych	13
	Montaż obudowy z kołnierzem	13
	Instalowanie ceramicznej obudowy na instalacji w temperaturze pracy	14
	Podłączanie przetwornika	14
ZAŁĄCZNIK	Załącznik I	
	Odchylenia graniczne dla podstawowych wartości	15
	Załącznik II	
	Odchylenia graniczne dla termopar	15

Pomiar temperatury za pomocą termometrów rezystancyjnych

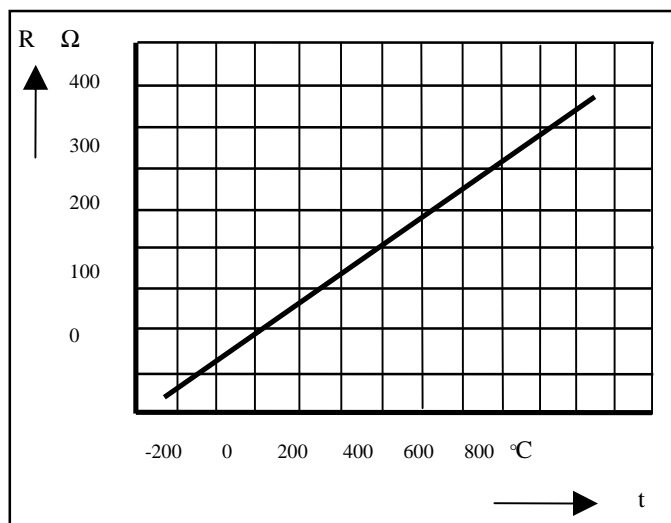
Opis i zasada działania	strona 5
Struktura	strona 5
Sposób wykonywania połączeń	strona 7
Obszary stosowania	strona 8

OPIS I ZASADA DZIAŁANIA

Pomiar temperatury za pomocą termometrów rezystancyjnych oparty jest na wspólnej dla wszystkich przewodników własności, polegającej na tym, że ich oporność jest funkcją temperatury. Własność ta jest mniej lub bardziej wyraźna, w zależności od materiału. Względna zmiana oporności jako funkcja temperatury (dR/dt) nazywana jest współczynnikiem temperaturowym, a jej wartość zwykle nie jest stała w zakresie temperatur roboczych, lecz sama jest funkcją temperatury. W rezultacie matematyczna zależność między opornością a temperaturą przyjmuje postać wielomianu wysokiego stopnia.

Rysunek 1 pokazuje jak zmienia się oporności w funkcji temperatury, dla termometru rezystancyjnego Pt 100.

Rysunek 1:
Krzywa charakterystyczna dla Pt 100

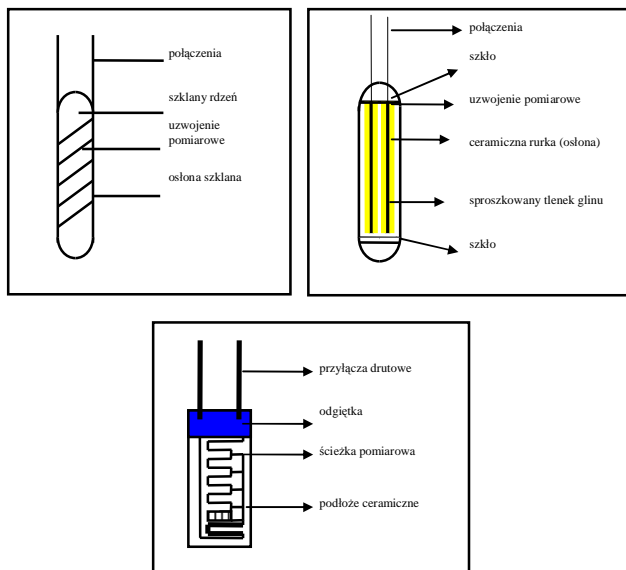


STRUKTURA

Rezystancyjny czujnik temperatury wykonany jest ze zwojów drutu platynowego nawiniętych na odpowiedni rdzeń. Uzwojenie jest albo wtopione w szkło albo osadzone na ceramice. Aby spełnić dzisiejsze wymagania bardziej kompaktowych wymiarów i wyższych wartości oporu, na ceramiczny podkład zamiast drutu nakłada się niezwykle cienkie warstwy platyny (patrz rys. 2).

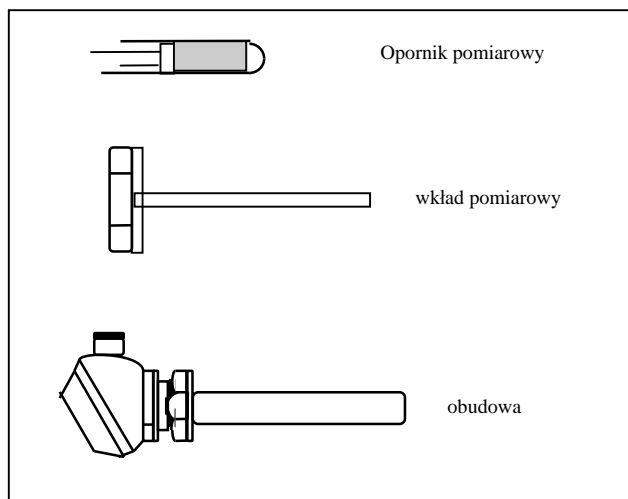
Instrukcja montażu i instalacji termometrów rezystancyjnych oraz termopar

Rysunek 2:
Termometry rezystancyjne z uzwojeniu drucianym na szkło oraz ceramice i termometry cienkowarstwowe



W celu ochrony przed uszkodzeniami mechanicznymi (ciśnienie, czy przepływ cieczy) powyższe elementy miernicze (wkład pomiarowy) są zwykle umieszczane w odpowiednich osłonach procesowych. Zapewnia to także łatwą wymianę wkładu, bez potrzeby wymiany całego kompletu. Jako że termometry rezystancyjne są kontaktowymi czujnikami temperatury (tj. czujnik musi osiągnąć temperaturę medium, którego temperatura ma być mierzona), obudowa musi być przystosowana do danej aplikacji (patrz rys. 3).

Rysunek 3:
Moduły termometru rezystancyjnego



SPOSÓB WYKONYWANIA POŁĄCZEŃ

Używając termometrów rezystancyjnych do pomiarów temperatury należy wziąć pod uwagę fakt, że oporność użytego przewodu wpływa na wynik pomiarów.

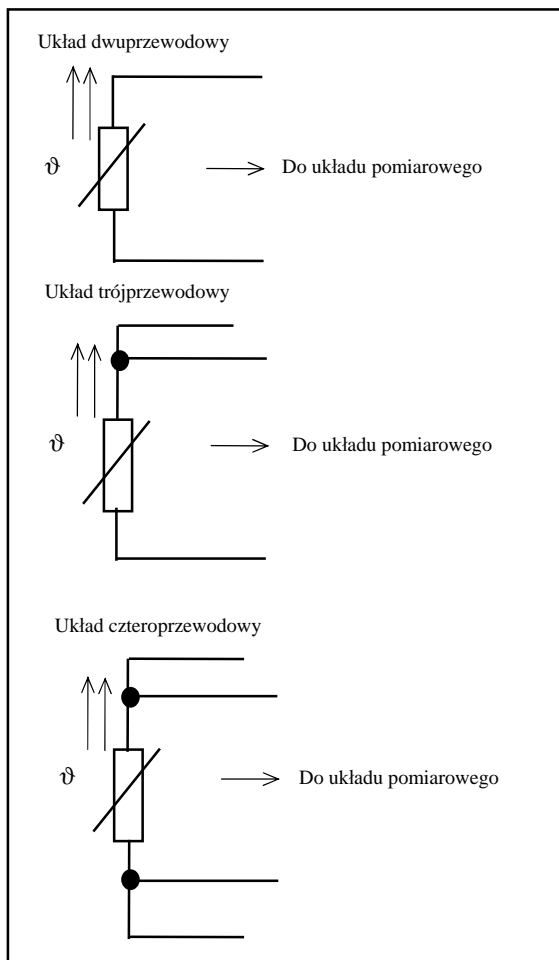
Powszechnie używa się trzech typów połączeń: **układów dwu-, trój- i czteroprzewodowych**.

Największą dokładność pomiarów uzyskuje się przy **układach czteroprzewodowych**, jako że w tym przypadku oporność i temperatura przewodów nie wpływają na pomiary (patrz rys. 4).

Układ trójprzewodowy jest zwykle wykorzystywany do wyeliminowania oporu przewodu (mostek Wheatstone'a).

W przypadku **układu dwuprzewodowego** opór przewodu jest również mierzony przez mostek pomiarowy. Wykorzystując współczesną aparaturę kontrolną można skompensować wpływ oporu przewodów w układzie dwuprzewodowym przez opornik kompensujący rezystancję połączeń, który jest niezależny od temperatury.

Rysunek 4:
Metody wykonywania połączeń



OBSZARY STOSOWANIA

Termometry rezystancyjne mogą być używane w zakresie temperatur od -220°C do $+600^{\circ}\text{C}$.

Ich **zalety** to:

- szeroki zakres temperatur
- odporność na drgania
- wysoka odporność na zakłócenia elektryczne
- stabilność długoczasowa
- solidna konstrukcja
- duża dokładność

Termometry rezystancyjne są wykorzystywane w następujących **gałęziach przemysłu**:

- chemicznym
- petrochemicznym
- farmaceutycznym
- produkcji energii
- inżynierii mechanicznej
- spożywczym
- wydobywczym

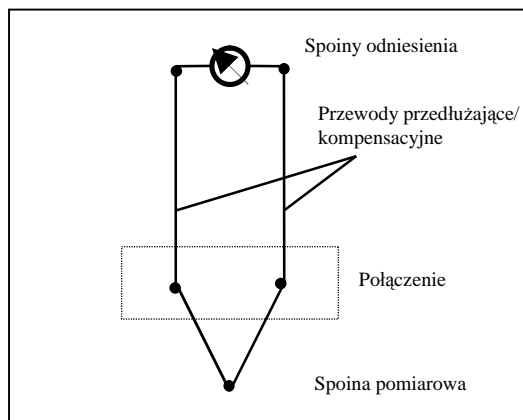
Pomiar temperatury za pomocą termopar

Opis i zasada działania	strona 9
Instalacja osłon procesowych	strona 10
Kablowanie i podłączenie	strona 10
Obszary stosowania	strona 11

OPIS I ZASADA DZIAŁANIA

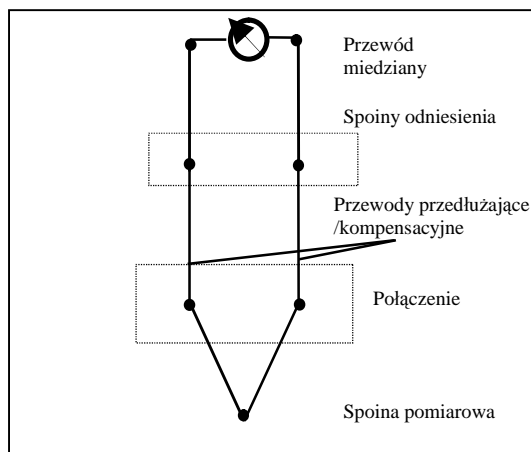
Termopara składa się z dwóch przewodów elektrycznych wykonanych z różnych materiałów i połączonych ze sobą na jednym końcu (spoina pomiarowa). Wolne końcówki tworzą spoiny kompensacyjne, w stosunku do spoiny odniesienia. Termoparę można przedłużyć stosując przewód przedłużający lub kompensacyjny. Przewody przedłużające lub kompensacyjne podłącza się do miernika, np. galwanometru lub elektronicznego układu pomiarowego (patrz rys. 5).

Rysunek 5



Napięcie termoelektryczne na spoinach odniesienia zależy od materiału, z jakiego wykonane są przewody w termoparze oraz od różnicy temperatur pomiędzy spoiną pomiarową a spoinami odniesienia. Aby możliwy był pomiar temperatury, temperatura spoin odniesienia musi być stała (np. 0 °C) lub dobrze znana w celu dokonania odpowiedniej korekty w mV (patrz rys. 6).

Rysunek 6



Instrukcja montażu i instalacji termometrów rezystancyjnych oraz termopar

Kable przedłużające wykonuje się z tego samego materiału, co odpowiadające im termopary, np. Cu-CuNi, Fe-CuNi. Kable kompensacyjne wykonuje się ze specjalnych materiałów.

Do 200 °C kable kompensacyjne wytwarzają takie samo napięcie termoelektryczne jak termopary, do których są podłączone. Napięcia termoelektryczne termopar podzielone są na tak zwane podstawowe grupy wartości.

np.	PtRh30%-PtRh6%	Typ B
	Fe-CuNi	Typ J
	NiCr-NiAl	Typ K
	PtRh87/13%-Pt	Typ R
	PtRh90/10%-Pt	Typ S
	i inne wg DIN IEC 584-1	

i	Fe-CuNi	Typ L
	Cu-CuNi	Typ U

Te termopary nie są już dostępne do stosowania w nowych instalacjach (napięcie termoelektryczne wg DIN 43710). Tabele podstawowych wartości dostępne są na zamówienie tylko u producenta.

Kabel kompensacyjny termopary musi być wykonany z materiału odpowiedniego dla konkretnego typu termopary, zatem przewody kompensacyjne są oznaczane kolorami. Dla standardowych kabli kompensacyjnych stosuje się przepisy określone w DIN EN 60584. Należy wziąć pod uwagę maksymalne temperatury określone przez producenta.

Większość termopar jest dostarczana gotowa do użytku, tj. w ochronnej obudowie, zabezpieczającej przed uszkodzeniami mechanicznymi i chemicznymi.

INSTALACJA OSŁON PROCESOWYCH

Oslony procesowe termopar muszą być dostosowane do konkretnego środowiska pracy. Termopary z metali szlachetnych są zawsze chronione osłoną ceramiczną nawet, jeśli urządzenie posiada osłonę metalową.

Przy wysokich temperaturach osłony procesowe powinny być, w miarę możliwości, instalowane pionowo, tzn. zawieszane, w celu uniknięcia uszkodzenia osłony i termopary poprzez wygięcie. Jeżeli warunki wymuszają poziomą instalację, długie osłony procesowe muszą być odpowiednio podparte.

KABLOWANIE I PODŁĄCZENIE

Podczas układania i podłączania kabli przedłużających lub kompensacyjnych, należy upewnić się, że biegun dodatni termopary zostanie połączony z dodatnim przyłączem wskaźnika. Przy stosowaniu kabli przedłużających lub kabli kompensacyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na to, by nie zamienić przewodów (dodatnich i ujemnych). Aby zapobiec pomyłkom, przewody dodatnie i ujemne są odpowiednio oznaczone.

Wszystkie połączenia muszą być całkowicie czyste i mocno dociśnięte. Odpowiadające sobie dodatnie i ujemne przyłącza powinny mieć taki sam potencjał temperaturowy.

Kable kompensacyjne pomiędzy termoparą a wskaźnikiem powinny spełniać wymogi dla przewodów izolowanych w układach elektroenergetycznych (VDE 0250). W wyjątkowych przypadkach mogą być stosowane przepisy dla przewodów izolowanych w systemach telekomunikacyjnych (VDE 0810).

OBSZARY STOSOWANIA

W zakresie temperatur ujemnych termopary można stosować do -200 °C. Przy temperaturach powyżej 1000 °C używa się termopar wykonanych z platyny oraz stopu platyny i rodu.

Zalety termopar to:

- bardzo szeroki zakres temperatur
- krótki czas reakcji
- kompaktowa budowa
- wyjątkowo duża odporność na drgania
- stabilność długoczasowa
- solidna konstrukcja.

Termopary są wykorzystywane m.in. w następujących **gałęziach przemysłu**:

- chemicznym
- farmaceutycznym
- produkcji energii
- inżynierii mechanicznej
- spożywczym
- wydobywczym
- żelaznym i stalowym
- ceramicznym i szklarskim

Montaż obudowy

Zasady i przepisy strony 13, 14

ZASADY I PRZEPISY

Przy montażu obudowy należy wziąć pod uwagę poniższe instrukcje

VDE / VDI 3511
Techniczny pomiar temperatury / instrukcja

VDE / VDI 3512
Przygotowania do pomiaru temperatury

AD – broszury z instrukcjami ⁽¹⁾
Zbiorniki ciśnieniowe

TRB – techniczne wytyczne dot. konstrukcji zbiornika ⁽¹⁾

Vd – przepisy TÜV ⁽¹⁾

Naprężenie robocze

Naprężenia, pokazane na rysunku, dotyczą dostarczanej obudowy. Dane dotyczące obciążenia, podane w normach dla każdego typu, są ważne dla obudów wg DIN 43763 i DIN 43772.

Momenty sił dla połączeń gwintowych

Dotyczy obudów z przyłączem gwintowym wg DIN 43763 i DIN 43772, jak i porównywalnych obudów wg wytycznych klienta.

G $\frac{3}{8}$ " , G $\frac{1}{2}$ "	50 Nm
G $\frac{3}{4}$ "	100 Nm

Powyższych momentów siły należy także użyć dla nypli o podobnych gwintach.

⁽¹⁾ Należy wziąć pod uwagę w przypadku przyspawanych rurek ochronnych.
Test materiałowy, spawu i ciśnienia zależnie od warunków pracy

Montaż obudowy z kołnierzem

Należy wybrać uszczelnienie zgodnie z wymaganiami. Podczas zakładania uszczelki niezbędne jest odpowiednie podparcie. Śruby mocujące należy dociskać równomiernie i po przekątnej.

Instalowanie ceramicznej obudowy na instalacji w temperaturze pracy

Temperatura instalacji:

- 1600 °C prędkość wprowadzania: 1-2 cm/min
- 1200 °C prędkość wprowadzania: 10-20 cm/min

Podłączanie przetwornika

Przy podłączaniu przetwornika należy wziąć pod uwagę instrukcje producentów dotyczące instalacji, podłączania i testowania.

Załącznik I i Załącznik II

ZAŁĄCZNIK I

Odchylenia graniczne dla podstawowych wartości wg DIN IEC 751 i DIN 43760

°C	Podstawowe wartości				Odchylenia graniczne				Wg DIN 43760 Czujniki niklowe Ohm odpow. °C	
	Wg DIN IEC 751 Czujniki platynowe		Wg DIN 43760 Czujniki niklowe		Wg DIN IEC 751 Czujniki platynowe					
	Ohm	Ohm/K	Ohm	Ohm/K	Klasa A Ohm odpow. °C		Klasa B Ohm odpow. °C			
-200	18,49	0,44			+/- 0,24	+/- 0,55	+/- 0,56	+/- 1,3		
-100	60,25	0,41			+/- 0,14	+/- 0,35	+/- 0,32	+/- 0,8		
-60			69,5	0,47	-				+/- 1,0	+/- 2,1
0	100,00	0,39	100,0	0,55	+/- 0,06	+/- 0,15	+/- 0,12	+/- 0,3	+/- 0,2	+/- 0,4
100	138,50	0,38	161,8	0,69	+/- 0,13	+/- 0,35	+/- 0,30	+/- 0,8	+/- 0,8	+/- 1,1
200	175,84	0,37	240,7	0,90	+/- 0,20	+/- 0,55	+/- 0,48	+/- 1,3	+/- 1,6	+/- 1,8
250			289,2	1,04					+/- 2,3	+/- 2,1
300	212,02	0,35			+/- 0,27	+/- 0,75	+/- 0,64	+/- 1,8		
400	247,04	0,34			+/- 0,33	+/- 0,95	+/- 0,79	+/- 2,3		
500	280,90	0,33			+/- 0,38	+/- 1,15	+/- 0,93	+/- 2,8		
600	313,59	0,33			+/- 0,43	+/- 1,35	+/- 1,06	+/- 3,3		
700	345,13	0,31					+/- 1,17	+/- 3,8		
800	375,71	0,30					+/- 1,28	+/- 4,3		
850	390,26	0,29					+/- 1,34	+/- 4,6		

ZAŁĄCZNIK II

Odchylenia graniczne dla termopar wg DIN 584-2

Klasa	1	2	3 ⁽²⁾
Odchylenia graniczne ⁽¹⁾ (+/-) Typ T	0,5°C lub 0,004 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur -40°C do 350°C	1°C lub 0,0075 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur -40°C do 350°C	1°C lub 0,015 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur -200°C do 40°C
Odchylenia graniczne ⁽¹⁾ (+/-) Typ E Typ J Typ K	1,5°C lub 0,004 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur -40°C do 800°C -40°C do 750°C -40°C do 1000°C	2,5°C lub 0,0075 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur -40°C do 900°C -40°C do 750°C -40°C do 1200°C	2,5°C lub 0,015 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur -200°C do 40°C --- -200°C do 40°C
Odchylenia graniczne ⁽¹⁾ (+/-) Typy R i S Typ B	1,0°C lub [1+(t-1100)x003] °C Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur 0°C do 1600°C ---	1,5°C lub 0,0025x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur 0°C do 1600°C 600°C do 1700°C	4°C lub 0,005 x t Odchylenia graniczne dotyczą następujących przedziałów temperatur --- 600°C do 1700°C

(1) Odchylenia graniczne dla termopar są podawane w stopniach Celsjusza lub jako procent mierzonej temperatury w stopniach Celsjusza. Ważna jest większa z tych wartości.

(2) Termopary i przewody termopar są zwykle dostarczane z odchyleniami granicznymi jak w tabeli powyżej dla temperatur powyżej -40 °C. Odchylenia graniczne dla termopar z tego samego materiału przy temperaturach poniżej -40 °C mogą być większe, jak podano dla klasy 3 wg DIN IEC 584-2. Termopary zamawiane przez nabywcę z odchyleniami granicznymi z klasy 1, 2 lub 3 można uzyskać poprzez odpowiedni dobór materiałów.

|t| = Temperatura w stopniach Celsjusza

Dokument ten dostępny jest w wersji elektronicznej na www.emersonprocess.com



*Emerson Process Management spełnia
wszystkie wymagania ustawowe dotyczące
ujednoczenia norm dla produktów w Unii
Europejskiej.*

Emerson Process Management GmbH & Co. OHG
Frankenstraße 21
63791 Karlstein
Deutschland
Tel. +49 6188 992 249
Fax +49 6188 992 286
Internet www.emersonprocess.de

Emerson Process Management Sp. z o.o.
ul. Konstruktorska 11
02-673 Warszawa
Polska
Tel. +48 22 54 85 200
Fax +48 22 54 85 231
Internet www.emersonprocess.pl