

## Rozdział 20 Pomiar temperatury i regulacja PID

Sterownik FBs jest wyposażony w trzy rodzaje modułów temperaturowych umożliwiającym szerokie zastosowanie urządzenia przy pomiarach temperatury. Jednym z modułów jest moduł bezpośrednio współpracujący z termoparami. Inne moduły współpracują z czujnikiem RTD oraz NTC. Moduły FBs-2TC/FBs-6TC/FBs-16TC obsługują kanały temperaturowe 2/6/16 do połączenia z termoparą typu J, K, T, E, N, B, R, S. Moduły FBs-6RTD/FBs-16RTD obsługują odpowiednio kanały temperaturowe 6/16 do podłączenia czujnika RTD typu PT-100, PT-1000, a moduł FBs-6NTC obsługuje 6 kanałów termistora NTC. Całkowitą liczbę wejść temperaturowych można maksymalnie rozszerzyć do 32 kanałów.

Przy zastosowaniu metody multipleksowania czasowego, każdy moduł temperaturowy wykorzystuje 1 rejestr wejściowy i 8 wyjść cyfrowych do adresowania we / wy. Czas aktualizacji odczytu temperatury można ustawić na normalny (czas aktualizacji 4 sekundy, rozdzielczość 0.1°) lub szybki (czas aktualizacji 2 sekundy, rozdzielczość 1°).

WinProladder wyposażony jest w przyjazny użytkownikowi interfejs do edycji tabel umożliwiający konfigurację pomiaru temperatury, na przykład wybór modułu temperaturowego, typu czujnika, przypisywanie rejestrów do zapisu odczytywanych wartości itp. Posiada także instrukcję FUN86 (TPCTL) umożliwiającą regulację PID w celu sterowania grzaniem lub chłodzeniem.

### 20.1 Charakterystyki modułów do pomiaru temperatury FBs-PLC

#### 20.1.1 Wejście termopary FBs-PLC

Charakterystyki Elementy	Moduł		
	FBs-2TC	FBs-6TC	FBs-16TC
Liczba punktów wejściowych	2 punkty	6 punktów	16 punktów
Typ termopary i zakres pomiaru temperatury	J(-200 ~ 900 °C) K(-190 ~ 1300 °C) R(0 ~ 1800 °C) S(0 ~ 1700 °C)	E(-190 ~ 1000 °C) T(-190 ~ 380 °C) B(350 ~ 1800 °C) N(-200 ~ 1000 °C)	
Zajęte punkty we / wy	1 R (rejestr wejściowy), 8 DO (wyjść dyskretnych)		
Filtr software'owy	Średnia ruchoma		
Liczba uśrednianych próbek	Brak, 2, 4, 8 z możliwością konfiguracji		
Kompensacja	Kompensacja zimnej końcówki (cold-junction)		
Rozdzielczość	0.1 °C		
Czas konwersji	1 lub 2 sek.	2 lub 4 sek.	3 lub 6 sek.
Ogólna precyzja	±(1%+1 °C)		
Izolacja	Transformator (zasilanie) i optotranzystor (sygnał). Izolacja każdego kanału.		
Wewnętrzny pobór mocy	5V, 32mA		5V, 35mA
Moc pobierana	24VDC-15%/+20%, 2VA maks.		
Wskaźnik(i)	5V PWR LED		
Temperatura robocza	0 ~ 60 °C		
Temperatura przechowywania	-20 ~ 80 °C		

Wymiary	40(S)x90(W)x80(G) mm	90(S) x90(W) x80(G) mm
---------	----------------------	------------------------

### 20.1.2 Wejście RTD FBs-PLC

Charakterystyki Elementy	Moduł	
	FBs-6RTD	FBs-16RTD
Liczba punktów wejściowych	6 punktów	16 punktów
Typ RTD i zakres pomiaru temperatury	3-przewodowy czujnik RTD JIS( $\alpha=0.00392$ ) lub DIN( $\alpha=0.00385$ ) Pt-100(-200~850 °C) Pt-1000(-200~600 °C)	
Zajęte punkty we / wy	1 R (rejestr wejściowy), 8 DO (wyjść dyskretnych)	
Filtr software'owy	Średnia ruchoma	
Liczba uśrednianych próbek	Brak, 2, 4, 8 z możliwością konfiguracji	
Rozdzielczość	0.1 °C	
Czas konwersji	1 lub 2 sek.	2 lub 4 sek.
Ogólna precyzja	$\pm 1\%$	
Izolacja	Transformator (zasilanie) i optotranzystor (sygnał). Izolacja każdego kanału.	
Wewnętrzny pobór mocy	5V, 35mA	5V, 35mA
Moc pobierana	24VDC-15%/+20%, 2VA maks.	
Wskaźnik(i)	5V PWR LED	
Temperatura robocza	0~60 °C	
Temperatura przechowywania	-20~80 °C	
Wymiary	40(W)x90(H)x80(D) mm	90(W) x90(H) x80(D)mm

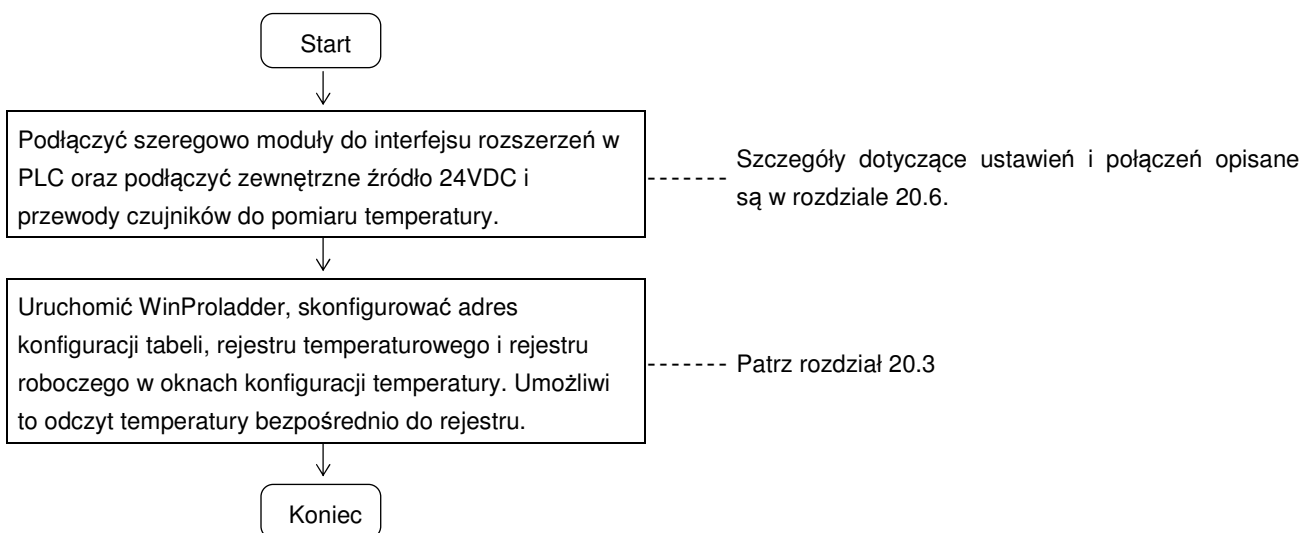
### 20.1.3 Wejściowy moduł temperaturowy NTC

Charakterystyki Element	Moduł	
	FBs-6NTC	
Punkty wejściowe	6 punktów	
Typ czujnika	2k, 5k, 10k, 20k $\Omega$ (przy 25°C) czujnik NTC	
Zajęte punkty we / wy	1 R (rejestr wejściowy), 8 DO (wyjść dyskretnych)	
Filtr software'owy	Średnia ruchoma	
Liczba uśrednianych próbek	1, 2, 4, 8, 16 z możliwością konfiguracji	
Rozdzielczość	0.1 °C	
Czas konwersji	1 lub 2 sek.	
Ogólna precyzja	$\pm 1\%$	
Izolacja	Transformator (zasilanie) i optotranzystor (sygnał)	
Wewnętrzny pobór mocy	5V, 35mA	
Moc pobierana	24VDC-15%/+20%, 2VA	
Wskaźnik(i)	5V PWR LED	

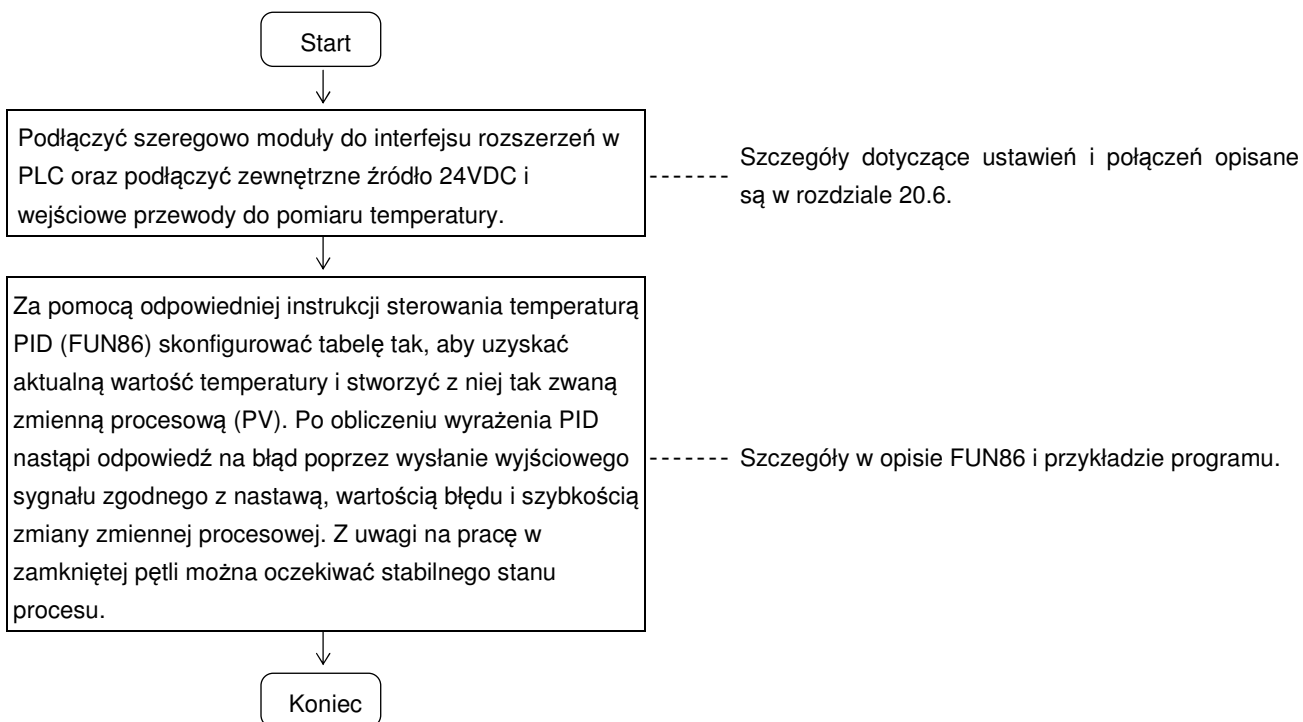
Temperatura robocza	0 ~ 60 °C
Temperatura przechowywania	-20 ~ 80 °C
Wymiary	90(S) x90(W) x80(G)mm

## 20.2 Procedura stosowania modułu temperaturowego FBs

### 20.2.1 Procedura pomiaru temperatury

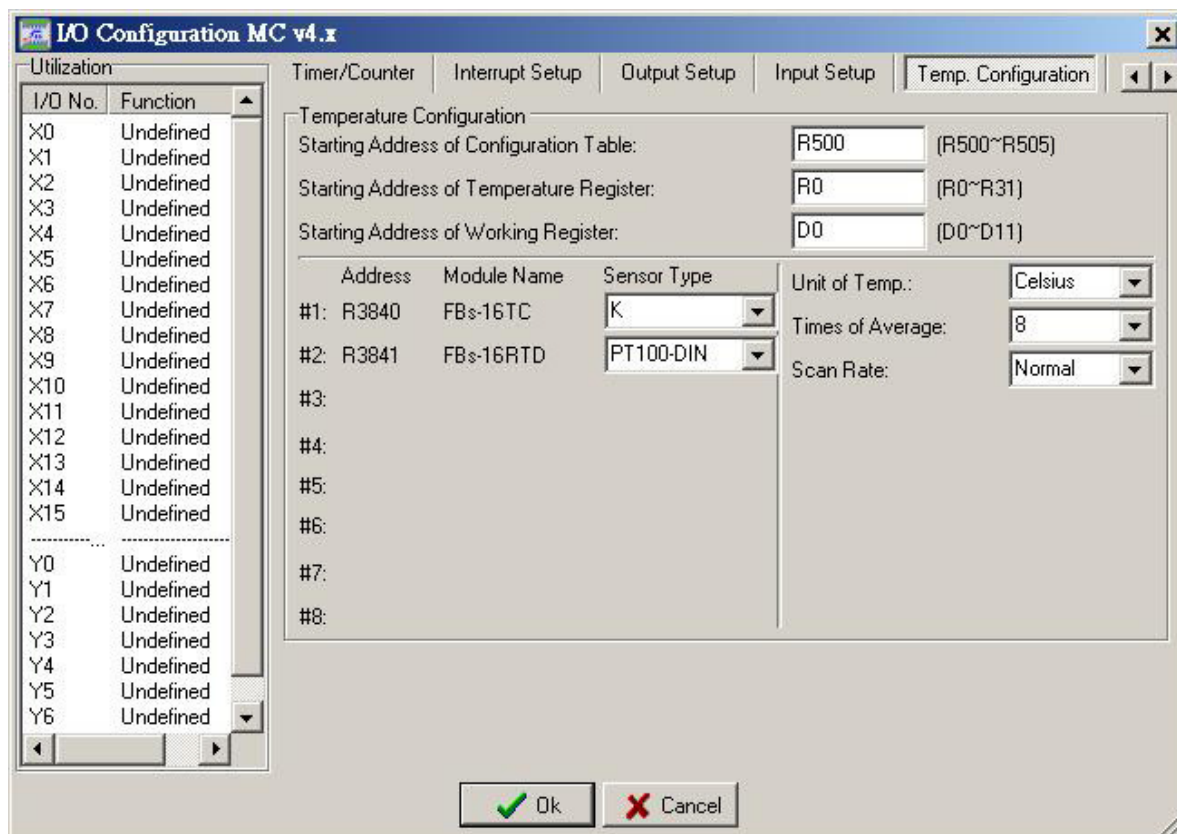


### 20.2.2 Sterowanie temperaturą PID w zamkniętej pętli



## 20.3 Procedury konfiguracji pomiaru temperatury

Kliknąć „I/O Configuration” w oknie Project Windows:



1. ( Starting Address of Configuration Table ) : Przypisanie początkowego adresu rejestrów do zapisu tabeli konfiguracji temperatury. Możliwe są następujące wpisy:
  - a. Spacja (Brak tabeli konfiguracji temperatury)
  - b. Rejestr Rxxxx lub DxxxxxTabela konfiguracji zajmie 4+N rejestrów, gdzie N jest liczbą modułów pomiaru temperatury. W powyższym przykładzie tabela zapisywana jest w R500~R505
2. ( Starting Address of Temp. Register ) : Przypisanie początkowego adresu rejestrów do zapisu aktualnych odczytów temperatury . Możliwe są następujące wpisy: Rxxxx lub Dxxxxx. W powyższym przykładzie 1 kanał temperaturowy zajmuje 1 rejestr, a odczyty zapisywane są w R0~R31. Rozdzielczość odczytu wynosi 0.1 °. Na przykład. R0=1234, oznacza 123.4 °
3. ( Starting Address of Working Register ) : Przypisanie początkowego adresu rejestrów pracujących jako rejestry robocze. Możliwe są następujące wpisy: Rxxxx lub Dxxxxx. W powyższym przykładzie D0~D11 są rejestrami roboczymi

**【Informacje dotyczące instalacji i ustawień modułu temperaturowego】**

4. [ Moduł #1 ~ # 8 ] : Wyświetlanie nazwy zainstalowanego modułu temperaturowego oraz analogowego adresu początkowego. Opis modułów:

- ,1 6TC (6 kanałów wejścia termopary)
- ,2 6RTD (6 kanałów wejścia RTD)
- ,3 16TC (16 kanałów wejścia termopary)
- ,4 16RTD (16 kanałów wejścia RTD)
- ,5 2TC (2 kanały wejścia termopary)
- 6NTC (6 kanałów wejścia temperaturowego NTC)

※ Pole „Sensor type” służy do wybrania i wyświetlenia typu czujnika. Szczegóły dotyczące typów czujnika zostały opisane w rozdziale 20.1.

5. [ Unit of Temperature ] : Wybór jednostki temperatury. Możliwe są następujące opcje:

- ,1 Stopnie Celsjusza
- ,2 Stopnie Fahrenheita

6. [ Times of Average ] : Wybór liczby pomiarów do uśrednień pomiaru temperatury. Możliwe są następujące opcje: Brak / 2 / 4 / 8.

7. [ Scan Rate ] : Ustawienie szybkości aktualizacji odczytu. Możliwe są następujące opcje: Normalna (czas aktualizacji 4 sekundy, rozdzielczość 0.1 °), szybka (czas aktualizacji 2 sekundy, rozdzielczość 1 °). Rozdzielczość odczytu równa jest zawsze 0.1 °.

### 20.3.1 Wewnętrzny format tabeli konfiguracji temperatury

Niniejszy wstęp dotyczy rozwiązywania problemów, użytkownika HMI lub SCADA. Użytkownicy ci mogą przeprowadzać modyfikacje za pomocą rejestrów. Użytkownicy WinProladder mogą pominąć ten wstęp. W przypadku konfiguracji tabeli za pomocą WinProladder wartość rejestrów będzie ostateczna. Jeżeli SR+0 = A556h, oznacza to prawidłową tabelę konfiguracji temperatury. Jeżeli natomiast SR+0 = inne wartości, to tabela konfiguracji temperatury będzie nieważna.

Adres	Starszy bajt	Młodszy bajt
SR + 0	A5H	56H
SR + 1	Liczba modułów temperaturowych (1~8)	
SR + 2	Początkowy adresu rejestrów do zapisu aktualnych odczytów temperatury	
SR + 3	Początkowy adres rejestrów roboczych	
SR + 4	Typ czujnika (#1)	Nazwa modułu (#1)
SR + 5	Typ czujnika (#2)	Nazwa modułu (#2)
SR + 6	Typ czujnika (#3)	Nazwa modułu (#3)
SR + 7	Typ czujnika (#4)	Nazwa modułu (#4)
SR + 8	Typ czujnika (#5)	Nazwa modułu (#5)
SR + 9	Typ czujnika (#6)	Nazwa modułu (#6)
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

※Tabela konfiguracji temperatury zajmuje łącznie (4 + N) rejestrów, gdzie N jest liczbą modułów.

### 20.3.2 Wewnętrzny format rejestrów roboczych

Założenie: początkowym adresem jest WR

Adres	Starszy bajt	Młodszy bajt
WR+0	Kod wykonawczy	XXXXH
WR+1	Wskaźnik nieprawidłowego czujnika (Czujnik 0 ~ Czujnik 15)	
WR+2	Wskaźnik nieprawidłowego czujnika (Czujnik 16 ~ Czujnik 31)	
WR+3	Całkowita liczba kanałów pomiarowych	Liczba modułów temperaturowych
WR+4	Typ czujnika modułu #1	D.O. modułu #1
WR+5	Numer kanału modułu #1	A.I. modułu #1
WR+6	Początek odczytu modułu temperaturowego #1	
WR+7	Aktualny kanał modułu temperaturowego #1	
·	·	·
·	·	·
·	·	·
WR+(N×4)+0	Czujnik modułu #N	D.O. modułu #N
WR+(N×4)+1	Numer kanału modułu #N	A.I. modułu #N
WR+(N×4)+2	Początek odczytu modułu temperaturowego #N	
WR+(N×4)+3	Aktualny kanał modułu temperaturowego #N	

Uwagi :

1. Młodszy bajt WR+0 : Określa niezgodność pomiędzy tabelą konfiguracji i zainstalowaną kartą temperatury

b0=1 oznacza moduł nr #1

·  
·  
·

b7=1 oznacza moduł nr #8

2. Starszy bajt WR+0 : Kod wykonawczy:

= 00H - bezczynny

= FFH - liczba kanałów pomiarowych > 32, brak pomiaru temperatury

= FEH - młodszy bajt WR+3 = 0 lub > 8, brak pomiaru temperatury

= 56H - wszystkie kanały pomiarowe zostały odczytane, pomiar w toku

※ Tabela robocza zajmuje łącznie (N×4) + 4 rejestrów, gdzie N jest liczbą modułów.

### 20.3.3 Opis specjalnych rejestrów do pomiaru temperatury

#### Status instalacji czujnika

- R4010 : Każdy bit R4010 określa status instalacji czujnika (punktu) temperatury.  
Bit0=1 oznacza, że zainstalowany jest pierwszy punkt czujnika temperatury.  
Bit1=1 oznacza, że zainstalowany jest drugi punkt czujnika temperatury.

- 
- 
- Bit15=1 oznacza, że zainstalowany jest 16-sty punkt czujnika temperatury.  
(Domyślną wartością dla R4010 jest FFFFH)
- R4011 : Każdy bit R4011 określa status instalacji czujnika (punktu) temperatury.  
Bit0=1 oznacza, że zainstalowany jest 17-sty punkt czujnika temperatury.  
Bit1=1 oznacza, że zainstalowany jest 18-sty punkt czujnika temperatury.
- 
- 
- Bit15=1 oznacza, że zainstalowany jest 32-gi punkt czujnika temperatury.  
(Domyślną wartością dla R4011 jest FFFFH)
- Jeżeli czujnik temperatury jest zainstalowany (status odpowiedniego bitu R4010 lub R4011 musi być równy 1), system przeprowadzi operację wykrywania usterki czujnika. W przypadku usterki w linii czujnika pojawi się ostrzeżenie i zostanie wyświetlona wartość określająca usterkę.
- Jeżeli czujnik temperatury nie jest zainstalowany (status odpowiedniego bitu R4010 lub R4011 musi być równy 0), system nie przeprowadzi operacji wykrywania usterki czujnika i nie pojawi się ostrzeżenie. Wartość linii zostanie wyświetlona jako 0.
- W zależności od instalacji czujnika program drabinkowy może sterować statusem bitu R4010 i R4011 w celu przeprowadzenia lub nieprzeprowadzenia wykrywania usterki linii czujnika.

## 20.4 Adresowanie we / wy modułu temperaturowego

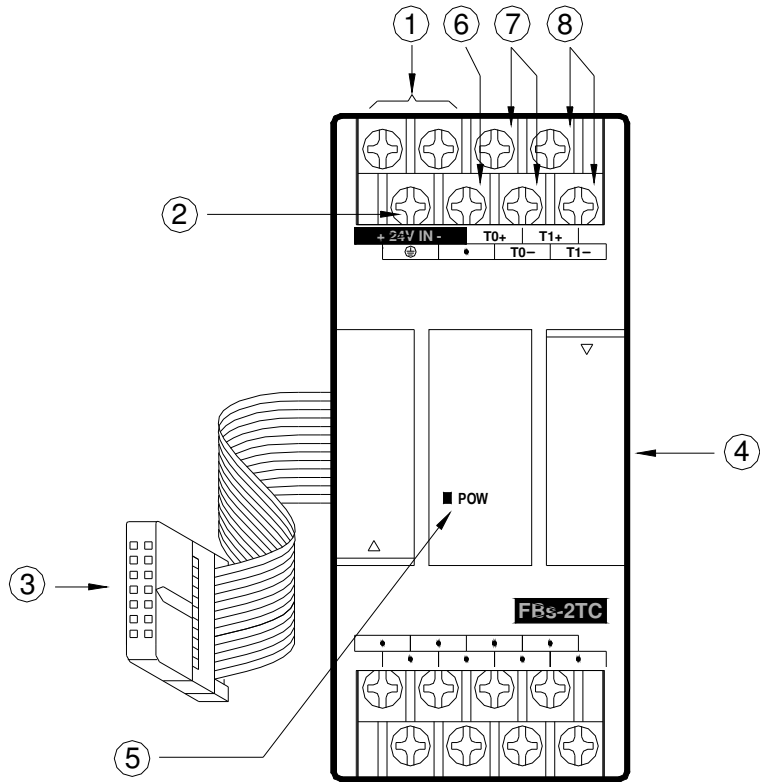
Przy zastosowaniu metody multipleksowania czasowego każdy moduł temperaturowy podczas adresowania we / wy zajmuje 1 punkt rejestru wejściowego i 8 punktów wyjść cyfrowych. W celu uzyskania prawidłowego dostępu we / wy do adresowania we / wy modułów rozszerzeń należy dodać ilość we / wy, którą powinien posiadać odpowiedni moduł. WinProladder zapewnia łatwą i pewną metodę obliczania adresów we / wy dla modułów rozszerzeń wykorzystującą operację „numerowania we / wy” online (I/O Numbering).

## 20.5 Opis sprzętowy modułów temperaturowych

Moduły temperaturowe FBs-2TC, FBs-6TC, FBs-16TC, FBs-6RTD, FBs-16RTD i FBs-6NTC zawierają 3 PCB. Najniższą jest jednostka zasilająca (izolowane źródło zasilania). W środku jest płyta we / wy (warstwa ta zawiera złącza czujników). Górna jest płyta sterująca (połączenia sterujące/rozszerzeń we / wy). Opis znajduje się poniżej.

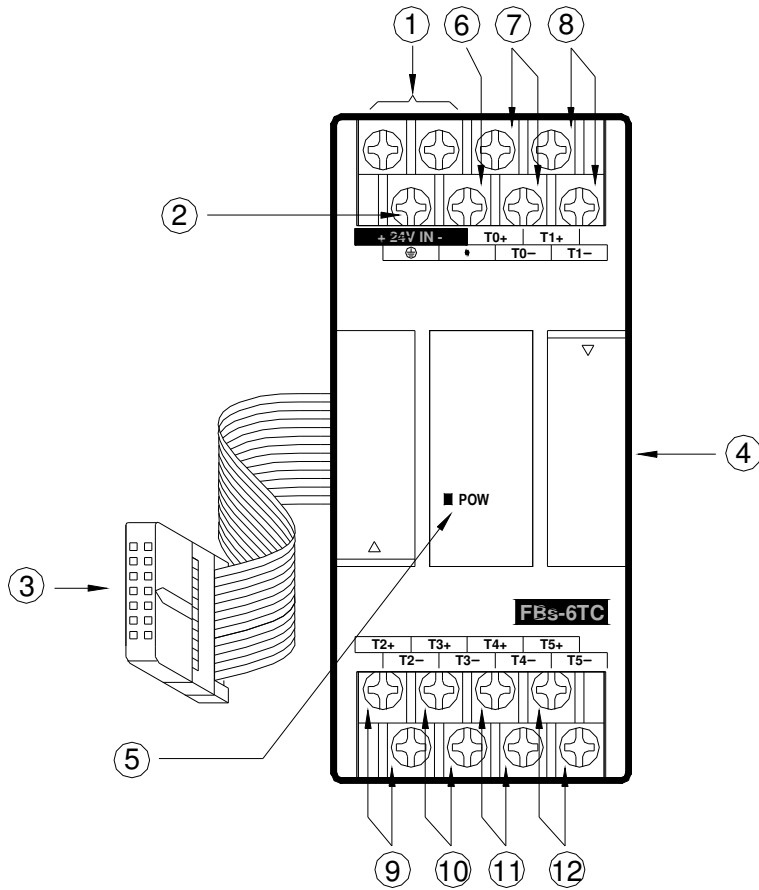
### 20.5.1 Widok z góry FBs-2TC, 6TC, 16TC

2TC

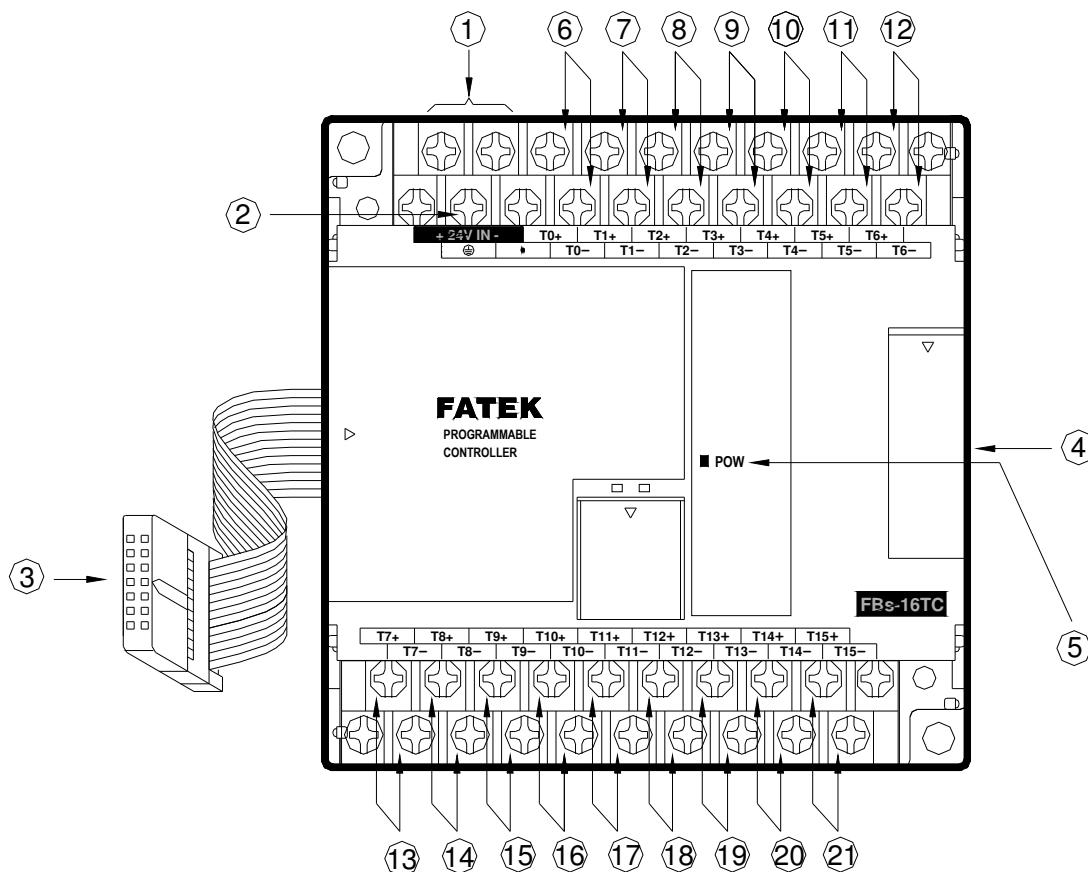


6TC





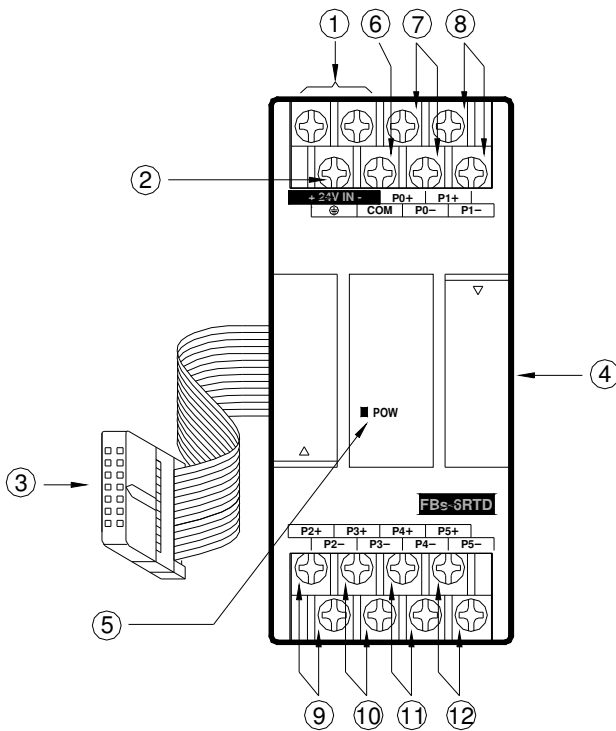
16TC



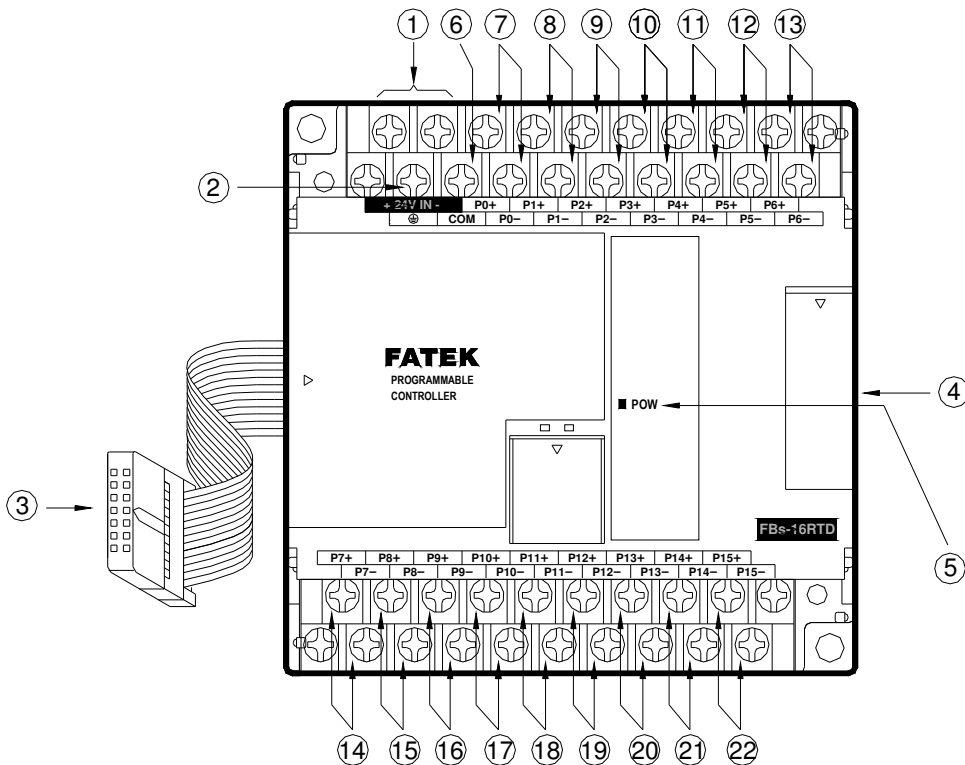
- 1 Zewnętrzne wejściowe złącze zasilania: Zasilanie analogowego obwodu modułu FBs-XXTC; napięcie zasilania 24VDC±20%
- 2 Złącze uziemienia : Zabezpieczenie przewodu sygnałowego.
- 3 Wejściowy kabel rozszerzeń : Należy go podłączyć do przedniej jednostki rozszerzeń lub wyjścia rozszerzeń jednostki głównej.
- 4 Wyjściowe złącze rozszerzeń : Połączenie kolejnej jednostki rozszerzeń.
- 5 Wskaźnik zasilania : Wskazuje, czy zasilanie obwodu analogowego i zasilanie zewnętrzne jest prawidłowe.
- 6 Złącze pierwszego wejścia TC : Wejście TC kanału 0 (T0+, T0-)
- 7 Złącze drugiego wejścia TC : Wejście TC kanału 1 (T1+ , T1-)
- 8~ 21 Złącze (3-go ~ 16-go ) wejścia TC : Wejście TC kanału 2~kanału 15 (T2+, T2-~T15+, T15-)

## 20.5.2 Widok z góry FBs-6RTD, 16 RTD

### 6RTD



### 16RTD

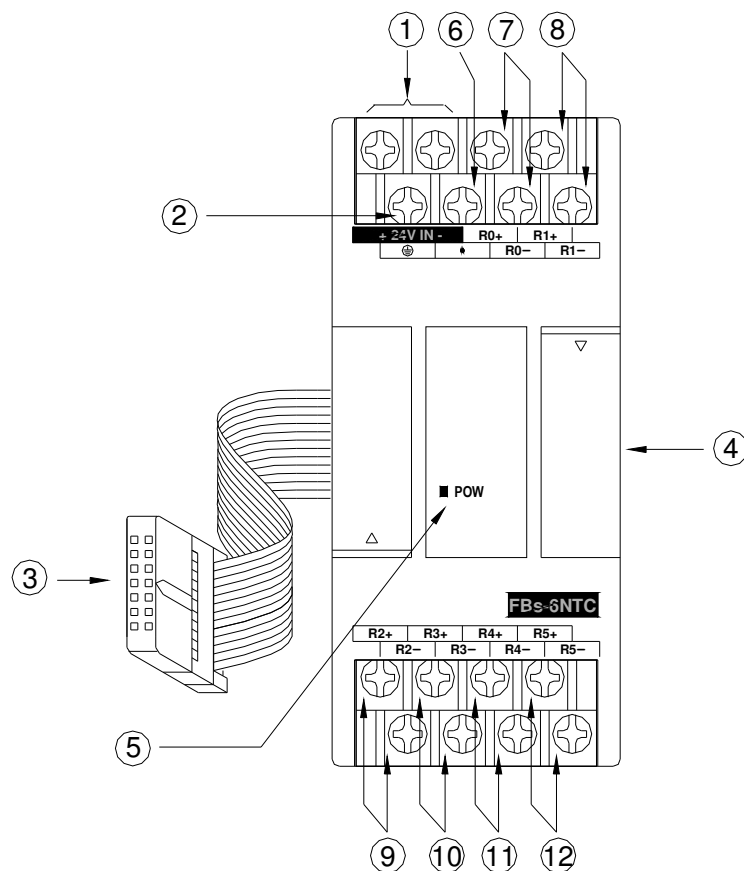


○,1 Zewnętrzne wejściowe złącze zasilania: Zasilanie analogowego obwodu modułu FBs-XXRTD; napięcie zasilania 24VDC±20%

- ,2 Złącze uziemienia : Zabezpieczenie przewodu sygnałowego.
- ,3 Wejściowy kabel rozszerzeń : Należy go podłączyć do przedniej jednostki rozszerzeń lub wyjścia rozszerzeń jednostki głównej.
- ,4 Wyjściowe złącze rozszerzeń : Połączenie kolejnej jednostki rozszerzeń.
- ,5 Wskaźnik zasilania : Wskazuje, czy zasilanie obwodu analogowego i zasilanie zewnętrzne jest prawidłowe
- ,6 Wspólne złącze dla 3-przewodowego wejścia RTD : Wspólne złącze dla każdego 3-przewodowego wejścia RTD
- ,7 Złącze pierwszego wejścia RTD : Wejście RTD kanału 0 (P0+, P0-)
- ,8 ~ ○,22 Złącze (2-go ~ 16-go ) wejścia RTD : Wejście RTD kanału 1 ~ 15 (P1+, P1- ~ P15+, P15-)

### 20.5.3 Widok z góry FBs-6NTC

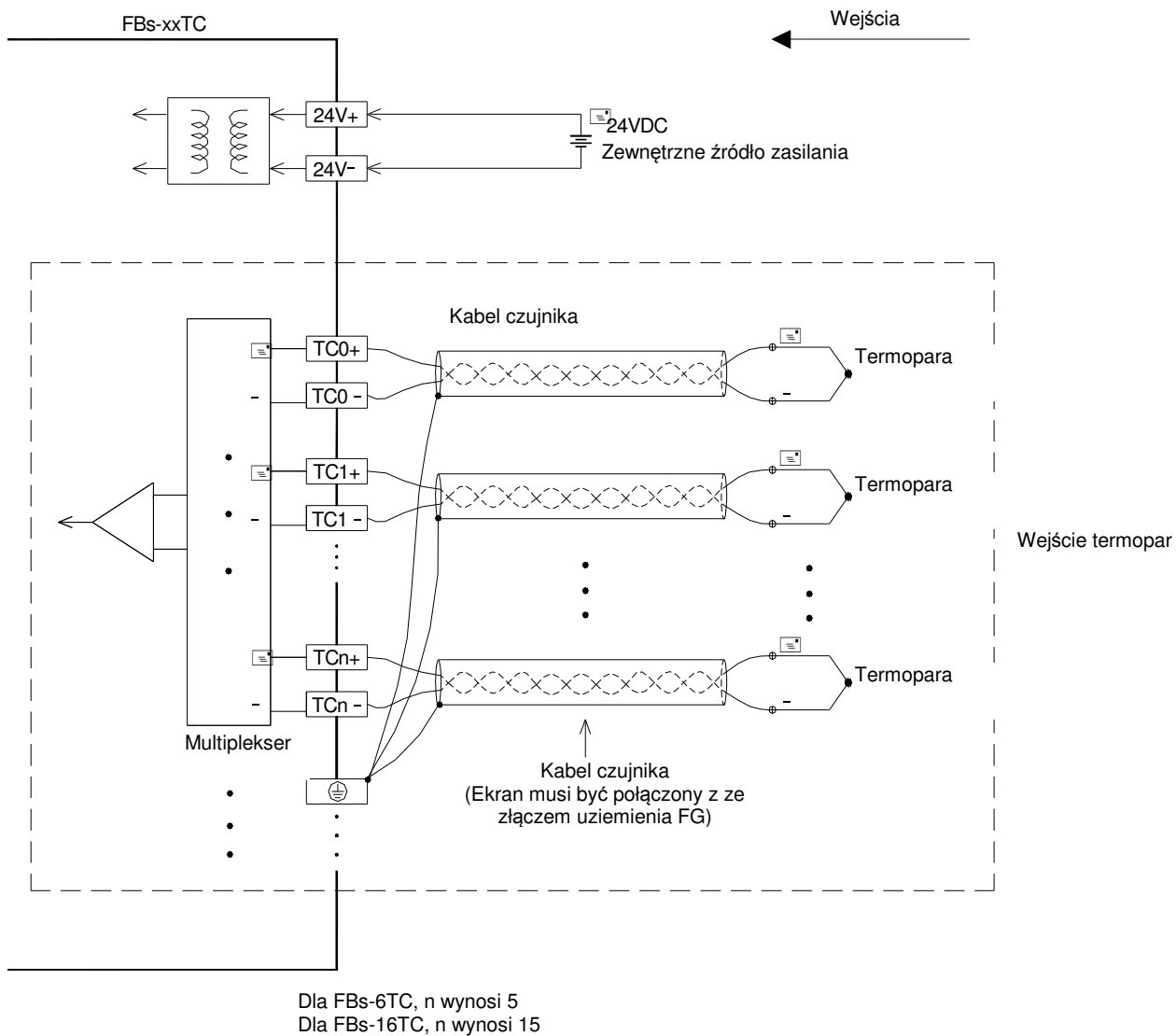
#### 6NTC



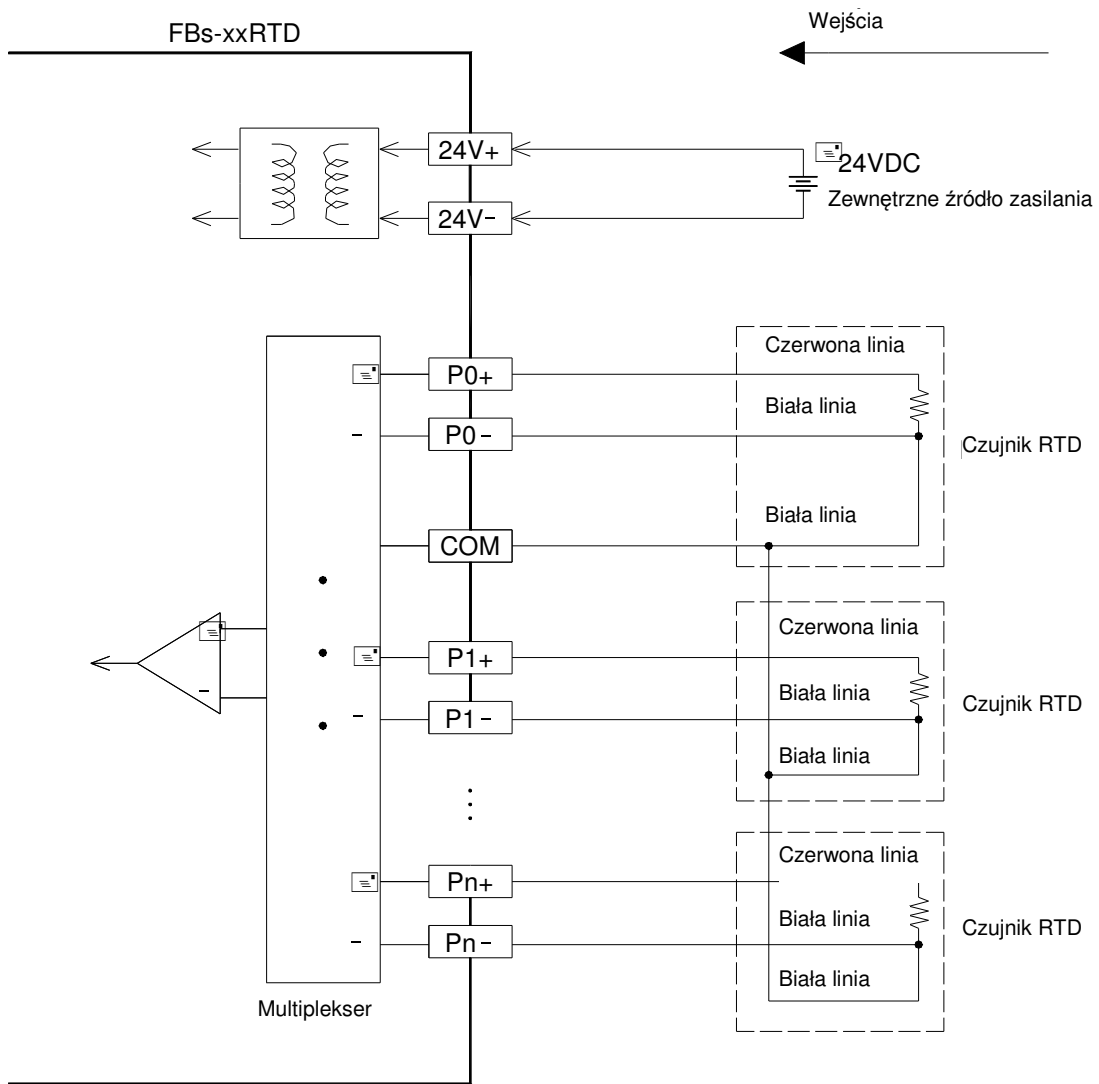
- ,1 Zewnętrzne wejściowe złącze zasilania: Zasilanie analogowego obwodu modułu FBs-6NTC; napięcie zasilania 24VDC±20%
- ,2 Złącze uziemienia : Zabezpieczenie przewodu sygnałowego.
- ,3 Wejściowy kabel rozszerzeń : Należy go podłączyć do przedniej jednostki rozszerzeń lub wyjścia rozszerzeń jednostki głównej.
- ,4 Wyjściowe złącze rozszerzeń : Połączenie kolejnej jednostki rozszerzeń..
- ,5 Wskaźnik zasilania : Wskazuje, czy zasilanie obwodu analogowego i zasilanie zewnętrzne jest prawidłowe
- ,6 Złącze pierwszego wejścia NTC : Wejście NTC kanału 0 (R0+, R0-)
- ,7 Złącze (2-go ~6-go) wejścia NTC : Wejście NTC kanału 1~5 (R1+, R1- ~R5+, R5-)

## 20.6 Połączenia modułów temperaturowych

### 20.6.1 Połączenia modułu wejściowego termoelementu

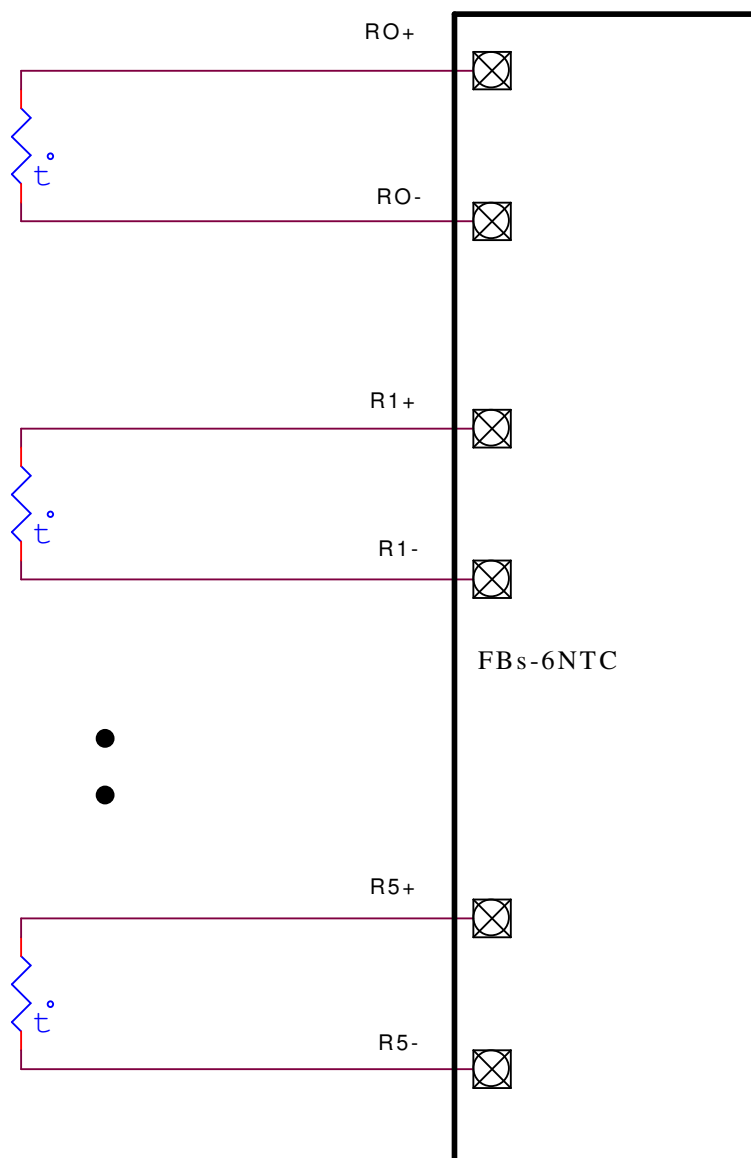


### 20.6.2 Połączenia modułu wejściowego RTD



Dla FBS-6RTD, n wynosi 5  
 Dla FBS-16RTD, n wynosi 15

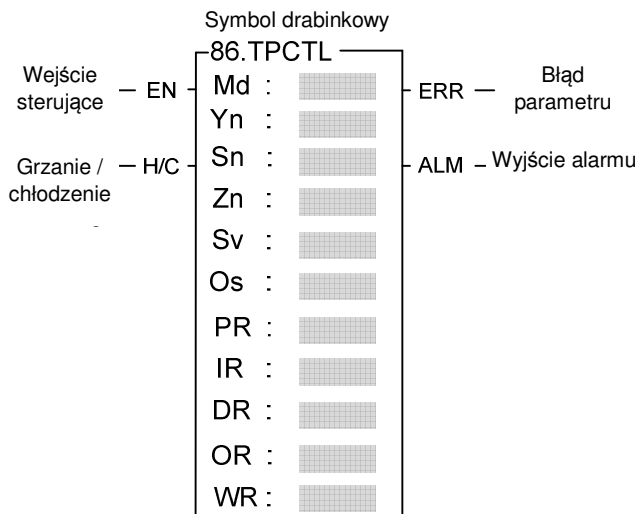
### 20.6.3 Połączenia modułu NTC



### 20.7 Opis instrukcji i przykład programu dla pomiaru temperatury i regulacji temperatury PID w FBs-PLC

Poniżej znajduje się opis instrukcji i przykład programu do pomiaru temperatury oraz regulacji temperatury PID w FBs-PLC.





Md : Wybór metody PID  
=0, Metoda minimalnego przesterowania  
=1, Uniwersalna metoda PID

Yn : Początkowy adres wyjść cyfrowych PID;  
wymaga Zn punktów.

Sn : Początkowy punkt pomiaru temperatury do  
regulacji PID; Sn = 0~31.

Zn : Liczba punktów pomiaru temperatury do regulacji  
PID w ramach instrukcji;  
1 ≤ Zn ≤ 32 i 1 ≤ Sn+Zn ≤ 32

Sv : Początkowy rejestr wartości nastawy;  
wymaga Zn rejestrów. (Jednostka 0.1 °)

Os : Początkowy rejestr offsetu;  
wymaga Zn rejestrów. (Unit in 0.1 °)

PR : Początkowy rejestr wzmocnienia (Kc);  
wymaga Zn rejestrów.

IR : Początkowy rejestr stałej całkowania członu  
całkującego (Ki); wymaga Zn rejestrów.

DR : Początkowy rejestr stałej różniczkowania członu  
różniczkującego (Td); wymaga Zn rejestrów.

OR : Początkowy rejestr wyjścia analogowego PID;  
wymaga Zn rejestrów.

WR : Początkowy adres rejestru roboczego dla tej  
instrukcji. Zajmuje 9 rejestrów i nie może być  
użyty ponownie.

Zakres	Y	HR	ROR	DR	K
	Y0   Y255	R0   R3839	R5000   R8071	D0   D3999	
Argument					
Md					0~1
Yn	o				
Sn					0~31
Zn					1~32
Sv		o	o*	o	
Os		o	o*	o	
PR		o	o*	o	
IR		o	o*	o	
DR		o	o*	o	
OR		o	o*	o	
WR		o	o*	o	

- Za pomocą modułu temperaturowego i metody edycji tabeli odczytać aktualną wartość temperatury i ustawić ją jako zmienna procesową. Po obliczeniu wyrażenia software'owego PID nastąpi odpowiedź na błąd poprzez wysłanie wyjściowego sygnału zgodnego z nastawą, wartością błędu i szybkością zmiany zmiennej procesowej. Z uwagi na pracę w zamkniętej pętli można oczekiwać stabilnego stanu procesu.
- Przekonwertować wyjście do obliczeń PID na wyjście wł / wył z sygnałem proporcjonalnym w czasie (PWM). Wykorzystać wyjście tranzystorowe do sterowania przekaźnikowego procesem grzania lub chłodzenia. Jest to wydajne i bardzo ekonomiczne rozwiązanie.
- Za pomocą analogowego modułu wyjściowego (modułu D/A) wyjście do obliczeń PID może sterować SCR lub zaworem proporcjonalnym w celu uzyskania bardziej precyzyjnego sterowania procesem.

● Opis wyrażen PID:

$$M_n = [K_c \times E_n] + \text{Błąd!}$$

M<sub>n</sub> : Wyjście w czasie „n”.

K<sub>c</sub> : Wzmocnienie (Zakres: 1~9999 ; Pb=1000 / Kc ×0.1%, Jednostka 0.1%)

K<sub>i</sub> : Stała całkowania członu całkującego (Zakres:0~9999, równy 0.00~99.99 powtórzeń / minutę)

T<sub>d</sub> : Stała różniczkowania członu różniczkującego (Zakres:0~9999, równy 0.00~99.99 powtórzeń / minutę)

PV<sub>n</sub> : Zmienna procesowa w czasie „n”

PV<sub>n-1</sub> : Zmienna procesowa przy ostatnim rozwiązaniu pętli

E<sub>n</sub> : Błąd przy czasie „n”; E= SP – PV<sub>n</sub>

T<sub>s</sub> : Częstotliwość obliczeń PID (Możliwe wartości to: 10, 20, 40, 80,160, 320; jednostka 0.1 sek.)

**Zasada regulacji parametru PID**

- W miarę zwiększania wzmocnienia ( $K_c$ ) zwiększa się udział proporcjonalnej odpowiedzi w wyjściu. Dzięki temu możliwa jest szybka reakcja w postaci sterowania charakteryzująca się wysoką czułością. Jednakże jeżeli wzmocnienie jest zbyt duże, mogą pojawić się oscylacje. Użytkownik powinien zwiększyć „ $K_c$ ” (lecz nie do stopnia wywołującego oscylacje) w celu zwiększenia reakcji i zmniejszenia błędu stanu stabilnego.
- Do eliminacji błędu stanu stabilnego można wykorzystać człon całkujący. Im większa wartość ( $K_i$ , stała całkowania  $K_i=1/T_i$ ), tym bardziej zwiększa się udział proporcjonalnej odpowiedzi w wyjściu. W przypadku zaistnienia błędu stanu stabilnego należy zwiększyć  $K_i$  w celu zmniejszenia błędu. Jeżeli  $K_i = 0$ , to człon całkujący nie ma udziału w wyjściu.

Na przykład : Jeżeli czas resetu wynosi 5 minut, to  $K_i=1/T_i=100/5=20$ . Oznacza to, że stała całkowania wynosi 0.2 powtórzenia / minutę.

- Człon różniczkujący może być zastosowany do wyrównania procesu i zmniejszenia przeregulowań. Im większa wartość ( $T_d$ , stała różniczkowania), tym większy udział członu różniczkującego w wyjściu. W przypadku zbyt dużego przeregulowania należy zwiększyć  $T_d$  w celu zmniejszenia przeregulowania. Jeżeli  $T_d = 0$ , to człon różniczkujący nie ma udziału w wyjściu.

Na przykład : Jeżeli czas wyprzedzenia wynosi 1 minutę, to  $T_d = 100$ . Jeżeli czas różniczkowania wynosi 2 minuty, to  $T_d = 200$ .

- Ustawić parametry PID w celu umożliwienia prawidłowego sterowania temperaturą.
- Domyślny czas rozwiązania dla obliczeń PID wynosi 4 sekundy ( $T_s = 40$ ).
- Domyślna wartość wzmocnienia ( $K_c$ ) wynosi 110, gdzie  $P_b=1000/110 \times 0.1\% \approx 0.91\%$ . Pełen zakres sytemu wynosi  $1638^\circ$ . Oznacza to, że wartość  $SP - 14.8^\circ$  ( $1638 \times 0.91 \approx 14.8$ ) umożliwi regulację PID w zakresie proporcjonalnym.
- Domyślna wartość stałej całkowania wynosi 17.
- Domyślna wartość stałej różniczkowania wynosi 50. Oznacza to, że czas wyprzedzenia wynosi 0.5 minuty ( $T_d = 50$ ).
- Zmiana czasu obliczeń PID może wymagać ponownej regulacji parametrów  $K_c$ ,  $K_i$  i  $T_d$ .

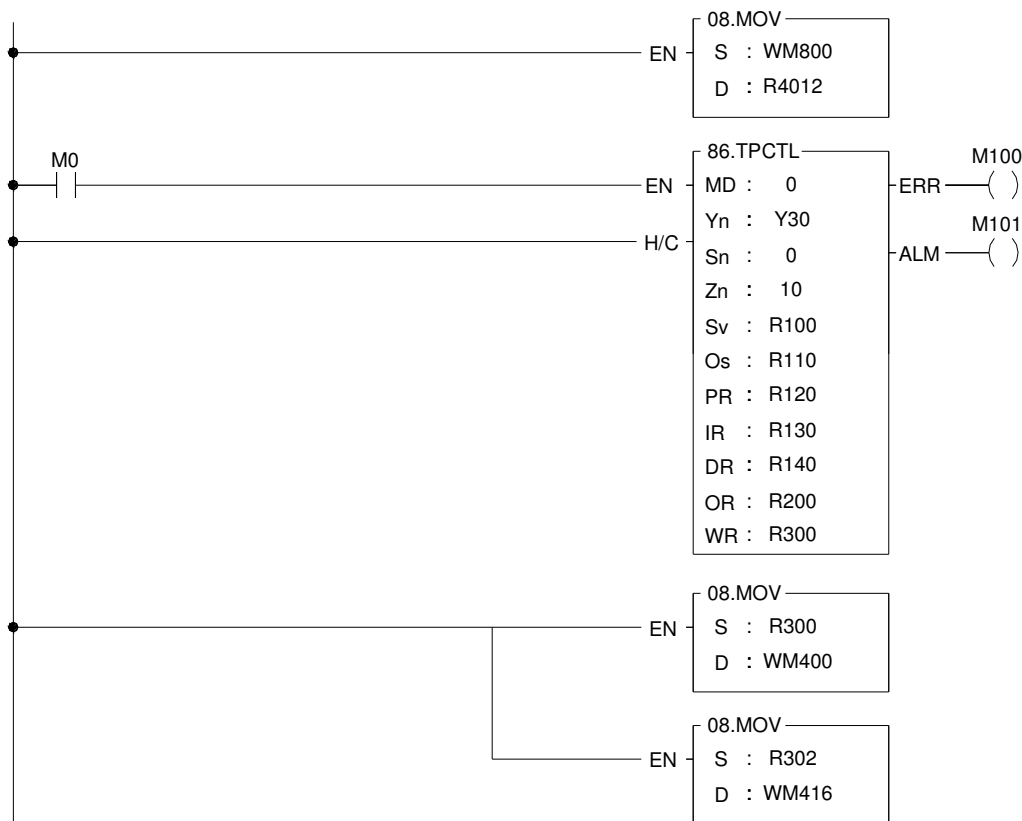
**Instrukcja**

- Po odczytaniu wszystkich kanałów temperaturowych włączona zostanie funkcja FUN86.
- Jeżeli „EN” = 1, to sterowanie grzaniem ( $H/C=1$ ) lub chłodzeniem ( $H/C=0$ ) zależy od statusu współczynnika grzania/chłodzenia  $H/C$  dla PID. Aktualne wartości zmierzonej temperatury ustalane są za pomocą multipleksującego modułu temperaturowego. Wymagane nastawy temperatury są zapisywane w rejestrach począwszy od Sv. Po obliczeniu wyrażenia software’owego PID nastąpi odpowiedź na błąd w postaci wysłania sygnału wyjściowego na podstawie wartości nastawy, wartości błędu oraz szybkości zmiany zmiennej procesowej. Wyjście zostanie przekonwertowane na wyjście wł / wył z sygnałem proporcjonalnym w czasie (PWM), aby wykorzystać wyjście tranzystorowe do sterowania przekaźnikiem procesem grzania lub chłodzenia. Jest to wydajne i bardzo ekonomiczne rozwiązanie. Za pomocą analogowego modułu wyjściowego (modułu D/A) wyjście PID (wynik zapisywany w rejestrach począwszy od rejestru wyjściowego) może sterować SCR lub zaworem proporcjonalnym w celu uzyskania bardziej precyzyjnego sterowania procesem.
- W przypadku błędu w ustawieniach  $S_n$ ,  $Z_n$  ( $0 \leq S_n \leq 31$  i  $1 \leq Z_n \leq 32$ , oraz  $1 \leq S_n + Z_n \leq 32$ ) instrukcja ta nie zostanie wykonana i uaktywni się wyjście „ERR”.
- Instrukcja ta porównuje wartość aktualną z nastawą w celu sprawdzenia, czy aktualna temperatura mieści się w zakresie offsetu (zapisanym w rejestrach począwszy od Os). Jeżeli kontrolowana wartość mieści się w zakresie odchylenia, to instrukcja ustawi bit dla tego punktu na WŁ. W odwrotnym przypadku ustawi bit na WYŁ i uaktywni wyjście „ALM”.

FUN86 TPCTL	Instrukcja regulacji temperatury PID	FUN86 TPCTL
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Instrukcja ta także sprawdza ostrzeżenie o przekroczeniu najwyższej temperatury (rejestr do zapisu nastaw dla maksymalnej temperatury to R4008). W przypadku, gdy przy dziesięciu kolejnych skanach aktualne wartości zmierzonej temperatury będą większe lub równe nastawie najwyższej temperatury, bit ostrzeżenia zostanie ustawiony na WŁ i uaktywni się wyjście „ALM”. Operacja ta pozwoli uniknąć problemu wynikającego z braku kontroli nad temperaturą w przypadku zwarcia przełącznika lub obwodu grzewczego.</li> <li>● Niniejsza instrukcja może także wykryć problem z grzaniem wynikający z otwartego obwodu przełącznika lub grzewczego, lub też uszkodzonej taśmy grzewczej. W przypadku zwiększania się mocy przy sterowaniu temperaturą (parametr zapisany w rejestrze R4006) w określonym czasie (ustawionym w rejestrze R4007) oraz gdy uzyskanie spadku temperatury do wymaganego zakresu jest niemożliwe, bit ostrzeżenia zostanie ustawiony na WŁ i uaktywni się wyjście „ALM”.</li> <li>● WR: Początkowy adres rejestru roboczego dla tej instrukcji. Składa się z 9 rejestrów i nie może być ponownie użyty. Zawartość dwóch rejestrów WR+0 i WR+1 wskazuje na to, czy aktualna temperatura mieści się w zakresie odchylenia (parametr zapisywany w rejestrach począwszy od Os). Jeżeli temperatura mieści się w zakresie odchylenia, to instrukcja ustawi bit dla tego punktu na WŁ. W odwrotnym przypadku ustawi bit na WYŁ.  Definicja bitów dla WR+0:  Bit0=1 – temperatura w punkcie Sn+0 mieści się w wymaganym zakresie.  Bit15=1 – temperatura w punkcie Sn+15 mieści się w wymaganym zakresie.  Definicja bitów dla WR+1:  Bit0=1, temperatura w punkcie Sn+16 mieści się w wymaganym zakresie.  Bit15=1, temperatura w punkcie Sn+31 mieści się w wymaganym zakresie.  Rejestry WR+2 i WR+3 zawierają bity ostrzeżeń alarmujące o przekroczeniu najwyższej dopuszczalnej temperatury lub rozwarciu obwodu grzewczego.  Definicja bitów dla WR+2:  Bit0=1 - w punkcie Sn+0 nastąpiło przekroczenie najwyższej temperatury lub rozwarcie obwodu.  Bit15=1 - w punkcie Sn+15 nastąpiło przekroczenie najwyższej temperatury lub rozwarcie obwodu.  Definicja bitów dla WR+3:  Bit0=1, w punkcie Sn+16 nastąpiło przekroczenie najwyższej temperatury lub rozwarcie obwodu  Bit15=1, w punkcie Sn+31 nastąpiło przekroczenie najwyższej temperatury lub rozwarcie obwodu  Rejestry WR+4 ~ WR+8 są wykorzystywane przez funkcję.</li> <li>● Sterowanie grzaniem lub chłodzeniem wymaga oddzielnych instrukcji.</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 10px;"> <b>Rejestry związane z FUN86</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>● R4003 = A55AH: Początkowy adres wartości odczytu temperatury określany jest w R4004  = Inne wartości: Początkowy adres wartości odczytu temperatury określany jest na ekranie konfiguracji temperatury</li> <li>● R4004 = 10000 ~ 13839: R0~R3839 jest początkowym adresem wartości odczytu temperatury jako zmiennej procesowej przy regulacji PID  = 20000 ~ 23999: D0~D3999 jest początkowym adresem wartości odczytu temperatury jako zmiennej procesowej przy regulacji PID  = Inne wartości: Początkowy adres wartości odczytu temperatury określany jest na ekranie konfiguracji temperatury.</li> <li>● R4005 : Młodsze bajty określają częstotliwość rozwiązań przy obliczeniach PID:  =0, realizacja obliczeń PID co 1 sekundę.  =1, realizacja obliczeń PID co 2 sekundy.  =2, realizacja obliczeń PID co 4 sekundy. (wartość domyślna)  =3, realizacja obliczeń PID co 8 sekund.</li> </ul>		

FUN86 TPCTL	Instrukcja regulacji temperatury PID	FUN86 TPCTL
<p>=4, realizacja obliczeń PID co 16 sekund.  ≥5, realizacja obliczeń PID co 32 sekundy.</p> <p>Starszy bajt określa czas cyklu wyjścia WŁ / WYŁ PID (PWM) = 0. Czas cyklu PWM wynosi 1 sekundę.  =1 · Czas cyklu PWM wynosi 2 sekundy. (wartość domyślna)  =2 · Czas cyklu PWM wynosi 4 sekundy.  =3 · Czas cyklu PWM wynosi 8 sekund.  =4 · Czas cyklu PWM wynosi 16 sekund.  ≥5 · Czas cyklu PWM wynosi 32 sekundy.</p> <p>Uwaga 1 : Przy zmianie wartości R4005, wartość na wyjściu „EN” FUN86 musi być ustawiona na 0. Następnym razem, gdy „EN”=1, obliczenia PID zostaną zrealizowane na podstawie ostatniej nastawy.</p> <p>Uwaga 2 : Im krótszy czas cyklu PWM, tym bardziej równomierne jest grzanie. Jednakże błąd spowodowany czasem skanu PLC będzie także wyższy. W celu uzyskania najefektywniejszego sterowania regulacja częstotliwości rozwiązań obliczeń PID oraz czasu cyklu PWM może odbywać się na podstawie czasu skanu PLC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● R4006 : Nastawa dla ostrzeżenia o przekroczonej mocy przy rozwartym obwodzie SSR, grzewczym lub uszkodzonej taśmie grzewczej. Jednostką jest %, a zakres ustawień wynosi 80 ~ 100(%); wartość domyślna to 90(%).</li> <li>● R4007 : Czas aktywności wyjścia wysokiej mocy przy rozwartym obwodzie SSR, grzewczym lub uszkodzonej taśmie grzewczej. Jednostką jest sekunda, a zakres ustawień wynosi 60 ~ 65535 (sekund). Wartość domyślna wynosi 600 (sekund).</li> <li>● R4008 : Nastawa dla ostrzeżenia o przekroczonej maksymalnej temperaturze przy rozwartym obwodzie SSR, grzewczym lub uszkodzonej taśmie grzewczej. Jednostką jest 0.1 stopnia, a zakres ustawień wynosi 100 ~ 65535; wartość domyślna to 3500 (jednostka 0.1 °).</li> <li>● R4012 : Każdy bit R4012 wskazuje potrzebę regulacji temperatury PID.  Bit0=1 oznacza, że pierwszy punkt wymaga regulacji temperatury PID.  Bit1=1 oznacza, że drugi punkt wymaga regulacji temperatury PID.  .  .  Bit15=1 oznacza, że 16-sty punkt wymaga regulacji temperatury PID.  (Domyślna wartość dla R4012 wynosi FFFFH)</li> <li>● R4013 : Każdy bit R4013 wskazuje potrzebę regulacji temperatury PID  Bit0=1 oznacza, że 17-sty punkt wymaga regulacji temperatury PID.  Bit1=1 oznacza, że 18-sty punkt wymaga regulacji temperatury PID.  .  .  Bit15=1 oznacza, że 32-gi punkt wymaga regulacji temperatury PID.  (Domyślna wartość dla R4013 wynosi FFFFH)</li> <li>● Jeżeli „EN”=1, a odpowiedni bit regulacji PID dla tego punktu jest WŁ (status odpowiedniego bitu dla R4012 lub R4013 musi wynosić 1), to instrukcja FUN86 zrealizuje operację PID i odpowie na obliczenia sygnałem wyjściowym.</li> <li>● Jeżeli „EN”=1, a odpowiedni bit regulacji PID dla tego punktu jest WYŁ (status odpowiedniego bitu dla R4012 lub R4013 musi wynosić 0), to instrukcja FUN86 nie zrealizuje operacji PID, a sygnał wyjściowy w tym punkcie nie będzie aktywny.</li> <li>● Program drabinkowy może sterować odpowiednim bitem R4012 i R4013 w celu przekazywania FUN86 informacji o tym, czy zrealizować, czy nie zrealizować regulacji PID. Program wymaga zastosowania jedynie instrukcji FUN86.</li> </ul>		

## Przykład programu



## Opis

- Statusy M800~M815 są sterowane za pomocą MMI i zewnętrznych wejść w celu wskazania, który kanał wymaga regulacji PID. Jeżeli odpowiedni bit jest WŁ, to regulacja jest wymagana; jeżeli jest WYŁ, regulacja nie jest wymagana.
- Jeżeli M0-WŁ, to instrukcja zrealizuje regulację PID grzania w 10 (Zn=10) kanałach od kanału 0 (Sn=0) do kanału 9.
- Y30 ~ Y39 : Wyjścia WŁ / WYŁ PID (PWM). Muszą to być wyjścia tranzystorowe.
- R100~R109 : Rejestry nastaw (jednostka 0.1 °).
- R110~R119 : Rejestry strefy odchyień – offsetu (jednostka 0.1 °). Określają, czy temperatura mieści się w zakresie ustawień.  
np. Jeżeli nastawa wynosi 2000 (200.0°), a strefa odchyień 50 (5.0°), wówczas  
1950 (195.0°) ≤ Aktualna wartość ≤ 2050 (205.0°); oznacza to, że wartość temperatury mieści się w zakresie.
- R120~R129 : Ustawienie wzmocnienia.
- R130~R139 : Ustawienie stałej całkowania.
- R140~R149 : Ustawienie stałej różniczkowania.
- R200~R209 : Wynik obliczeń PID (zakres wartości 0~16383).
- R300~R308 : Rejestry robocze. Nie mogą być ponownie użyte.
- W przypadku błędu w ustawieniu Sn, Zn, instrukcja ta nie zostanie zrealizowana, a status M100 będzie WŁ.

FUN86 TPCTL	Instrukcja regulacji temperatury PID	FUN86 TPCTL
<ul style="list-style-type: none"><li>● Jeżeli któraś wartość temperatury nie mieści się w zakresie lub pojawiło się ostrzeżenie o przekroczeniu maksymalnej temperatury lub nieprawidłowym grzaniu, status na wyjściu M101 będzie WŁ.</li></ul> <p>Uwaga : Przy pierwszej realizacji instrukcji FUN86 system automatycznie przypisze do każdego kanału wartość wzmocnienia (Kc), stałą całkowania (Ki) i różniczkowania (Td). Wartości te mogą być zmieniane podczas realizacji ustawień aplikacji.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● M400~M409 : Wskaźniki temperatury mieszczącej się w zakresie offsetu.</li><li>● M416~M425 : Wskaźnik ostrzeżenia o przekroczeniu maksymalnej temperatury lub nieprawidłowym grzaniu.</li></ul>		