

# PRZETWORNIKI SERII T1200

## Instrukcja



**CCIBA sp.j.**

54-616 Wrocław, ul. Tarnopolska 10

tel./fax 717954080, 81

[www.cciba.pl](http://www.cciba.pl)

## Spis treści

1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA.....	<u>3</u>
2. ZASADA DZIAŁANIA.....	<u>5</u>
2.1. Sposób podłączenia.....	<u>9</u>
2.2. Kalibracja.....	<u>11</u>
2.3. Parametry techniczne.....	<u>12</u>
3. KONFIGURACJA PRZETWORNIKA.....	<u>15</u>
3.1. Instalacja i uruchomienie.....	<u>15</u>
3.2. Obsługa programu.....	<u>15</u>
3.3. Komunikacja z przetwornikiem.....	<u>17</u>
3.4. Wybór czujnika i określenie parametrów.....	<u>17</u>
3.5. Regulacja zera i wzmocnienia.....	<u>19</u>
3.6. Linearyzacja charakterystyki.....	<u>21</u>
3.7. Pliki i drukowanie.....	<u>22</u>

## 1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

Seria przetworników programowalnych T1200, której przedstawicielami są przetworniki temperaturowe T1247 i T1249 oraz przetwornik standardowych sygnałów automatyki, T1239, z powodzeniem zastępuje przetworniki i separatory analogowe, dzięki swym własnościom dostosowawczym znacznie upraszczając proces projektowania i realizacji systemów automatyki przemysłowej. Ponieważ jeden typ przetwornika programowalnego może zastąpić wiele typów zwykłych przetworników analogowych, zmniejszeniu ulegają również zapasy magazynowe oraz upraszczają się procedury zaopatrzeniowe.

Wykorzystując wszystkie możliwości użytego mikrokontrolera otrzymano produkt jednocześnie tani i wysoce wydajny. Zastosowana arytmetyka zmiennoprzecinkowa pozwala na dokonywanie złożonych obliczeń bez utraty początkowej dokładności pomiaru. Opracowane oprogramowanie daje także szerokie możliwości kontroli i testowania przetwornika, dołączonego czujnika, lub całego toru pomiarowego.

Proces kalibracji dokonywany u producenta jest całkowicie automatyczny (przetworniki nie posiadają żadnych analogowych elementów regulacyjnych), co praktycznie wyklucza możliwość pomyłek lub zmiany nastaw pod wpływem czynników zewnętrznych. Przetwarzanie sygnału analogowego na postać cyfrową realizuje 20-bitowy przetwornik A/C gwarantujący wysoką dokładność i rozdzielczość pomiaru. Sygnał wyjściowy jest również generowany z wysoką rozdzielczością nie powodując utraty dokładności. Zasada działania przetworników programowalnych została bardziej szczegółowo opisana w rozdziale 2.

Sterowanie przetwornikiem oraz przesyłanie wartości mierzonej wielkości analogowej odbywa się za pomocą dwukierunkowego łącza szeregowego RS-232 lub USB poprzez prosty (i tani) adapter. Konfiguracja przetwornika może być dokonywana bezpośrednio przy komputerze bez konieczności podłączania zasilania i czujnika, jak też na obiekcie, bez odłączania przetwornika od systemu.

Konfiguracja przetworników jest prosta dzięki bezpłatnie udostępnianemu oprogramowaniu. W rozdziale 3 podano zasady posługiwania się oprogramowaniem konfiguracyjnym i monitorującym.

Moduły T1247,9 są przeznaczone do pomiaru temperatury za pomocą czujników rezystancyjnych i termoelementów. Analogowe wyjście

przetwornika, w postaci standardowego sygnału automatyki 4÷20mA, jest galwanicznie odseparowane od wejścia. Przetworniki nie posiadają dodatkowych zacisków zasilania, ponieważ cała energia niezbędna do ich zasilania pochodzi ze spadku napięcia na zmiennej rezystancji wyjścia. Czujnikiem temperatury może być dowolny z rezystorów termometrycznych: Pt100, Ni100, Cu100, jeden z dziewięciu typów termoelementów lub czujnik zdefiniowany przez użytkownika. Charakterystyka czujnika jest linearyzowana za pomocą 200 odcinków. Dodatkowo, użytkownik ma możliwość dostosowania przetwornika do konkretnego czujnika poprzez zmianę zera i wzmocnienia w granicach  $\pm 2\%$ .

Pomiaru rezystancji czujnika dokonuje się metodą dwu-, trój-, lub cztero-przewodową (T1247 nie posiada ostatniej opcji). Nie ma potrzeby wyboru czujnika, lub definiowania zakresu pomiarowego przy zakupie przetwornika - jeden typ przetwornika pozwala mierzyć temperaturę za pomocą różnych czujników w praktycznie dowolnym podzakresie temperatur. Oznacza to także możliwość zmiany parametrów technologicznych procesu produkcyjnego bez konieczności wymiany przetworników i zmniejszenie zapasów awaryjnych.

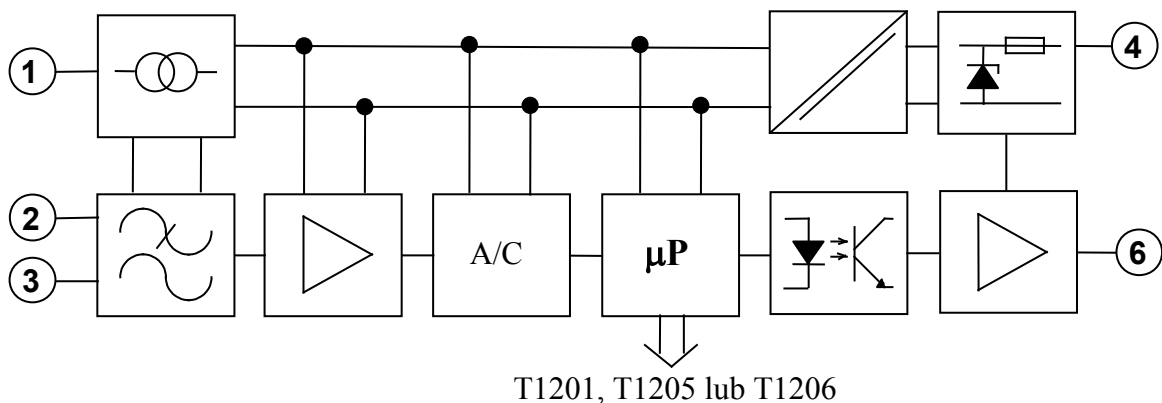
W przypadku pomiaru temperatury za pomocą termoelementów (termopar) dodatkowo mierzona jest temperatura zacisków wejściowych w celu kompensacji spoiny odniesienia. Temperatura spoiny odniesienia uwzględniana jest dopiero podczas obróbki numerycznej sygnału, co pozwala ominąć właściwe przetwornikom analogowym kłopoty z uwzględnieniem nieliniowości charakterystyki termoelementu w zakresie temperatur w jakich może się znaleźć spoina odniesienia. Oba przetworniki są przystosowane także do współpracy z termoelementem z zewnętrzną kompensacją spoiny odniesienia - należy wtedy podać podczas konfiguracji temperaturę spoiny odniesienia. Możliwy jest także pomiar różnicy temperatur za pomocą pary termoelementów.

Moduł T1239 jest przeznaczony do przetwarzania standardowych sygnałów automatyki mieszczących się w zakresach  $\pm 11V$ ,  $\pm 22mA$ . Analogowe wyjście przetwornika, w postaci standardowego sygnału automatyki 4÷20mA, jest galwanicznie odseparowane od wejścia. Charakterystyka przetwarzania może być nieliniowa, zadana tabelarycznie lub szeregiem potęgowym. Podobnie jak w pozostałych przetwornikach programowalnych, użytkownik ma możliwość regulacji zera i wzmocnienia w granicach  $\pm 2\%$ .

## 2. ZASADA DZIAŁANIA

Przetworniki T1247,9 zewnętrznie nie różnią się od zwykłego przetwornika analogowego. Czujnik temperatury podłącza się do zacisków wejściowych, a wyjście stanowi zmienną rezystancję regulując prąd wyjściowy. W przypadku uszkodzenia czujnika, prąd wyjściowy przyjmuje (w zależności od konfiguracji) wartość minimalną (ok. 3.5mA) lub maksymalną (ok. 22mA). Różnica polega na sposobie przetwarzania sygnału i możliwości dostosowania przetwornika do typu czujnika i zakresu pomiarowego.

Poniżej przedstawiono schemat blokowy przetwornika T1247.

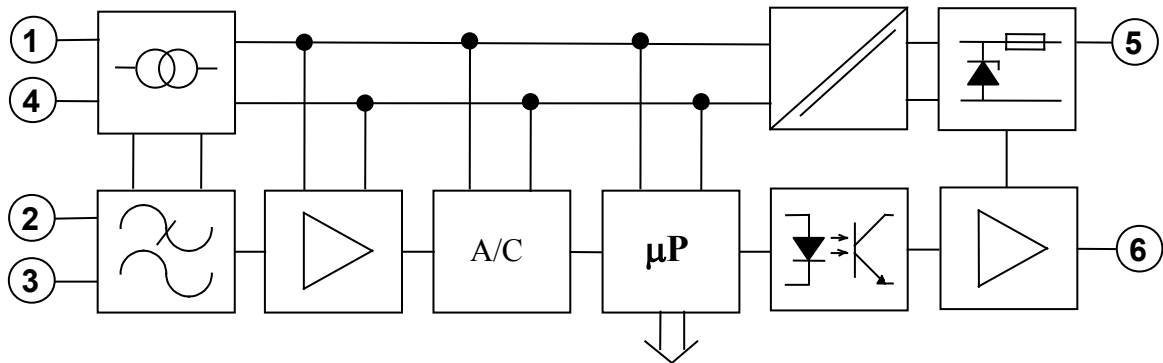


Źródło prądu wywołuje spadek napięcia na rezystancji czujnika mierzony przez wzmacniacz różnicowy. Podczas współpracy z termoelementem, źródło prądu służy do pomiaru temperatury spiny odniesienia. Sygnał napięciowy podłączony do zacisków 2 i 3, po przejściu przez układ zabezpieczeń trafia do filtra dolnoprzepustowego, a następnie jest wzmacniany i przetwarzany do postaci cyfrowej. Oprócz tego mierzony jest prąd pobudzenia, oraz rezystancja przewodów doprowadzających czujnika. Mikroprocesor oblicza aktualną wartość temperatury i obsługuje łącze szeregowe. Wynik obliczeń jest przekazywany poprzez barierę galwaniczną do wyjściowego stopnia regulującego prąd. Wyjściowy układ zabezpieczeń chroni moduł przed przekroczeniem maksymalnego napięcia oraz przed zmianą jego polaryzacji. Prąd wyjściowy jest ograniczony sprzętowo do 25mA. Część wejściowa przetwornika jest zasilana przez przetwornicę prądu stałego.

Na algorytm działania przetwornika serii T1200 składa się kilka równoległych procesów: pomiary i obliczenia, przesyłanie wyniku, zegar

wewnętrzny i obsługa łączy szeregowego. Czas trwania cyklu pomiarowego, w przypadku przetworników temperatury, nie przekracza 200ms.

Schemat blokowy przetwornika T1249 różni się od powyższego jedynie dodatkowym zaciskiem wejściowym (oraz numeracją zacisków).



T1201, T1205 lub T1206

Pętla główna programu procesora składa się z kilku etapów obliczeń i porównania ich wyników z wartościami granicznymi. Parametry toru wejściowego przetwornika są mierzone w procesie kalibracji i zapisane w pamięci nieulotnej. W podobny sposób zapisywane są również parametry konfiguracji: rodzaj czujnika, sposób pomiaru, parametry filtrów, współczynniki linearyzacji charakterystyki czujnika, zakres pomiarowy, poprawki zera i wzmacnienia, oraz notatki użytkownika i data ostatniej konfiguracji. Ze względu na jej istotną funkcję, pamięć nieulotna jest kontrolowana przez procesor podczas każdego uruchomienia i zmiany zapisu, a dane w niej zapisane są zdublowane. Oprócz tego wprowadzono wiele innych zabezpieczeń, nie tylko programowych, zapewniających bezawaryjną pracę przetwornika.

Sygnal pochodzący z czujnika podlega filtracji. W przetworniku zastosowano kilka filtrów, które w sposób 'inteligentny' oczyszczają sygnał z zakłóceń. Na wstępie, napięcie termoelementu (lub spadek napięcia na termorezystorze) przechodzi przez filtr dolnoprzepustowy eliminujący zakłócenia wysokoczęstotliwościowe. Cyfrowy filtr sieciowy usuwa zakłócenia o częstotliwości sieci energetycznej. Procesor śledzi również szumy pozostałe po wstępnej filtracji odrzucając krótkotrwałe zakłócenia przypadkowe.

Ostateczna filtracja sygnału ma miejsce po wstępnych obliczeniach i jest opisywana dwoma parametrami, które może dobrać użytkownik: stałą czasową (im większa stała czasowa, tym mniejszy wpływ zakłóceń na wynik pomiaru, ale też dłuższy czas odpowiedzi wyjścia na zmianę temperatury czujnika) oraz zakresem filtracji. Ten parametr jest wyrażany w procentach

zakresu pomiarowego i służy do określenia progu zmiany sygnału pomiędzy kolejnymi cyklami pomiarowymi, powyżej którego uśrednianie zaczyna się od nowa. W ten sposób możliwe jest zachowanie długiej stałej czasowej filtru i jednocześnie natychmiastowej reakcji na szybką zmianę sygnału wyjściowego. Stała czasowa równa zero wyłącza filtr sygnału, a zakres filtracji równy zero oznacza rezygnację z przerywania uśredniania przy szybkich zmianach temperatury. Należy zwrócić uwagę, że cykl pomiarowy trwa ok. 200ms, co w porównaniu z bezwładnością cieplną części czujników i znacznej większości obiektów pomiaru jest czasem bardzo krótkim. Dodatkowym elementem końcowego filtru jest możliwość eliminacji tzw. błędów grubych. Poziom odchyłki sygnału od wartości średniej, powyżej którego wynik pomiaru jest odrzucany, jest wyrażany w procentach zakresu pomiarowego. Eliminacja błędów grubych umożliwia oczyszczenie sygnału z dużych, niesymetrycznych zakłóceń trwających dłużej niż pojedynczy pomiar. Zwykły filtr dolnoprzepustowy jest wobec takich zakłóceń bezsilny, co najwyżej rozmywa je w czasie. Oczywiście, eliminacja błędów grubych nie będzie możliwa przy zerowej stałej czasowej filtru (brak uśredniania).

Dobór parametrów filtru powinien w zasadzie być poprzedzony analizą poziomu zakłóceń sygnału. Pomocą może służyć program konfiguracyjny prezentujący wykres mierzonej temperatury.

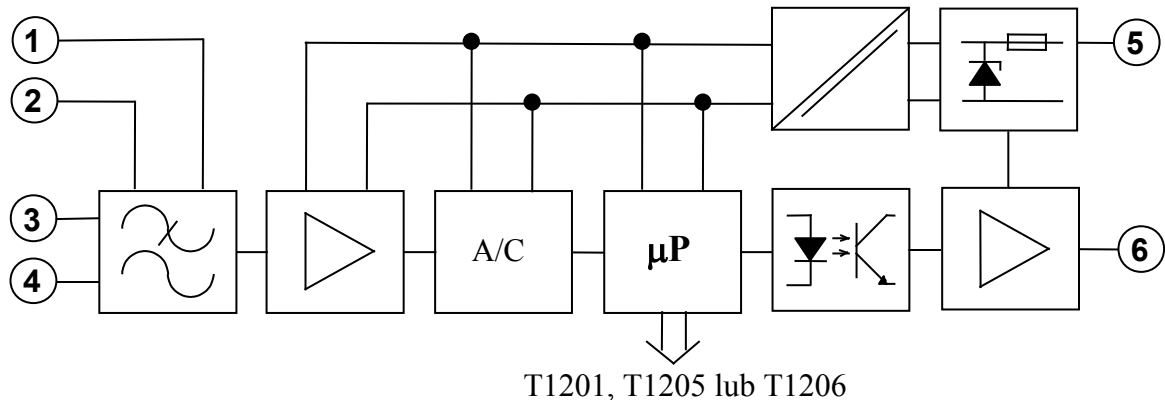
Wartość mierzonego sygnału jest porównywana z wartościami granicznymi w celu weryfikacji sprawności czujnika. Periodycznie, co ok. 10s, przeprowadzany jest dodatkowy test czujnika. W trakcie normalnej pracy jest to sygnalizowane krótkim zaświeceniem się diody LED. Uszkodzenie czujnika sygnalizuje ciągłe miganie diody i zmiana sygnału wyjściowego poza normalny zakres pracy (4÷20mA). Zmierzony sygnał jest korygowany o parametry kalibracyjne, przetwarzany na temperaturę, a ta porównywana z zakresem pomiarowym w celu wyznaczenia wartości prądu wyjściowego. Poprawki zera i wzmocnienia, wprowadzone przez użytkownika, korygują końcową wartość temperatury i prąd wyjściowy - nie mają natomiast wpływu na parametry kalibracyjne.

Dioda LED sygnalizuje stan przetwornika w następujący sposób:

- uruchomienie (reset) - dioda świeci przez 2.5s, krótki błysk (pierwsza kontrola czujnika),
- praca - krótkie błyski co 1s (kontrola stanu czujnika),
- uszkodzony czujnik - migotanie z częstotliwością ok. 4Hz,
- błąd pamięci nieulotnej - dioda świeci w sposób ciągły,
- uszkodzenie wewnętrzne - błyski co ok. 2s.

Szczegółowe informacje o stanie przetwornika podaje na bieżąco program konfiguracyjny.

Poniżej przedstawiono schemat blokowy przetwornika T1239.



Sygnal napięciowy, podłączony do zacisków **2** i **3**, lub prądowy, podłączony do zacisków **1** i **2**, po przejściu przez układ zabezpieczeń trafia do filtra dolnoprzepustowego, a następnie jest wzmacniany i przetwarzany do postaci cyfrowej. Mikroprocesor oblicza wartość sygnału wyjściowego i obsługuje łącze szeregowo. Wynik obliczeń jest przekazywany poprzez barierę galwaniczną do wyjściowego stopnia regulującego prąd. Wyjściowy układ zabezpieczeń chroni moduł przed przekroczeniem maksymalnego napięcia oraz przed zmianą jego polaryzacji. Prąd wyjściowy jest ograniczony sprzętowo do 25mA. Część wejściowa przetwornika jest zasilana przez przetwornicę prądu stałego.

Podobnie jak w innych przetwornikach serii 1200, wyjście stanowi zmienną rezystancję regulując prąd wyjściowy. W przypadku uszkodzenia przetwornika, prąd wyjściowy przyjmuje (w zależności od konfiguracji) wartość minimalną (ok. 3.5mA) lub maksymalną (ok. 22mA).

Czas trwania cyklu pomiarowego nie przekracza 90ms dla przetwornika T1239.

Prezentowane wcześniej uwagi dotyczące pamięci nieulotnej i filtracji sygnału pomiarowego dotyczą też przetwornika T1239. W podobny sposób wygląda również sygnalizacja diodą LED:

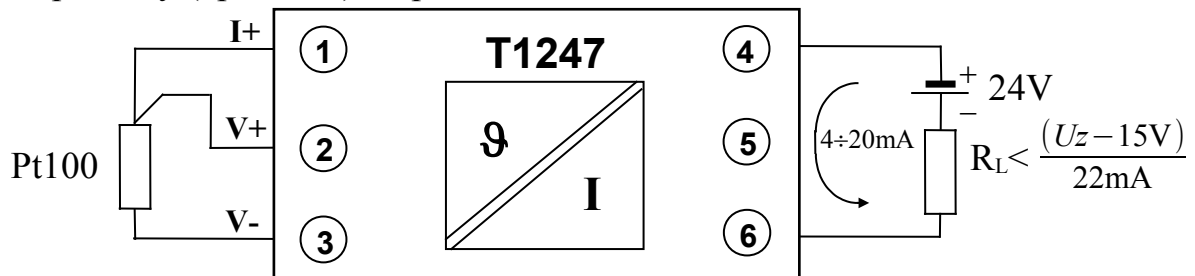
- uruchomienie (reset) - dioda świeci przez 0.5s, krótki błysk (kontrola wewnętrzna),
- praca - krótkie błyski co 6s,
- sygnał poza zakresem - migotanie z częstotliwością ok. 4Hz,
- błąd pamięci nieulotnej - dioda świeci w sposób ciągły,
- uszkodzenie wewnętrzne - błyski co ok. 2s.



Wykorzystując wejście programowania (gniazdo typu Jack), do przetworników serii T1200 można podłączyć dodatkowe, niezależne i odseparowane galwanicznie wyjście 4÷20 mA w postaci modułu T1220. Moduł ten posiada wszystkie cechy wyjścia przetwornika serii T1200 oraz nadajnik podczerwieni powielający komunikaty przetwornika (nadajnik podczerwieni w przetwornikach serii T1200 umieszczony jest wewnątrz gniazda programowania i po podłączeniu dodatkowego wyjścia nie może być używany).

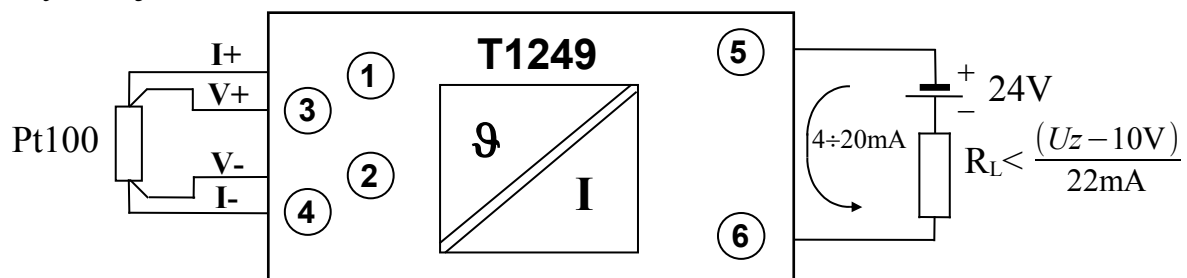
### 2.1. Sposób podłączenia

Poniżej przedstawiono sposób podłączenia rezystancyjnego czujnika temperatury (np. Pt100) do przetwornika T1247.



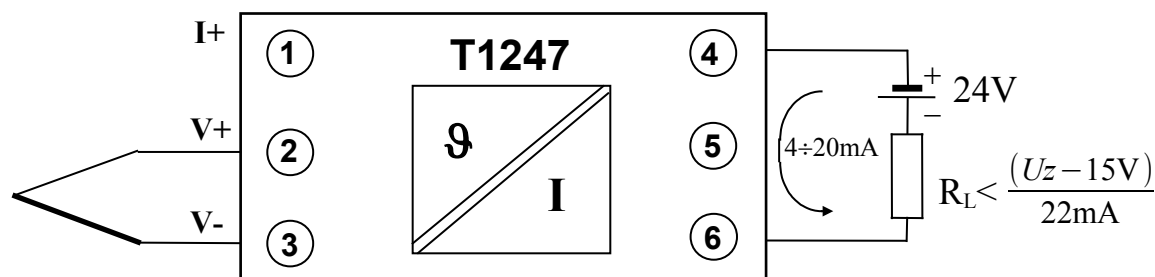
Przy dwuprzewodowym pomiarze rezystancji należy zewrzeć zaciski 1 i 2 bezpośrednio przy przetworniku.

Przetwornik T1249 umożliwia również czteroprzewodowy pomiar rezystancji:

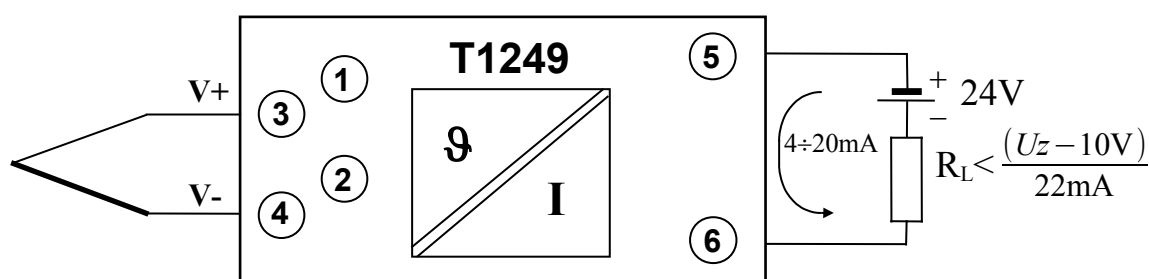


Przy pomiarze trójprzewodowym pomija się połączenie z zaciskiem nr 2, a pomiar dwuprzewodowy wymaga zwarcia zacisków nr 1 i 3.

Używając wewnętrznej kompensacji spiny odniesienia termoelement podłącza się do zacisków 2 i 3 przetwornika T1247,

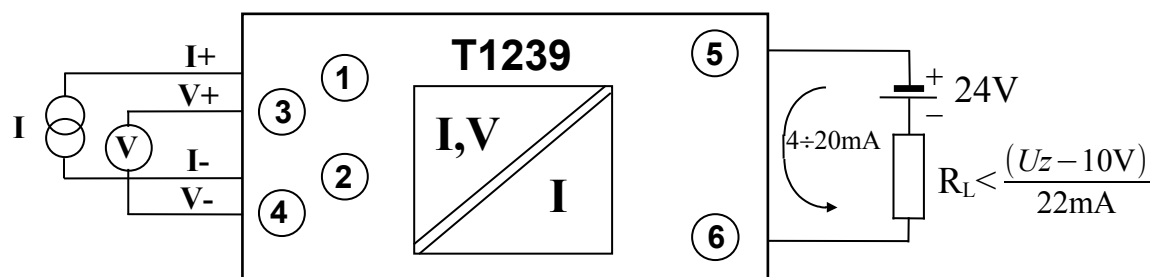


(3 i 4 w przypadku przetwornika T1249) przestrzegając polaryzacji.

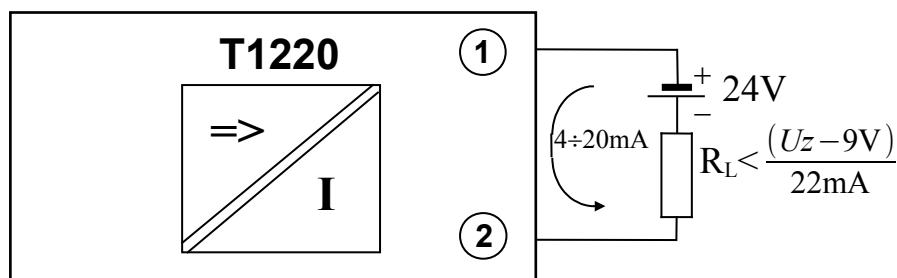


Oba przetworniki mogą również współpracować z termoelementem z zewnętrzną kompensacją spiny odniesienia (jej temperaturę należy podać podczas konfiguracji), lub podwójnym termoelementem mierzącym różnicę temperatur. Należy przy tym wziąć pod uwagę zakres napięć wejściowych przetwornika wynoszący  $-5 \div 70\text{mV}$ .

Poniżej przedstawiono sposób podłączenia przetwornika T1239:



Moduł T1220 podłącza się tak samo jak wyjście dowolnego z przetworników:



Dopuszczalną rezystancję obciążenia wszystkich przetworników i modułu T1220 ogranicza wartość napięcia zasilania, minimalny spadek napięcia na wyjściu przetwornika oraz maksymalny prąd pętli - zgodnie z nierównością podaną na rysunkach.

## 2.2. Kalibracja

Proces kalibracji dokonywany u producenta jest całkowicie automatyczny a przetwornik nie posiada żadnych analogowych elementów regulacyjnych. Użytkownik nie ma dostępu do stałych kalibracyjnych; regulacja zera i wzmocnienia możliwa przy użyciu programu konfiguracyjnego nie ma wpływu na parametry kalibracji.

Korzystając z możliwości obliczeniowych procesora uniknięto stosowania elementów regulacyjnych w części analogowej przetwornika uwzględniając zmiany wzmocnienia i zera spowodowane rozrzutem wartości elementów w procesie kalibracji cyfrowej. Jak już wspomniano, proces kalibracji i testowania przetworników cyfrowych jest całkowicie zautomatyzowany - jego obsługa sprowadza się do inicjalizacji. Kalibracja jest dokonywana z dokładnością lepszą niż 0.001%, a współczynniki funkcji kalibracyjnych są zapisywane w pamięci nieulotnej przetwornika.

Wypróbowane w procesie produkcji przetworników analogowych metody starzenia elementów i kontroli jakości zapewniają wysoką stabilność parametrów przetworników programowalnych.

### 2.3. Parametry techniczne

Przetworniki montowane są w obudowach o szerokości 22.5mm (T1247) lub 12.5mm (T1200, T1239, T1249) wykonanych z samogasnącego sztucznego tworzywa i przystosowanych do mocowania na standardowych szynach o szerokości 35mm. Obudowa naścienna o klasie ochronności IP65 jest wykonana z aluminium i pokryta farbą proszkową w kolorze szarym.

Dodatkową zaletą przetworników jest istnienie zabezpieczeń chroniących je przed przypadkowym uszkodzeniem podczas instalacji. Zabezpieczenia są zamontowane na wszystkich zaciskach. Maksymalne wartości napięć i prądów przedstawiono w poniższych danych technicznych.

#### Przetworniki T1247, T1249

**Wejście:** zakres temperatur - zależny od czujnika:

czujniki rezystancyjne:	0÷400Ω
Pt100/1.385 (PN83)	-100÷850 °C
Pt100/1.392 (IPTS68)	-100÷850 °C
Ni100/1.617 (PN83)	-60÷180 °C
Cu100/1.426 (PN83)	-50÷180 °C
prąd polaryzacji czujnika	ok. 300 μA
wpływ przewodów doprowadzających	< 0.001 %/Ω
maksymalna rezystancja przewodów	50 Ω
termoelementy:	-5÷70mV
B	200÷1820 °C
C	0÷2300 °C
E	-100÷1000 °C
J	-100÷1200 °C
K	-100÷1370 °C
N	0÷1300 °C
T	-100÷400 °C
R	0÷1700 °C
S	0÷1700 °C
prąd wejściowy	10 nA

<b>Wyjście:</b>	prąd wyjściowy	4÷20 mA
	spadek napięcia na wyjściu	10÷36V (T1249) 15÷36V (T1247)

**Maksymalne wartości parametrów:**

napięcie na zaciskach wejściowych	30 V
prąd wyjściowy (ograniczenie wewn.)	25 mA
napięcie na zaciskach wyjściowych	100 V

**Przetwornik T1239**

<b>Wejście:</b>	napięcie	-11÷11 V
		rezystancja wewn. >1 MΩ
	prąd:	-22÷22 mA
		rezystancja wewn. < 60 Ω

<b>Wyjście:</b>	prąd wyjściowy	4÷20 mA
	spadek napięcia na wyjściu	10÷36V

**Maksymalne wartości parametrów:**

napięcie na zaciskach wejściowych	36 V
prąd wejściowy (ograniczenie wewn.)	100 mA
prąd wyjściowy (ograniczenie wewn.)	25 mA
napięcie na zaciskach wyjściowych	100 V

**Moduł wyjścia T1220**

<b>Wyjście:</b>	prąd wyjściowy	4÷20 mA
	spadek napięcia na wyjściu	9÷36V

**Maksymalne wartości parametrów:**

prąd wyjściowy (ograniczenie wewn.)	25 mA
napięcie na zaciskach wyjściowych	100 V

**Ogólne parametry techniczne (wspólne dla przetworników programowalnych):**

<b>Klasa dokładności:</b>	0.05
<b>Napięcie probiercze izolacji:</b>	2 kV
maksymalny błąd liniowości	0.02 %
rozdzielczość wyjścia	0.5 $\mu$ A
zawartość szumów	< 10 $\mu$ A
współczynnik temperaturowy	50ppm/°C
czas nagrzewania	5 min
zakres temperatur pracy	0÷50 °C
zakres temperatur przechowywania	-40÷80 °C
wilgotność względna otoczenia	30÷75 %
ciśnienie atmosferyczne	1000±200 hPa
zewnętrzne pole magnetyczne	0÷400 A/m
pozycja pracy	dowolna
zapylenie	nieznaczne
obudowa:	
wymiary (T1247)	22.5×79×85.5mm
wymiary (T1220, T1239, T1249)	12.5×99×114mm
stopień ochrony	IP 40

## 3. KONFIGURACJA PRZETWORNIKA

Przetworniki serii T1200 konfiguruje się po połączeniu ich z portem szeregowym RS232 komputera - za pomocą adaptera T1201, lub z portem USB - za pomocą adaptera T1205 lub T1206. Adapter jest zakończony z jednej strony 9-cio stykowym złączem szufladowym (lub złączem USB dla T1205 i T1206), a od strony przetwornika wtykiem typu Jack.

Do konfiguracji służy program pracujący w środowisku Windows o nazwie 'PROGRAMATOR.exe' lub 'T1200.exe'. Najnowszą wersję programu można pobrać z naszej strony internetowej: [www.cciba.pl](http://www.cciba.pl) na stronie Oferta/Akcesoria i programy.

Konfiguracja zostanie omówiona na przykładzie przetwornika T1249.

### 3.1. Instalacja i uruchomienie

Program nie wymaga specjalnych zabiegów przy instalacji. Wystarczy przepisać zawartość dysku CD, lub rozpakować plik pobrany z naszej strony internetowej do nowego katalogu i to wszystko. Dla własnej wygody można umieścić skrót do głównego programu (Programator.exe) na pulpicie Windows.

Jedynym wymaganiem sprzętowym sprządza się do posiadania wolnego gniazda łącza RS232 lub USB w komputerze.

Program działa zarówno z podłączonym przetwornikiem, jak i bez niego, choć w ostatnim przypadku nie wszystkie opcje będą aktywne. Przy pierwszym uruchomieniu programu należy sprawdzić wybór portu szeregowego (domyślnym jest COM1). Jeśli port nie będzie dostępny (może istnieć, ale być zajęty przez inny program), pojawi się okno wyboru z listą dostępnych portów szeregowych. Numer portu można zmienić w dowolnym czasie po uruchomieniu programu wybierając *Opcje/Komunikacja* (lub klikając na ikonę z rysunkiem komputera).

### 3.2. Obsługa programu

Nasi programiści dołożyli wszelkich starań, aby program był łatwy w użyciu i nie wymagał szczegółowej instrukcji, ale, w razie wątpliwości, proszę przejrzeć poniższe uwagi.

'Programator' pracuje w środowisku Windows i tworząc ten program wykorzystano możliwości 'okienek'. Oprócz myszki można używać skrótów klawiaturowych (wymieniane obok opcji menu), klawisza **TAB** przy przechodzeniu do kolejnych pól edycyjnych lub przycisków, klawiszy strzałek, oraz **PgUp** i **PgDn** do regulacji zera i wzmocnienia. Klawiszem **Esc** można opuścić okienko wymagające podania hasła. Do szybkiego wyjścia z programu można użyć klawisza funkcyjnego **F10**.

Opcja **Widok** w menu głównym pozwala zmienić wygląd programu. Pasek zadań zawiera ikony ułatwiające korzystanie z programu. Pasek statusu zawiera pole komunikatów określających stan programu, oraz pole wskazujące stan komunikacji z przetwornikiem. Wyłączenie tych pasków raczej nie ułatwi pracy użytkownikowi, ale taka możliwość istnieje. Przydatną opcją jest natomiast **Tylko monitor** - ograniczenie okna programu do pól wyświetlających mierzoną wielkość (temperaturę) i prąd wyjściowy.

Poniższy rysunek przedstawia główne okno programu po zapisie parametrów do pamięci przetwornika.

The screenshot shows the main configuration window of the 'Programator' software. The window title is 'T1249 - D:\Bez\_nazwy.par'. The menu bar includes 'Plik', 'Konfiguracja', 'Widok', 'Opcje', and 'Pomoc'. The toolbar contains icons for file operations and settings. The main area is divided into several sections:

- Typ czujnika:** Pt100 (0.00385), 4-przewodowy, linearyzacja. A 'Wybierz' button is present.
- Parametry:**
  - Zakres:** Minimum: -30.0 °C, Maksimum: 70.0 °C. Range: -100.0 .. 850.0.
  - Korekty użytkownika:** zero: 0.00%, wzmocnienie: 0.00%.
  - Filtr sygnału:** Zakres (0-25%): 0.1, Stała czasowa (0-50s): 3.4. A 'Dobierz' button is present.
  - Granica błędów grubych (0-100%):** 2.
  - Filtr sieciowy:** 50Hz.
  - Reakcja na uszkodzenie czujnika:** > 20mA.
- Informacje:**
  - Identyfikator: KJF 56 DGF
  - Nr seryjny: 7001
  - Data konfiguracji: 09.07.2017
  - Inne: Temperatura otoczenia - pomieszczenie M12
- Pomiar:** 24.54 °C
- Wyjście:** 12.73 mA

At the bottom, there are buttons for 'Komplet informacji' and 'NUM'.



Wyjątkowo praktyczną opcją jest **Wykres** mierzonej wartości z możliwością porównania poziomu szumów i nastawionych progów filtru cyfrowego. Można też uaktywnić zapis pomiarów do pliku tekstowego (*Plik/Zapisuj wyniki*) z częstością określoną przez parametr **Interwał** (0÷99s, gdzie zero oznacza najwyższą możliwą częstość zapisu: 5 pomiarów/s).

Uwaga ogólna: najeżdżając myszką na ikonę, lub wybrane aktywne pole okna programu można uzyskać podpowiedzi – wystarczy chwilę odczekać.

### 3.3. Komunikacja z przetwornikiem

Po połączeniu przetwornika z wybranym (i znanym programowi) portem szeregowym RS232 lub USB komputera za pomocą adaptera można odczytywać i zapisywać parametry konfiguracyjne wybierając opcje *Konfiguracja/Ustawienia/Odczyt(Zapis)* lub klikając na ikony z otwartą książką (odczyt) lub kartką i ołówkiem (zapis). Zawsze lepiej jest najpierw odczytać bieżącą konfigurację z przetwornika, a następnie poprawić niezbędne parametry - unikniemy w ten sposób pomyłek w wyborze przetwornika, który mógł już wcześniej zostać zaprogramowany. Aby dołączyć lub odłączyć przetwornik od adaptera nie ma potrzeby wychodzić z programu - nie należy jedynie przerywać komunikacji z przetwornikiem podczas zapisu lub odczytu parametrów.

Wybierając *Opcje/Komunikacja* (lub klikając na ikonę z rysunkiem komputera) można przejrzeć dostępne porty komunikacyjne i wybrać właściwy. Możliwa jest praca z kilkoma przetwornikami podłączonymi do różnych portów - po przełączeniu portu program nawiąże komunikację z kolejnym przetwornikiem. Można też uruchomić kilka instancji programu – każdy współpracujący z innym portem. Numer portu (oraz inne parametry, np. pozycja okna programu na ekranie) jest zapisywany w pliku konfiguracyjnym podczas zamykania programu - przy ponownym uruchomieniu program będzie korzystał z ostatnio używanego portu.

Po nawiązaniu komunikacji z przetwornikiem (program dokonuje tego automatycznie po podłączeniu przetwornika) w dolnych oknach ‘Pomiar’ i ‘Wyjście’ pojawią się aktualne wartości (zakładając, że przetwornik jest połączony z czujnikiem). Nie jest konieczne podłączanie wyjściowej pętli prądowej dla obserwacji zachowania wejścia.

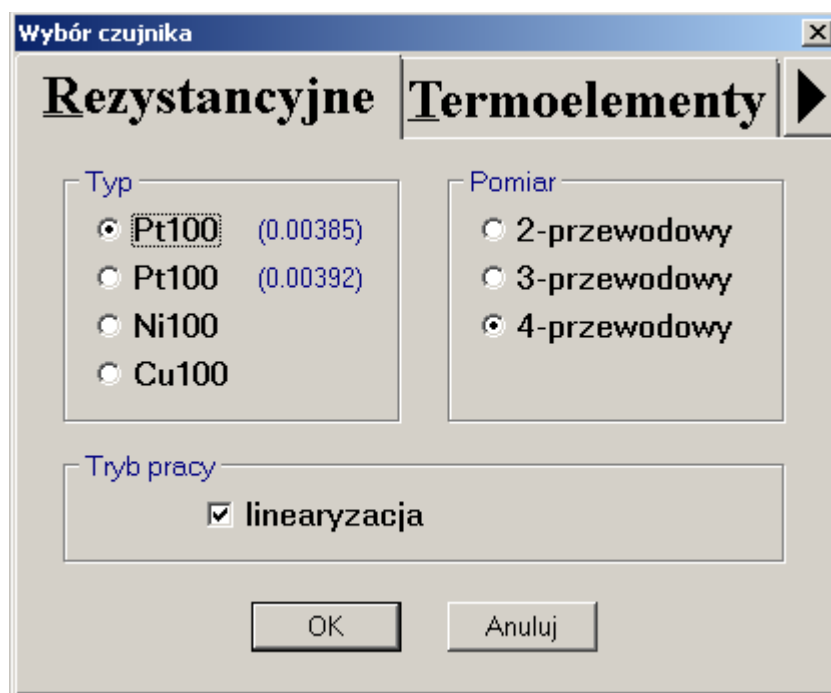
Zaznaczenie opcji *Autoodczyt* powoduje, że program automatycznie odczyta wszystkie parametry przetwornika po każdorazowym podłączeniu.

### 3.4. Wybór czujnika i określenie parametrów

Do wyboru typu czujnika i sposobu pomiaru służy opcja *Konfiguracja /Czujniki* lub duży przycisk **Wybierz**. Pojawi się nowe okno pozwalające na określenie typu czujnika, sposobu pomiaru i trybu pracy. Jeśli do komputera nie jest podłączony żaden przetwornik, to program najpierw wyświetli okno wyboru typu przetwornika.

Jeśli wybranym czujnikiem jest termoelement, to, przy pracy z zewnętrzną spoiną odniesienia, pojawi się pytanie o jej temperaturę.

**Uwaga:** *Jeżeli z jakiegoś powodu użytkownik nie będzie korzystał z linearyzacji charakterystyki czujnika, musi się liczyć z tym, że wskazywana temperatura nie będzie wartością rzeczywistą, a jedynie proporcjonalną do sygnału wejściowego i odniesioną do zakresu pomiarowego.*



(Przetwornik może również zostać skonfigurowany do pomiaru rezystancji lub napięcia – po kliknięciu na zakładkę w górnym prawym rogu (►) pojawi się następny ekran umożliwiający wybór odpowiedniej opcji.) Po zaakceptowaniu wyboru czujnika przyciskiem **OK**, należy określić parametry konfiguracyjne, takie jak: minimum i maksimum zakresu pomiarowego (po prawej stronie podane są wartości graniczne), zakres i stałą czasową filtru sygnału, próg eliminacji błędów grubych, sposób reakcji na uszkodzenie czujnika, oraz częstotliwość sieci energetycznej

(równej w naszym kraju 50Hz). Program weryfikuje zakres pomiarowy i nie zezwoli na przekroczenie wartości granicznych, jak również na zbyt wąski zakres pomiaru.

Parametry filtra sygnału (opisane w rozdziale poświęconym zasadzie działania przetwornika) może wyliczyć sam program, po naciśnięciu klawisza **Dobierz**. Będą to jednak minimalne wartości odpowiadające typowi czujnika i zakresowi pomiarowemu. Właściwe wartości należy dobrać kierując się bezwładnością cieplną obiektu, którego temperatura podlega pomiarowi i wielkością zakłóceń obecnych w otoczeniu. Zamiast stosować zbyt krótką stałą czasową filtra prowadzącą do przedostawania się zakłóceń na wyjście, zawsze lepiej jest skorzystać z możliwości jaką daje określenie zakresu filtracji, czyli uzyskanie praktycznie natychmiastowej odpowiedzi na szybkie zmiany temperatury, przy zachowaniu stabilności wyjścia gdy temperatura zmienia się powoli.

Zakresy możliwych wartości parametrów filtra sygnału:

- stała czasowa: 0÷40s,
- zakres filtracji: 0÷25%,
- próg błędów grubych: 0÷100%.

Należy pamiętać, że zakres filtracji i próg eliminacji błędów grubych wyrażone w procentach zakresu pomiarowego, odpowiadają zmianie sygnału pomiędzy kolejnymi cyklami pomiarowymi, czyli w ciągu ok. 0.2s.

Próg eliminacji błędów grubych w zasadzie nie powinien być niższy niż pięciokrotność zakresu filtracji. Zbyt niska wartość tego progu (poniżej poziomu szumów) spowoduje ‘czkawkę’ objawiającą się zatrzymywaniem wyjścia na poprzednim poziomie przedzielonym przeskokami do nowych wartości. Dobrym sposobem postępowania przy doborze parametrów filtra jest obserwacja zmian temperatury bezpośrednio na obiekcie korzystając z opcji **Wykres** w menu *Widok*.

Pola w obszarze ‘Informacje’ mogą być dowolnie wypełnione przez użytkownika. Ich zawartość zostanie zapisana w pamięci nieulotnej przetwornika i będzie mogła być później odczytana wraz z parametrami konfiguracyjnymi przetwornika.

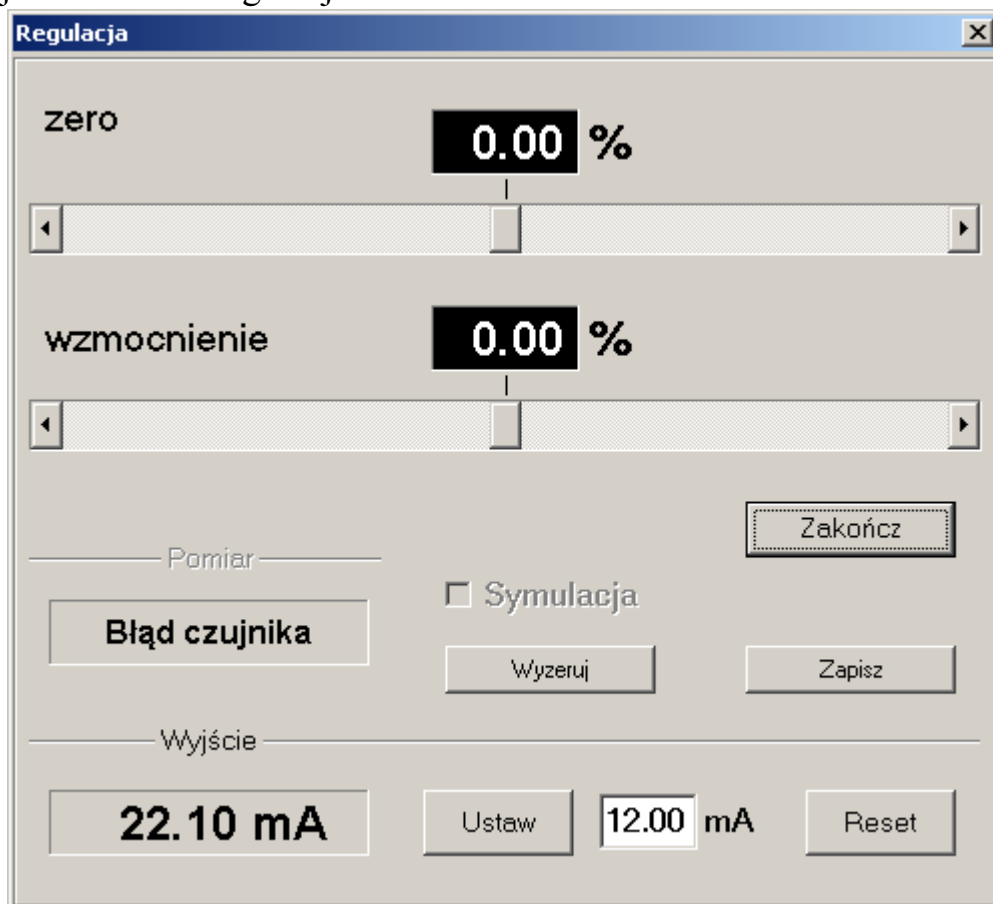
### 3.5. Regulacja zera i wzmocnienia

Dysponując czujnikiem podłączonym do przetwornika, można zmienić wartości zera i wzmocnienia dopasowując reakcję przetwornika do tego konkretnego czujnika. Regulacji może dokonać jedynie osoba znająca hasło. Początkowym hasłem, po instalacji programu, jest wyraz 'ciba'. Hasło można zmienić w oknie *Opcje/Ogólne* podając najpierw stare hasło, a następnie wprowadzając nowe.

Do okna pozwalającego na regulację przechodzi się za pomocą opcji *Konfiguracja/Regulacja* lub klikając na ikonę ze śrubokrętem. Pojawi się wtedy okno z pytaniem o hasło.



Po podaniu prawidłowego hasła i naciśnięciu klawisza **ENTER**, program przejdzie do okna regulacji zera i wzmocnienia:



W oknach 'Pomiar' i 'Wyjście' pojawią się aktualne wartości. Do regulacji można użyć myszki - przeciągając odpowiedni uchwyt, lub klikając na strzałki (skok o  $\pm 0.01\%$ ), albo na pasek pomiędzy uchwytem a strzałką (skok o  $\pm 0.1\%$ ), jak również (po uaktywnieniu właściwego potencjometru np. klawiszem **TAB**) strzałek na klawiaturze lub klawiszy **PgUp**, **PgDn**. Po korekcji zera lub wzmocnienia, przyciskiem **Zapisz** można przesłać nowe nastawy do przetwornika. Wyświetlane wartości temperatury i prądu wyjściowego ulegną zmianie pozwalając na weryfikację poprawności wprowadzonych zmian. Program może również symulować reakcję przetwornika na regulację zera i wzmocnienia po zaznaczeniu pola **Symulacja**.

Po powrocie do głównego okna programu nowe poprawki zera i wzmocnienia będą widoczne na ekranie.

Okno regulacji można także wykorzystać do zmiany prądu wyjściowego niezależnie od wejścia. Na wysokości wskazywanego prądu wyjściowego znajduje się okno edycji, w którym można wpisać nową wartość prądu. Po kliknięciu na przycisk **Ustaw**, lub naciśnięciu klawisza **ENTER** prąd wyjściowy zmieni wartość na wpisaną. Brak powiązania z wejściem jest sygnalizowany przez wykrzyknik pojawiający się wraz ze wskazywaną wartością prądu. Aby przywrócić normalne działanie przetwornika, należy użyć przycisku **Reset**, lub opcji *Konfiguracja/Reset* w głównym oknie programu (istnieje też skrót klawiszowy *Ctrl-R*).

### 3.6. Linearyzacja charakterystyki

W celu linearyzacji charakterystyki przetwornika można posłużyć się własną tablicą. Program umożliwia odczyt tablicy zapisanej w pliku tekstowym w następującym formacie:

- linie komentarza (dowolna liczba) zaczynające się od jednego ze znaków: ; \* / "
- linie danych składające się z dwóch liczb: wyniku i wartości sygnału rozdzielonych spacją, średnikiem, lub znakiem tabulacji (kod ASCII 09). Spacje, poza rozdzielającymi liczby, są ignorowane.

Minimalna liczba elementów tabeli (punktów) wynosi 2, ale w przypadku charakterystyki termoelementu należy pamiętać o obszarze, w którym jest przybliżana temperatura spoiny odniesienia – w tym obszarze należy podać przynajmniej 10 punktów (optymalny zakres to  $-10\div 60^{\circ}\text{C}$ ). Nie ma

ograniczenia maksymalnej liczby punktów tabeli – bez względu na liczbę podanych punktów charakterystyki program konfiguracyjny oblicza najlepsze przybliżenie podanej krzywej przez 200 odcinków, których parametry zostaną przesłane do przetwornika.

*Przykład:*

```
; Charakterystyka przejściowa dla T1249,
; termopara typu C
;
; t [°C]   V [mV]
; +0      0.000
; +1      0.013
; +2      0.026
; +3      0.040
; +4      0.053
; +5      0.067
; . . .
```

Charakterystyka podana w tabeli musi być monotoniczna, tzn. wartości sygnału (druga kolumna) muszą narastać, podczas gdy wartości wynikowe (pierwsza kolumna) muszą narastać lub opadać.

W przetwornikach prądów i napięć (np. T1239) można też kształtować charakterystykę za pomocą szeregu potęgowego 8-go rzędu. Ze względu na szerokie możliwości jakie daje takie przybliżenie, przed zaakceptowaniem podanej charakterystyki program sprawdza jej poprawność – w tym zgodność z założeniem monotoniczności (podobnie jak dla tabeli).

### 3.7. Pliki i drukowanie

Wszystkie parametry przetwornika można przechować w pliku i odtworzyć na życzenie. Można je również wydrukować. Służą do tego opcje zawarte w menu **Plik** oraz trzy pierwsze ikony na pasku zadań. Nazwa aktualnego pliku pojawia się na tytułowym pasku głównego okna programu - obok typu przetwornika. Domyślna nazwa, jak się łatwo domyślić, to 'Bez\_nazwy'.

Przechowywanie parametrów przetwornika w zbiorze na dysku ma tę zaletę, że ułatwia seryjne programowanie wielu przetworników, lub odtworzenie właściwych wartości po dokonaniu nieumyślnych zmian.