



LAB-EL Elektronika Laboratoryjna
ul. Herbaciana 9, 05-816 Reguły
INTERNET: <http://www.label.pl/>
POCZTA: info@label.pl
TEL. (22) 753 61 30, FAX (22) 753 61 35

Regulator LB-474A3

Instrukcja użytkowania

Wersja dokumentu 3.1.1 sty 2022 — dotyczy regulatora z firmware 3.6

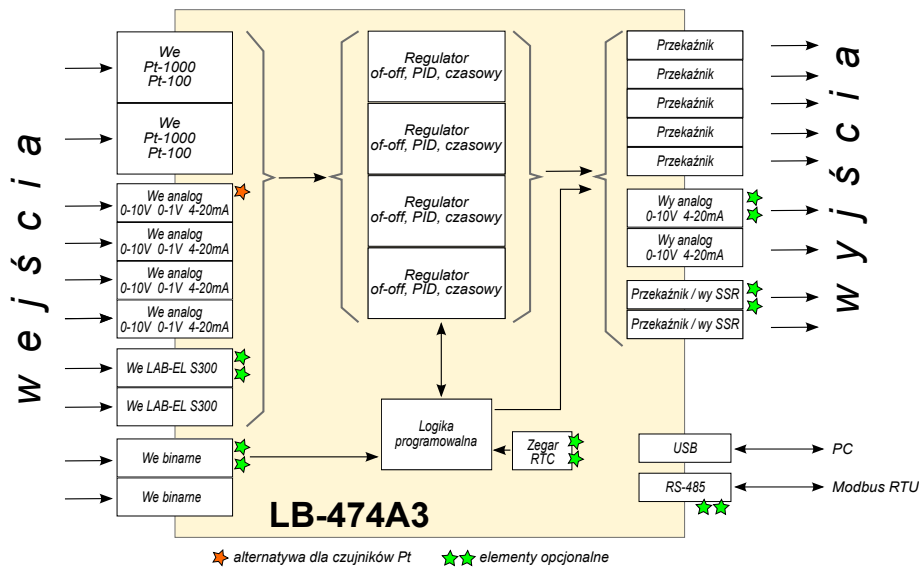
Nieustanny rozwój naszych produktów stwarza czasem konieczność wprowadzania zmian, które nie są opisane w niniejszej instrukcji.

Spis treści

1	Informacje wstępne	4
1.1	Program podstawowy	4
2	Wejścia analogowe	5
2.1	Termorezystory platynowe	5
2.2	Adiustacja i wzorcowanie sond	6
2.3	Wejścia napięciowe i prądowe	6
3	Menu	8
3.1	Grupy nastaw menu poziomu 1	9
4	Ustawienia wyświetlania	10
5	Konfiguracja wejść analogowych	10
5.1	Rodzaje wejść analogowych	10
5.2	Kalibracja wejść 4-20 mA	10
5.3	Zmienne użytkownika	11
5.4	Kalibracja użytkownika	11
6	Regulatory	13
6.1	Alarmowanie	14
6.2	Komparator PV – SP	14
6.3	Regulacja progowa (on-off)	14
6.4	Regulacja PID	17
6.5	Sekwencje czasowe	20
7	Wyjścia binarne	23
7.1	Konfiguracja wyjść binarnych z menu urządzenia	24
7.2	Kontrolki LED D1 i D2	25
8	Wyjścia i multiplexery analogowe	25
8.1	Wyjścia analogowe #1 i #2	25
8.2	Multiplexery #3 i #4	27
8.3	Stałe analogowe użytkownika	28

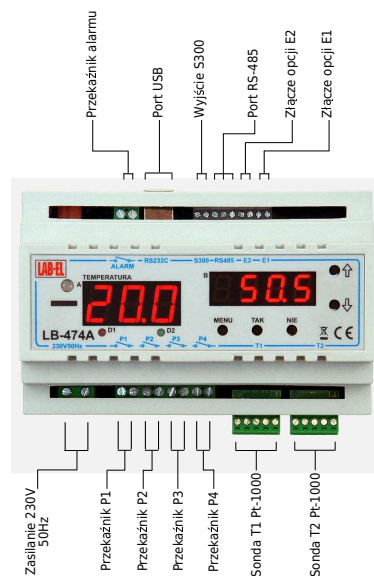
9 Logika programowalna	28
9.1 Wejścia binarne	29
9.2 Strefy regulacji	29
9.3 Binarne stałe użytkownika	30
10 Wejścia i wyjście S300	30
10.1 Wejścia S300	30
10.2 Wyjście S300	30
11 Sygnały	31
11.1 Sygnały binarne	31
11.2 Sygnały analogowe	32
12 Elementy opcjonalne	33
12.1 Sloty opcji	33
13 Dane techniczne	34
13.1 Interfejsy komunikacyjne	35
13.2 Obudowa	36
14 Komunikacja Modbus	37
15 Uwagi eksploatacyjne	40
15.1 Panel LB-474A3	40
15.2 Psychrometr	40
16 Sytuacje awaryjne	41
16.1 Sygnalizowane błędy	41
16.2 Naprawa błędu Err CN2	41

1 Informacje wstępne



Regulator LB-474A3 jest zintegrowanym urządzeniem realizującym funkcję pomiaru temperatury w dwóch punktach oraz sterowania urządzeniami wykonawczymi pozwalającymi utrzymywać określone parametry klimatu. Przyrząd może być wykorzystywany jako miernik temperatury i wilgotności po przyłączeniu psychrometru w miejsce sond temperaturowych. Sterownik umożliwia zdefiniowanie do czterech torów regulacji.

W układzie przewidziano możliwość rozbudowy o dodatkowe moduły wejść i wyjść.



Rysunek 1: LB-474A3 – punkty wejść i wyjść

1.1 Program podstawowy

Do obsługi regulatora przewidziany jest program PC *ws474.exe*. Jest to program podstawowy, można korzystać z niego w ramach zakupu regulatora. Program pracuje w systemach Windows i pozwala dokonać nastaw

konfiguracyjnych. Program wykorzystuje port USB do łączności z regulatorem. Aby uaktywnić komunikację na porcie USB należy ustawić w regulatorze parametr **SEt** > **buS** na wartość 0 (patrz obsługa menu, pkt 3).

Program podstawowy można pobrać ze strony producenta www.label.pl z działu *Oprogramowanie*.

Poza programem podstawowym LAB-EL oferuje zaawansowany program LBX realizujący funkcje systemu SCADA.

2 Wejścia analogowe

Standardowe wyposażenie sterownika obejmuje układ pomiarowy rezystancji i napięcia pozwalający na obsługę termorezystorów platynowych Pt-1000 oraz Pt-100, a w alternatywnej konfiguracji pomiar napięcia wejściowego w zakresie 0...10V. Moduł pomiarowy jest kalibrowany przez producenta w 8 zakresach rezystancji, co wpływa na wysoką zgodność wyniku pomiaru z charakterystykami standardowych czujników platynowych zgodnie z IEC 751.

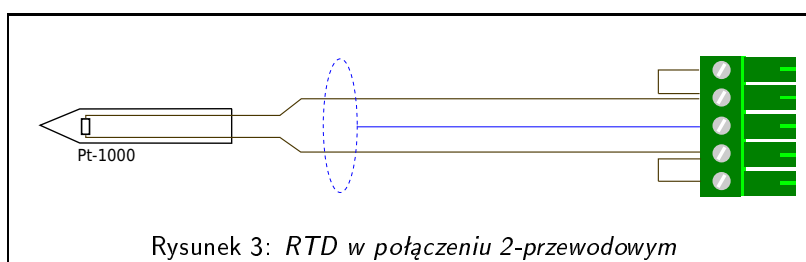
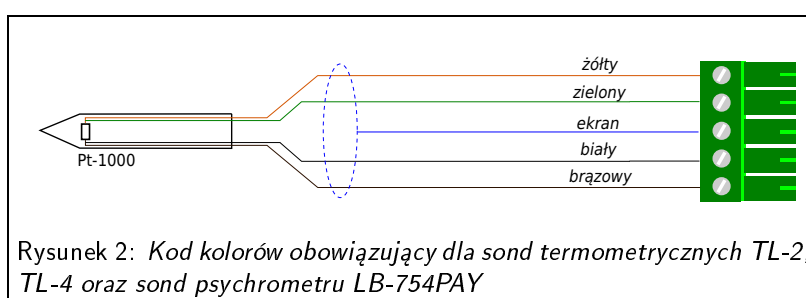
2.1 Termorezystory platynowe

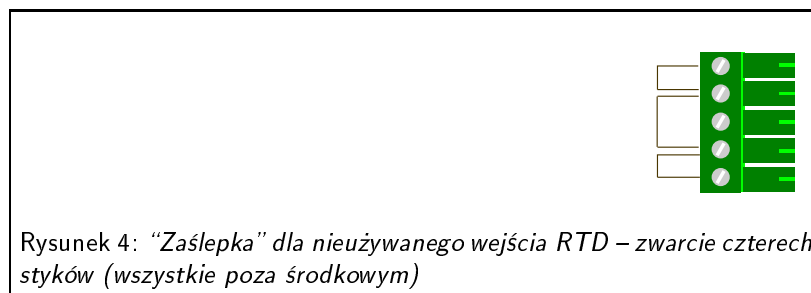
Podstawowa konfiguracja pozwala na podłączenie dwóch termorezystorów (RTD). Pięciostykowe zaciski T1 i T2 przeznaczone są do połączeń w schemacie 4-przewodowym z dodatkowym zaciskiem dla ekranu kabla sondy (rys. 2). Dla połączeń 2-przewodowych należy wykonać we wtyczce sondy połączenia zgodnie ze schematem rys. 3. Przez RTD przepływa prąd pomiarowy 200 μ A.

Przyrząd obsługuje sondy Pt-1000 i Pt-100, możliwe jest ich mieszanie (Pt-1000 + Pt-100). Możliwa jest również praca z jedną sondą, wtedy w złączu drugiej należy wykonać zwarcie, zgodnie z rys. 4.

Typ sond należy dobrać zgodnie z warunkami ich pracy. LAB-EL oferuje sondy pracujące w różnych zakresach temperatury i do różnych zastosowań – <http://www.label.pl/po/czujnik.html>. Podstawowe typy to TL-2 i TL-4.

W ofercie LAB-EL występuje również psychrometr LB-754PAY. Termometr suchy przyłącza się do wejścia T1, mokry do wejścia T2.





2.2 Adiustacja i wzorcowanie sond

Regulator LB-474A3 jest wyposażony w precyzyjny układ pomiaru rezystancji czujników platynowych i pozwala na pomiar temperatury z niepewnością $0,1^{\circ}\text{C}$. Aby mierzyć temperaturę z taką niepewnością należy zastosować czujniki platynowe wysokiej klasy i dodatkowo przeprowadzić adiustację czujników. LAB-EL prowadzi Laboratorium Wzorcujące akredytowane przez PCA i na zamówienie klienta może przeprowadzić adiustację oraz wzorcowanie regulatora LB-474A3 z wysylnicjonowanymi sondami. Po wzorcowaniu wystawiane jest świadectwo wzorcowania. Dane adiustacyjne sond są zapisywane w regulatorze i po takiej operacji musi on pracować tylko jako zestaw wraz z sondami, które były adiustowane.

2.3 Wejścia napięciowe i prądowe

Alternatywna konfiguracja wejść pozwala na wprowadzenie do regulatora 4 wejściowych sygnałów analogowych. Przewidziane zakresy pomiaru to $0 \dots 10\text{V}$, $0 \dots 1\text{V}$ oraz $4 \dots 20\text{mA}$. Pomiar prądu dokonuje się faktycznie jako pomiar spadku napięcia na rezystorze o wartości $22\ \Omega$. Wejścia analogowe nie są galwanicznie separowane od układu regulatora.

Wejścia analogowe mają zapisaną w pamięci urządzenia kalibrację producenta wprowadzoną dla każdego zakresu każdego kanału. W przypadku wykorzystywania wejścia $4\text{-}20\text{mA}$ użytkownik ma możliwość wprowadzenia korekty ze względu na faktyczną wartość użytego rezystora pomiarowego.

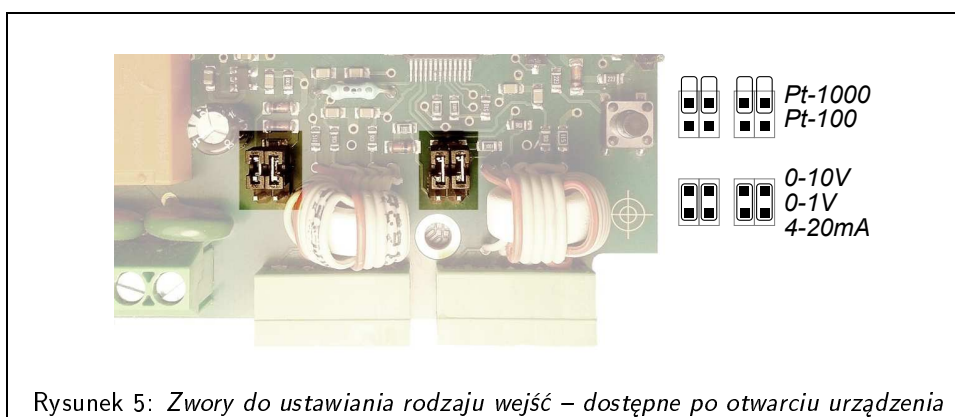
Aby przełączyć konfigurację miernika z wejść rezystancyjnych na napięciowe należy przełączyć stan 4 zworek wewnątrz urządzenia z pozycji Pt-1000 (zworki otwarte) na pozycję $0\text{-}10\text{V}$ (zworki zamknięte) — patrz rys. 5. Decydując się na konfigurację (pomiar rezystancji albo napięcia) należy przełączyć stan wszystkich zwró, nie można łączyć pomiarów rezystancyjnych z napięciowymi.



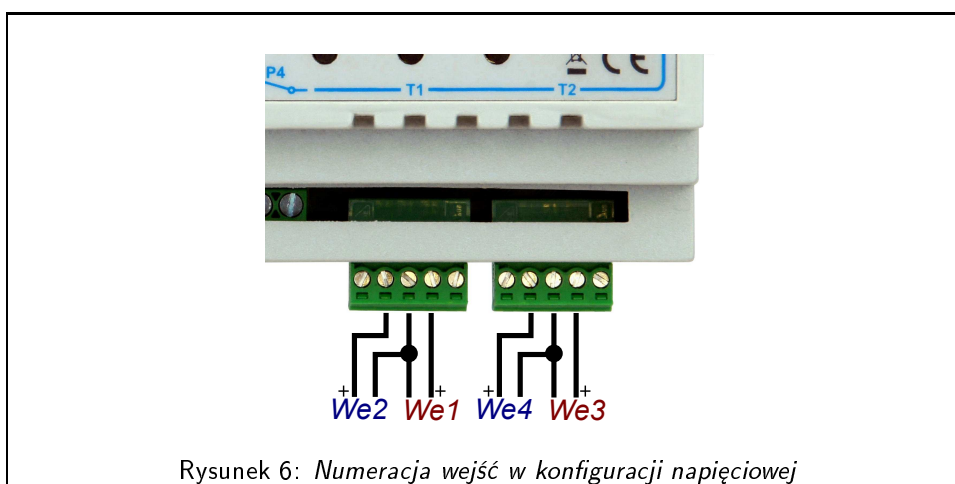
Ze względów bezpieczeństwa operacje wewnątrz obudowy urządzenia muszą odbywać się przy odłączonym zasilaniu regulatora *LB-474A3*, odłączonych przewodach zasilających regulator, odłączonym zasilaniu wszelkich urządzeń wykonawczych sterowanych przez regulator *LB-474A3*, odłączonych przewodach tych urządzeń wykonawczych.

Jeśli zmiana konfiguracji dokonywana jest w regulatorze już zainstalowanym, to wszelkie operacje związane odłączaniem urządzeń wykonawczych, i z deinstalacją regulatora powinna wykonywać osoba uprawniona w zakresie instalacji elektrycznych.

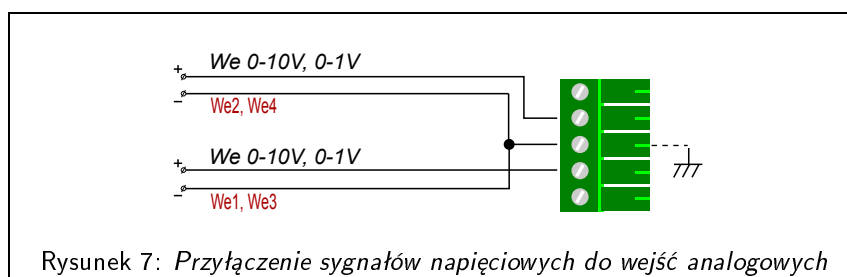
Ze względu na konieczność ingerencji wewnątrz urządzenia, jeśli zmiana konfiguracji ma nastąpić w okresie gwarancyjnym, powinien jej dokonać serwis producenta. Otwieranie obudowy przez osoby spoza serwisu LAB-EL kończą ochronę gwarancyjną. Regulator może zostać zamówiony w konfiguracji napięciowej.



W konfiguracji napięciowej do złącza T1 doprowadza się sygnały wejść analogowych We1 i We2, natomiast do złącza T2 doprowadza się sygnały wejść analogowych We3 i We4.

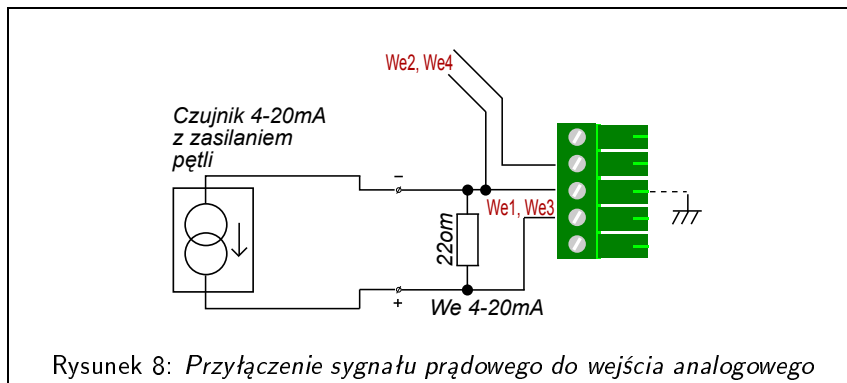


Sygnały mają wspólny zacisk masy (minus) i jest to środkowy zacisk w obu wtyczkach. Na rys. 7 przedstawiono schematycznie sposób doprowadzenia sygnałów napięciowych do zacisków wtyczki.



Pomiar sygnału prądowego 4-20 mA wymaga dołączenia szeregowego rezystora pomiarowego na którym odłoży się napięcie proporcjonalne do prądu płynącego w pętli. Nominalnie rezystor powinien charakteryzować się oporem 22 Ω . Istotna jest również wysoka stabilność temperaturowa rezystora. Dokładnej kalibracji, uwzględniającej rzeczywisty opór rezystora pomiarowego, można dokonać na obiekcie przez dobór parametru kalibracji użytkownika dla wejścia prądowego 4-20 mA.

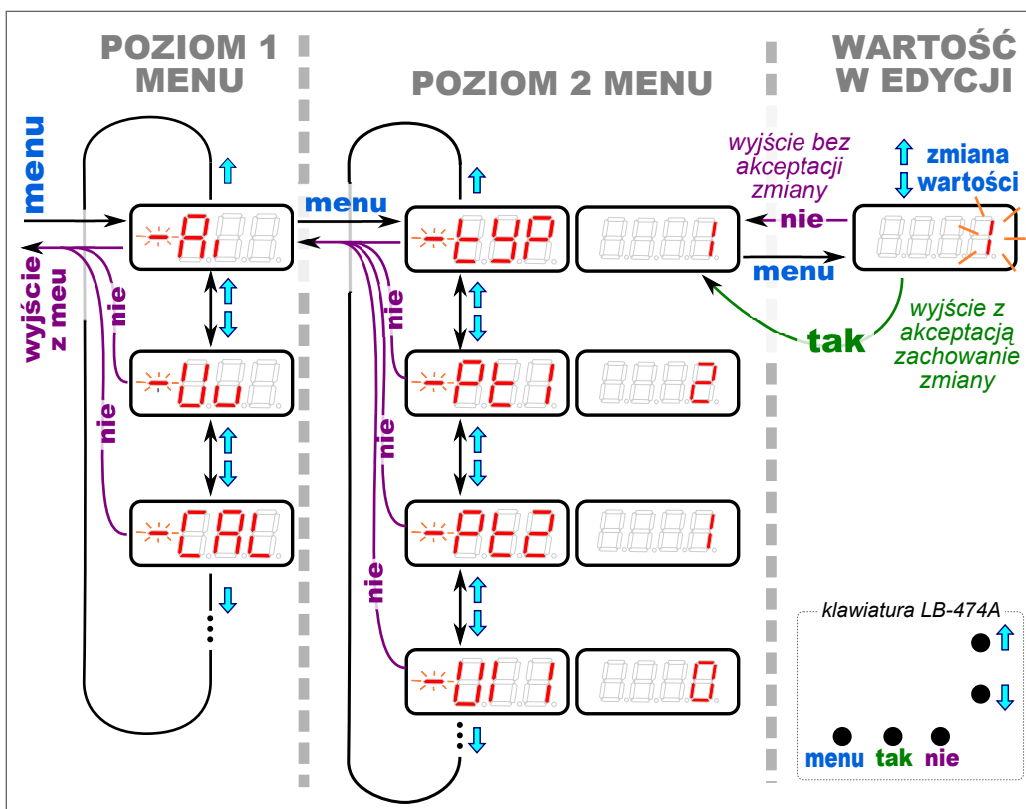
Rys. 8 przedstawia sposób łączenia pętli 4-20 mA do wejścia regulatora. Zazwyczaj w takim układzie wymagane jest jeszcze dodanie szeregowo zasilacza, ostateczny układ zależy jednak od rodzaju urządzenia nadającego sygnał 4-20 mA i należy zapoznać się z jego dokumentacją.



3 Menu

Menu urządzenia jest, obok programu PC *ws474.exe*, jednym z dwóch narzędzi konfiguracyjnych. Wejście w menu następuje po wciśnięciu klawisza **MENU**. Bezpośrednio po wejściu wyświetlana jest pierwsza pozycja menu poziomu 1. Aktywność menu jest sygnalizowana mrugającym dodatkowym minusem przed wyświetlaczem A.

Poziom 1 menu zawiera grupy nastaw oznaczone symbolicznie na dużym wyświetlaczu. Wciskając klawisze **↓** bądź **↑** przechodzi się do kolejnych pozycji poziomu 1. Wciśnięcie klawisza **MENU** spowoduje przejście do wybranej grupy poziomu 2 menu. Aby wyjść z poziomu 1 do wyświetlania wyników pomiarów należy wcisnąć klawisz **NIE**.



Na poziomie 2, podobnie jak grupy na poziomie 1, można przeglądać dostępne parametry i ich aktualne wartości, operując klawiszami **↓** i **↑** przechodzi się wzdłuż listy parametrów wybranej grupy. Wciśnięcie klawisza

MENU powoduje przejście w tryb edycji parametru. Aby wyjść z poziomu 2 ponownie do poziomu 1 należy wcisnąć klawisz **NIE**.

Po wejściu do edycji parametru jego wartość zaczyna mrugać na wyświetlaczu B. Klawisze **↓** i **↑** służą do zmiany wartości. Przyciśnięcie i przytrzymanie klawisza spowoduje po chwili przyspieszenie zmian – wartości będą się zmniejszać, bądź zwiększać o 10. Wciśnięcie klawisza **TAK** powoduje zaakceptowanie nowej wartości i powrót do menu poziomu 2. Powrót do poziomu 2 bez zaakceptowania zmiany następuje po wciśnięciu klawisza **NIE**.

Istnieje pewna grupa parametrów zapisywanych w regulatorze w formacie zmiennoprzecinkowym (ZP). Dla tych wartości podczas edycji klawisz **MENU** przesuwa pozycję kropki dziesiętnej. Np. wciśnięcie klawisza **MENU** dla wartości **3567**. przesunie kropkę o 1 pozycję w lewo i parametr przyjmie wartość **356.7**. Sukcesywne wciskanie tego klawisza spowoduje zmiany w cyklu: **3567**. ▷ **356.7** ▷ **35.67** ▷ **3.567** ▷ **3567**. ▷ ...

Regulator LB-474A3 pozostawiony z włączonym menu wyjdzie do wyświetlania wyników po 60 s nieaktywności użytkownika.

3.1 Grupy nastaw menu poziomu 1



- **(Ai)** Nastawy związane z wejściami analogowymi. Wybór typu pomiarów, zakresów sygnałów wejściowych i kalibracji użytego rezystora pomiarowego dla wejść 4-20 mA.



- **(Uu)** Współczynniki pozwalające przeliczyć wynik pomiaru z wejść napięciowych i prądowych (wyrażone w V i mA) na zmienne użytkownika wyrażone np. w jednostkach naturalnych.



- **(CAL)** Współczynniki kalibracji użytkownika dla pomiarów temperatur czujników platynowych i wilgotności wyliczanej dla psychrometru.



- **(bo)** Ustawienia związane z wyjściami binarnymi (przełącznikami oraz opcjonalnymi wyjściami OC).



- **(Ao)** Ustawienia wyjść analogowych oraz multiplexerów analogowych.



- **(LOG)** Konfiguracja programowalnych bramek logicznych.



- **(ti)** Ustawianie początku i końca nocnej strefy regulacji oraz nastawy zegara RTC



- **(Uc)** Wartości stałych analogowych i binarnych użytkownika



- **(SEt)** Ustawienia dotyczące wyświetlania, komunikacji i inne ...



- **(rc)** Nastawa trybów regulacji oraz zmiennych wejściowych regulatorów



- **(r1-r4)** Parametry pracy regulatorów

4 Ustawienia wyświetlania

Wyświetlacze **A** oraz **B** mogą wyświetlać dowolną mierzoną przez urządzenie wielkość. Użytkownik ma możliwość zaprogramowania wyświetlaczy.

		dPA	0...21	0 - wyświetlanie wyłączone ; 1...21 - wielkości zgodnie z tablicą sygnałów analogowych (pkt 11.2)
		dPb	0...21	0 - wyświetlanie wyłączone ; 1...21 - wielkości zgodnie z tablicą sygnałów analogowych (pkt 11.2)
Program ws474.exe: Ustawienia>Komunikacja>Wyświetlacz A B				

5 Konfiguracja wejść analogowych

5.1 Rodzaje wejść analogowych

		tYP	0...2	Typ pomiarów modułu wejść analogowych: 0 - moduł pomiarów analogowych wyłączony ; 1 - pomiary rezystancji (Pt) ; 2 - pomiary napięcia i prądu (U/I)
		Pt1	0...2	Dla pomiaru rezystancyjnego, wybór rodzaju czujnika temperatury T1: 0 - brak czujnika, pomiar wyłączony ; 1 - Pt-1000 ; 2 - Pt-100
		Pt2	0...2	j.w. dla kanału T2
		UI1	0...3	Dla pomiaru napięciowego, wybór zakresu pomiarowego dla We1: 0 - pomiar wyłączony ; 1 - zakres 0...10V ; 2 - zakres 0...1V ; 3 - zakres 4...20 mA ;
		UI2	0...3	j.w. dla We2
		UI3	0...3	j.w. dla We3
		UI4	0...3	j.w. dla We4
Program ws474.exe: Ustawienia>Wejścia analogowe>Rodzaj we analogowych				

5.2 Kalibracja wejść 4-20 mA

		iC1	0.000...1.999	Współczynnik kalibracji We1 przy pomiarze prądu 4-20 mA. Domyślna wartość to 1.000, co odpowiada idealnej wartości rezystora pomiarowego 22 Ω. Przy zaniżonej wartości rezystancji pomiarowej należy współczynnik zmniejszyć i vice versa.
		iC2	0.000...1.999	j.w. dla We2
		iC3	0.000...1.999	j.w. dla We3
		iC4	0.000...1.999	j.w. dla We4
Program ws474.exe: Ustawienia>Wejścia analogowe>Kalibracja we 4-20mA				

5.3 Zmienne użytkownika

Parametry zmierzone przez wejścia analogowe w trybie napięciowym są dostępne w regulatorze jako zmienne do wyświetlenia oraz jako wartości wejściowe dla kanałów regulacji. Wartości te można przeskalować do innego zakresu, tak by odpowiadały jednostkom naturalnym, tworząc w ten sposób zmienną użytkownika.

Przykład: higrometr o zakresie pomiarowym 15...95 % wystawia sygnał 4...20 mA, wilgotności 15 % odpowiada prąd 4 mA, a wilgotności 95 % odpowiada prąd 20 mA. Bazując na zmiennej pomiarowej regulator LB-474A3 wyświetla wartości z zakresu 4...20. Użytkownik chcąc obserwować wartość wilgotności w jednostce naturalnej (tu są to % wilgotności) może zdefiniować zmienną użytkownika. Definicja zmiennej użytkownika polega na podaniu dwu skrajnych wartości w jednostkach naturalnych, odpowiadających skrajnym wartościom w jednostkach mierzonych. Dla opisanego przykładu należy podać $\underline{U}=15.0$ oraz $\overline{U}=95.0$.

		$\underline{U1}$	ZP	Dolna wartość zmiennej użytkownika w jednostkach naturalnych, odpowiadająca dolnej wartości zmiennej mierzonej na wejściu We1, napięciowym (0 V), bądź prądowym (4 mA).
		$\overline{U1}$	ZP	Górna wartość zmiennej użytkownika w jednostkach naturalnych, odpowiadająca górnej wartości zmiennej mierzonej na wejściu We1, napięciowym (10 V albo 1 V), bądź prądowym (20 mA).
		$\underline{U2}$	ZP	j. w. dla We2
		$\overline{U2}$	ZP	j. w. dla We2
		$\underline{U3}$	ZP	j. w. dla We3
		$\overline{U3}$	ZP	j. w. dla We3
		$\underline{U4}$	ZP	j. w. dla We4
		$\overline{U4}$	ZP	j. w. dla We4

Program ws474.exe: Ustawienia> Wejścia analogowe> Zmienne użytkownika

ZP - wartość zmiennoprzecinkowa w zakresie -9999...+9999.

5.4 Kalibracja użytkownika

Panel LB-474A3 może współpracować z dedykowanymi sondami Pt-1000, których parametry zostaną wpisane do panelu podczas kalibracji w laboratorium wzorcującym. Tego typu kalibracja zapewnia najlepszą dokładność pomiaru, ale dla podtrzymania wysokiej jakości wymagane są okresowe wzorcowania w warunkach laboratoryjnych.

Jeśli przyrząd nie został wywzorcowany dla dedykowanych sond, parametry kalibracyjne są ustalane dla standardowych sond Pt-100, umożliwiając tym samym współpracę z typowymi czujnikami bazującymi na Pt-1000 i Pt-100. W zależności od klasy zastosowanych czujników użytkownik może się spotkać z różnym stopniem odchylek od standardowej charakterystyki i wynikających z tego błędów pomiaru temperatury. LB-474A3 umożliwia kompensowanie tych błędów przez kalibrację wykonywaną w miejscu instalacji urządzenia.



5.4.1 Kalibracja temperatury

Aby skalibrować termometr należy dysponować termometrem wzorcowym. Termometr kalibrowany oraz wzorcowy muszą znajdować się w takiej samej temperaturze. Można wykorzystać ciecz o stabilnej temperaturze w której zanurzone zostaną oba termometry.



Sondy mogą być zanurzone w cieczy (wodzie) wyłącznie jeśli ich konstrukcja pozwala na to. Jeśli sondy nie są odporne na penetrację cieczą nie należy korzystać z opisanej tu metody.

W szczególności: jeśli sondy są wykonane jako czujnik w obudowie z rurki ze stali (np. typ TL-2), to nie należy zanurzać sondy głębiej niż odsłonięta metalowa część.

Należy przejść do menu urządzenia **CAL** i dalej wybrać albo **Ut1** dla kalibracji termometru T1, albo **Ut2** dla kalibracji termometru T2. Na wyświetlaczu B pojawi się wartość aktualnie mierzonej temperatury. Po wciśnięciu **MENU** przechodzi się w tryb edycji wartości temperatury. Należy sprowadzić wyświetlaną wartość temperatury do stanu zgodności z odczytem z termometru wzorcowego, posługując się klawiszami  i . Edycję należy zakończyć wciśnięciem klawisza **TAK**. Wciśnięcie klawisza **NIE** spowoduje rezygnację z wprowadzonej korekty. Podobną procedurę można przeprowadzić dla drugiego termometru.

Wykonanie tego typu kalibracji działa na zasadzie dodania bądź odjęcia pewnej wartości od wyniku temperatury obliczonego pierwotnie przez przyrząd. Wyznaczona wartość będzie zapamiętana i od tego momentu dodawana (odejmowana) od wyliczonej wartości temperatury. Należy zauważyć, że taki zabieg może poprawić dokładność wskazań temperatury dla wartości bliskich temperatury w której odbywała się kalibracja, z drugiej strony pogorszyć mogą się dokładności pomiaru dla temperatur w innych zakresach.

5.4.2 Kalibracja wilgotności (psychrometru)

Kalibracje psychrometru można przeprowadzić jedynie wtedy, gdy:

- sondy przyłączone do panelu są faktycznie psychrometrem
- sondy jako termometry są poprawnie skalibrowane
- temperatura na obu sondach jest dodatnia
- użytkownik posiada przyrząd wzorcowy, który pokazuje poprawną wilgotność względną
- kalibrowany psychrometr przebywa w stabilnych warunkach – wilgotność w trakcie kalibracji nie zmienia się
- wilgotność jest stosunkowo niska (różnica psychrometryczna pomiędzy T1 a T2 jest duża) – im wilgotność bliższa 100 %, tym przeprowadzona kalibracja użytkownika obarczona może być większym błędem.








Do wyznaczenia wartości wilgotności względnej, poza znajomością różnicy temperatur suchego i mokrego termometru, wykorzystywana jest stała psychrometryczna, której wartość uzależniona jest od konstrukcji samego psychrometru. W procesie kalibracji użytkownika przyrząd umożliwia edycję stałej psychrometrycznej tak aby dostosować ją do warunków pomiaru. Użytkownik decydując się na kalibrację stałej psychrometrycznej "przełącza się" na wykorzystywanie wpisanej przez siebie wartości, nie zamazując jednocześnie stałej wpisanej przez producenta, do której można wrócić.

Należy przejść do menu urządzenia **CAL**, dalej wybrać **rh** i przełączyć wartość tego parametru na 1. Ustawienie tej wartości na 1 spowoduje odblokowanie możliwości edycji stałej psychrometrycznej użytkownika i jednocześnie

jej wykorzystywanie od tej pory do obliczeń wilgotności. W drugim kroku należy przejść do podmenu **Orh** i wejść w tryb edycji klawiszem **TAK**. Na wyświetlaczu B miga wartość stałej psychrometrycznej użytkownika podlegającej edycji, a na wyświetlaczu A wartość wilgotności wyliczona przy wykorzystaniu edytowanej stałej. Należy tak dobrać wartość stałej aby wartość wilgotności pokryła się z wartością wskazywaną przez wzorzec. Stała psychrometryczna może być zmieniana w zakresie od 35.3 do 120.0 z krokiem 0.3.




Wartość domyślnej (fabrycznej) stałej psychrometrycznej może zostać przywrócona przez ustawienie parametru **rh** na 0.


5.4.3 Menu kalibracji

		Ut1		Kalibracja pierwszego toru temperatury T1. W trybie podglądu wyświetlana jest aktualna wartość T1, w trybie edycji możliwa zmiana wartości T1 poprzez dodanie bądź odjęcie pewnej wartości. Zmiana wartości T1 jest możliwa w zakresie od -9,99 do +9,99°C w stosunku do wartości obliczonej bez uwzględnienia kalibracji użytkownika.
		Ut2		j.w. dla kanału T2
		Ot1	-9.99...+9.99	Wartość parametru kalibracji użytkownika dla T1. Jest to wartość, która jest dodawana do wyniku zmierzonego pierwszej temperatury. Wartość ta jest obliczana w procesie kalibracji użytkownika. Zamiast kalibracji opisanej w pkt. 5.4.1 można w tym parametrze określić bezpośrednio żądane przesunięcie wartości temperatury.
		Ot2	-9.99...+9.99	j.w. dla kanału T2
		rh	0...1	Parametr określa czy ma zastosowanie: 0 - stała psychrometryczna wpisana fabrycznie ; 1 - stała użytkownika
		Orh	35.3...120.0	Wartość stałej psychrometrycznej użytkownika. Ta pozycja menu jest dostępna tylko wtedy, gdy w pozycji rh wybrano wartość 1.
Program <i>ws474.exe</i> : <i>Ustawienia</i> > <i>Wejścia analogowe</i> > <i>Kalibracja użytkownika</i>				

6 Regulatory

LB-474A3 prowadzi 4 kanały regulacji. Podstawowa konfiguracja kanałów regulacji jest dostępna w menu urządzenia **rc**, gdzie wybiera się typ regulacji, opcję (podtyp) regulacji oraz regulowaną zmienną wejściową (**PV**).

		ln1	0...21	Mierzona wielkość wejściowa PV która podlega regulacji. Celem regulacji jest doprowadzenie wielkości PV do wartości zadanej określonej nastawą SP . Jako wielkości PV mogą być przyjęte sygnały 0...21 z tabeli sygnałów analogowych (pkt 11.2).
		tY1	0...3	Typ regulacji: 0 - regulator wyłączony ; 1 - regulacja progowa (on-off) ; 2 - regulacja PID ; 3 - sekwencje czasowe

	OP1	0...3	Opcja (podtyp) regulacji – dostępne podtypy regulacji opisane będą poniżej, przy opisach typów regulacji.
...	ln2, tY2, OP2, ln3, tY3, OP3, ln4, tY4, OP4		Identyczne parametry konfiguracji dla pozostałych kanałów. Opisy j.w.
Program <i>ws474.exe</i> : <i>Ustawienia</i> > <i>Kanały regulacji</i>			

6.1 Alarmowanie

W każdym kanale regulacji, niezależnie od wybranego typu regulacji (poza regulatorami wyłączonymi) prowadzona jest kontrola wartości **PV** w stosunku do zdefiniowanych przez użytkownika progów alarmowych **AL** i **AH**. Alarmowanie prowadzone jest również w regulatorach typu **3** (sekwencje czasowe), pomimo że wartości **PV** oraz **SP** nie są w nich wykorzystywane do sterowania wyjściami. Aktywność progów alarmowania ustawia się parametrem **AA**, który pozwala na włączenie np. tylko alarmowania przy przekroczeniu w górę, bądź całkowite wyłączenie alarmowania dla danego kanału regulacji. Sygnały alarmowe ze wszystkich kanałów regulacji są sumowane i dostępne jako sygnał binarny (pkt 11.1). Sygnał alarmowy może np. sterować wyjściem binarnym (przełącznikiem) – patrz pkt 7.

6.2 Komparator PV – SP





Podobnie jak alarmowanie, dla każdego kanału regulacji (poza wyłączonymi) zdefiniowany jest komparator wartości **PV-SP**. Komparator porównuje wartości i gdy **PV** jest większe od **SP**, to dla danego kanału regulatora zostanie ustawiony sygnał binarny komparatora (pkt 11.1). Komparatory funkcjonują również dla kanałów regulacji typu **3**.

6.3 Regulacja progowa (on-off)

Prosty tryb regulacji konfigurowany jedynie wartościami progowymi, po przekroczeniu których następuje włączenie (*on*), bądź wyłączenie (*off*) sygnału kontrolującego urządzenie wykonawcze. Regulator progowy może sterować jednym albo dwoma wyjściowymi sygnałami regulacyjnymi. Sygnały regulacyjne kanału oznaczane są **A** (pierwszy) i **B** (drugi). W części opisującej konfigurację wyjść binarnych (pkt 7) wyjaśniono sposób przypisania przełączników do sygnałów **A** i **B**. Regulator progowy umożliwia zdefiniowanie histerezy przełączania.

6.3.1 Parametry pracy regulatora progowego

W menu urządzenia **r1...r4** zawarte są szczegółowe parametry pracy regulatora. Parametry opisano dla kanału **r1**, ale są identyczne również dla kanałów **r2...r4**.

		SP	ZP	Wartość zadana SP – punkt docelowy (pożądany) regulacji.
		SP2	ZP	Wartość zadana dla drugiej strefy regulacji (np. strefy <i>nocnej</i>) – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji (w menu urządzenia SEt , podmenu Str).
		h1A	ZP	Dla opcji 0 - histereza przełączania sygnału wyjściowego A . Dla opcji 1 i 2 - histereza włączania wyjścia A .

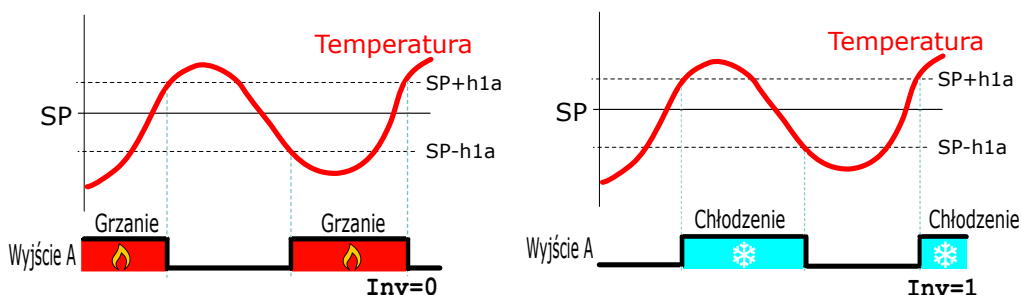
	h0A	ZP	Dla opcji 0 - niewykorzystany. Dla opcji 1 i 2 -histereza wyłączenia sygnału wyjściowego A .
	h1b	ZP	Dla opcji 0 - niewykorzystany. Dla opcji 1 i 2 -histereza włączania sygnału wyjściowego B .
	h0b	ZP	Dla opcji 0 - niewykorzystany. Dla opcji 1 i 2 -histereza wyłączenia sygnału wyjściowego B .
	Inv	0...1	Logika działania: 0 - logika wprost ; 1 -logika inwersyjna
	AA	0...3	Progi alarmowe: 0 - progi alarmowe wyłączone ; 1 - aktywny tylko dolny próg wartości AL ; 2 - aktywny tylko górny próg wartości AH ; 3 - aktywne oba progi AL i AH
	AL	ZP	Dolny próg wartości – jeśli PV osiągnie wartość niższą niż zdefiniowana tu wartość AL , to zgłoszony zostanie alarm.
	AL2	ZP	Wartość AL dla drugiej strefy regulacji – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji
	AH	ZP	Górny próg wartości – jeśli PV osiągnie wartość wyższą niż zdefiniowana tu wartość AH , to zgłoszony zostanie alarm.
	AH2	ZP	Wartość AH dla drugiej strefy regulacji – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji

ZP - wartość zmiennoprzecinkowa w zakresie -9999... +9999.

6.3.2 Opcja 0 - jedno urządzenie wykonawcze

Wykorzystywany jest tylko sygnał wyjściowy **A**. Jeśli wartość **PV** spadnie poniżej wartości **SP** pomniejszonej o wartość histerezy **h1a**, to sygnał wyjściowy **A** zostanie włączony i będzie aktywny do momentu kiedy **PV** podniesie się i przekroczy wartość zadaną **SP** powiększoną o histerezę **h1a**. Przy ustawionym parametrze **Inv** na wartość **1**, nastąpi odwrotna logika działania (działanie inwersyjne), t.j. sygnał **A** będzie włączany przy przekroczeniu **SP+h1a** w górę i wyłączany po spadku **PV** poniżej **SP-h1a**.

Przykładem działania wprost (**Inv = 0**) może być regulacja temperatury przy pomocy urządzenia grzejnego, natomiast działanie inwersyjne (**Inv = 1**) ma miejsce gdy urządzeniem wykonawczym jest agregat chłodniczy.



Rysunek 9: Regulacja progowa, opcja 0 – praca z jednym urządzeniem wykonawczym: po lewej praca z grzałką (**Inv = 0**), po prawej praca z agregatem chłodniczym (**Inv = 1**).

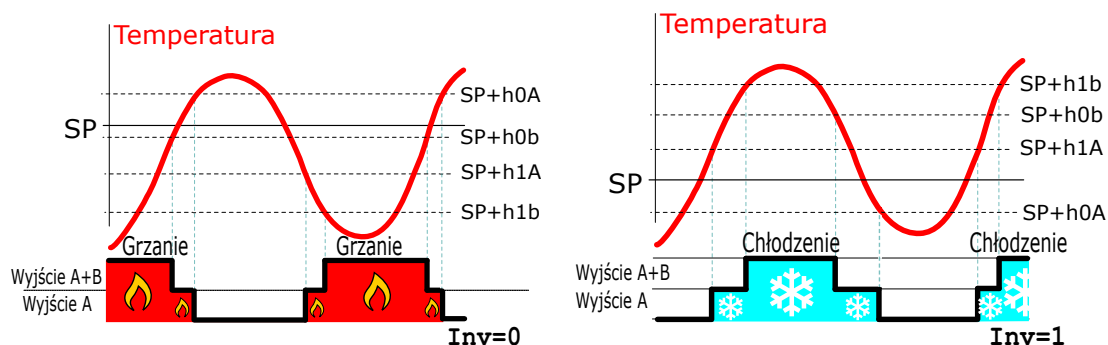
6.3.3 Opcja 1 - jedno urządzenie dwustopniowo

Jeżeli urządzenie wykonawcze obsługuje opcję stopniowania mocy, to ten tryb pracy wyjścia pozwala na sterowanie dwoma stopniami mocy za pośrednictwem sygnałów wyjściowych **A** oraz **B**. Można również wysterować dwa osobne urządzenia wykonawcze o tym samym charakterze (np. dwie grzałki). Przy spadku mierzonej wielkości **PV** poniżej wartości **SP+h1A** włączane jest pierwsze wyjście **A**. Przy spadku poniżej **SP+h1b** włączane są oba

wyjścia **A** i **B**. Przy wzroście powyżej $SP+h0b$ wyłączane drugie wyjście **B**, a przy wzroście powyżej $SP+h0A$ wyłączane oba wyjścia. Przykład sterowania temperaturą pokazano na rys. 10.

Przy ustawieniu inwersyjnej logiki sterowania (przykład na rys. 10 po prawej) $Inv=1$, włączenie pierwszego sygnału **A** następuje po wzroście mierzonej wielkości powyżej $SP+h1A$. Przy przekroczeniu progu $SP+h1b$ włączane są oba sygnały wyjściowe **A** i **B**. Drugi sygnał **B** zostanie wyłączony przy spadku poniżej $SP+h0b$, a oba poniżej $SP+h0A$.

Należy zauważyć, że w tej opcji pracy wszystkie wartości histerezy są dodawane do wartości SP , a więc jeśli poziom przełączania ma znajdować się poniżej wartości SP , to wartość histerezy musi być ujemna. Przykładowo dla rys. 10 (po lewej) wartości parametrów mogłyby wynosić: $SP=25.0^{\circ}C$; $h0A=1.0^{\circ}C$; $h0b=-0.2^{\circ}C$; $h1A=-1.0^{\circ}C$; $h1b=-1.5^{\circ}C$.



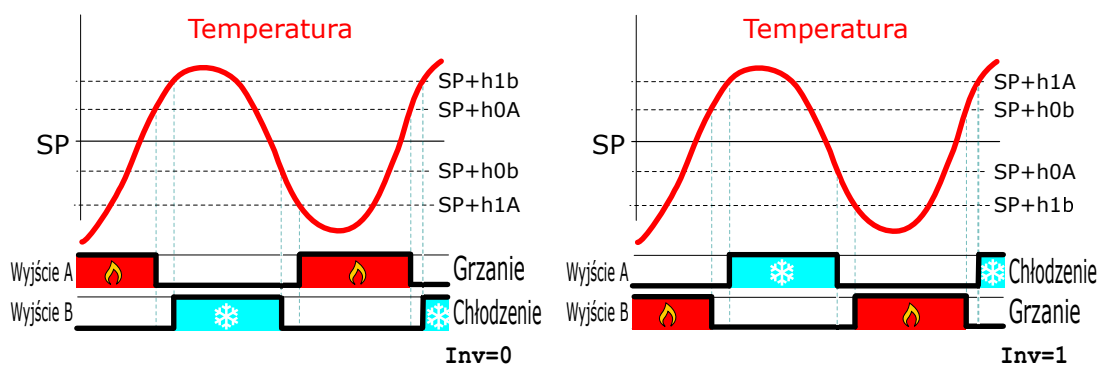
Rysunek 10: Regulacja progowa, opcja 1 – praca z jednym urządzeniem wykonawczym umożliwiającym stopniowanie mocy. Po lewej sterowanie grzałką ($Inv=0$); po prawej sterowanie agregatem chłodniczym ($Inv=1$).

6.3.4 Opcja 2 - dwa urządzenia wykonawcze

Opcję stosuje się w sytuacji, gdy do sterowania wykorzystane są dwa urządzenia, przy czym jedno działa tak by podwyższyć wartość PV (np. grzejnik dla temperatury), a drugie by obniżyć (np. agregat chłodniczy dla temperatury). W konfiguracji $Inv=0$ sygnał wyjściowy **A** ma za zadanie sterować urządzeniem podwyższającym PV , a sygnał **B** obniżającym. W konfiguracji $Inv=1$ jest na odwrót.

Dla $Inv=0$ sygnał **A** jest włączany jeśli PV spadnie poniżej $SP+h1A$, a wyłączany gdy przekroczy $SP+h0A$; sygnał **B** jest włączany jeśli PV wzrośnie powyżej $SP+h1b$, i wyłączany jeśli spadnie poniżej $SP+h0b$.

Podobnie jak w opcji 1 wszystkie histerezy są dodawane do wartości SP , co nakłada wymóg definiowania ujemnych wartości histerezy jeśli próg przełączania ma znajdować się poniżej wartości SP .



Rysunek 11: Regulacja progowa, opcja 2 – praca z dwoma urządzeniami wykonawczymi.

6.4 Regulacja PID

Regulacja PID, w stosunku do regulacji on-off, pozwala znacznie precyzyjniejsze utrzymanie wielkości regulowanej oraz minimalizację przeregulowań. Algorytm PID "pamięta" błąd w historii pracy regulatora i na tej podstawie dobiera poziom wysterowania, tak aby wyzerować różnicę wielkości mierzonej i wartości zadanej (**PV**–**SP**). Drugą istotną cechą PID jest umiejętność "przewidzenia" momentu w którym należy zmniejszać wysterowanie jeszcze przed osiągnięciem zadanego **SP**, tak by zapobiec przesterowaniu.

Regulator on-off wystawia do urządzenia wykonawczego sygnały włącz-wyłącz (*on-off*), a więc urządzenie albo jest wyłączone, albo pracuje z pełną mocą. Algorytm PID wylicza wartość **CV** (w zakresie 0.0...1.0), która określa ułamek mocy z jakim pracować ma urządzenie wykonawcze, np. **CV**=0.4 w regulacji temperatury oznacza, że grzejnik ma pracować na 40 % mocy.









LB-474A3 umożliwia trzy rodzaje sterowania urządzeniem wykonawczym:

1. Sterowanie trójstawne – wyjście regulatora steruje przez zwiększanie albo zmniejszanie mocy. Ten typ regulacji stosuje się gdy urządzeniem wykonawczym jest np. przepustnica albo zawór regulowany. Sygnał zwiększania mocy odkręca zawór, sygnał zmniejszania mocy przymyka zawór. Wykorzystane są dwa sygnały wyjściowe z kanału regulatora **A** - dla zmniejszania wysterowania oraz **B** - dla zwiększania.
2. Sterowanie PWM – sygnał wyjściowy **A** kanału regulatora jest włączany na czas odpowiadający ułamkowi mocy **CV** co ustalony czas (okres PWM). Np. jeśli ustawiono okres=100 s i **CV**=0.4, to wyjście będzie włączane co 100 s na 40 s.
3. Sterowanie analogowe – wyjście analogowe (0-10 V albo 4-20 mA) wystawia sygnał proporcjonalny do wartości **CV**, urządzenie wykonawcze musi posiadać kompatybilne wejście sterujące (0-10 V albo 4-20 mA). W pkt 8 opisano sposób konfiguracji modułu wyjścia analogowego.

6.4.1 Parametry pracy regulatora PID

W menu urządzenia **r1**...**r4** zawarte są szczegółowe parametry pracy regulatora. Parametry opisano dla kanału **r1**, ale są identyczne również dla kanałów **r2**...**r4**.

		SP	ZP	Wartość zadana SP – punkt docelowy (pożądany) regulacji.
		SP2	ZP	Wartość zadana dla drugiej strefy regulacji (np. strefy <i>nocnej</i>) – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji (w menu urządzenia SEt , podmenu Str).
	P	P	ZP	Współczynnik wzmocnienia P .
	ti	ti	0.0...999.9	Czas całkowania ti (czas zdwojenia) w sekundach z rozd. 0.1 s.
	td	td	0.0...999.9	Czas różniczkowania td (czas wyprzedzenia) w sekundach z rozd. 0.1 s.
	In	In	ZP	Dolna wartość użyta przy normalizacji wielkości wejściowej PV .
	In	In	ZP	Górna wartość użyta przy normalizacji wielkości wejściowej PV .
	t1	t1	0.0...999.9	Opcja 0 - czas przestawienia zaworu/przepustnicy od 0 % sterowania do 100 % sterowania (w sekundach z rozd. 0.1 s). Opcja 1 - okres PWM.

	t2	0.0...999.9	Opcja 0 - czas przestawienia zaworu/przepustnicy od 100 % sterowania do 0 % sterowania (w sekundach z rozd. 0.1 s).
	t3	0.0...25.5	Opcje 0 i 1 - minimalny czas włączenia i wyłączenia przełącznika (w sekundach z rozd. 0.1 s). Algorytm nie uruchamia urządzenia, ani nie zatrzymuje urządzenia wykonawczego na czasy krótsze niż t3 .
	Inv	0...1	Logika działania: 0 - logika wprost ; 1 - logika inwersyjna
	AA	0...3	Progi alarmowe: 0 - progi alarmowe wyłączone ; 1 - aktywny tylko dolny próg wartości AL ; 2 - aktywny tylko górny próg wartości AH ; 3 - aktywne oba progi AL i AH
	AL	ZP	Dolny próg wartości – jeśli PV osiągnie wartość niższą niż zdefiniowana tu wartość AL , to zgłoszony zostanie alarm.
	AL2	ZP	Wartość AL dla drugiej strefy regulacji – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji
	AH	ZP	Górny próg wartości – jeśli PV osiągnie wartość wyższą niż zdefiniowana tu wartość AH , to zgłoszony zostanie alarm.
	AH2	ZP	Wartość AH dla drugiej strefy regulacji – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji

ZP - wartość zmiennoprzecinkowa w zakresie -9999...+9999.

6.4.2 Algorytm PID

Wartość pomiaru **PV** wprowadzona na wejście algorytmu jest w pierwszym kroku normalizowana w taki sposób, że pełen przedział zmienności **PV** mieści się pomiędzy 0.0...1.0. Należy ustawić granice normalizacji $_In$ oraz $_In$ tak, by wszystkie potencjalnie możliwe wartości **PV** znajdowały się pomiędzy tymi granicami. Dla przykładu, jeśli sterowana będzie temperatura obiektu, który przy wyłączonym grzaniu wystudza się do temperatury pokojowej, a w czasie pracy nagrzewa się do max. 180°C, to należy przyjąć granice (z pewnym zapasem) $_In=0^{\circ}C$ oraz $_In=200^{\circ}C$.

Wykorzystując wartość wejściową **PV** oraz wartość nastawy **SP** wyznaczany jest uchyb regulacji (**SP-PV**), a następnie w algorytmie PID wyznaczany poziom sterowania **CV**. Algorytm dostrajany jest trzema parametrami:

- **P** – Współczynnik wzmocnienia. Im większy, tym sterownik silniej reaguje na uchyb regulacji, np. jeśli ogrzewanemu obiektowi brakuje kilku stopni do osiągnięcia zadanej temperatury, to im większy współczynnik **P** tym większy poziom mocy zostanie wyzwolony przez regulację. Zbyt duża wartość **P** powoduje oscylacje – układ nie stabilizuje się, występują cykliczne przeregulowania. Zbyt małe **P** spowoduje wolne dochodzenie do wartości zadanej.
- **ti** – Czas całkowania. Parametr który powinien być adekwatny do stałej czasowej obiektu, czyli jak szybko wartość mierzona **PV** reaguje na zmianę poziomu sterowania **CV**. Ustawienie zbyt małego czasu całkowania spowoduje efekty podobne do ustawienia zbyt dużego wzmocnienia, tj. oscylacje. Zbyt duży czas całkowania może powodować nie dochodzenie układu do wartości zadanej **SP**, regulator stabilizuje się wtedy na wartości bliskiej **SP**, ale zachowuje stały błąd. Ustawienie **ti=0.0** wyłącza całkowanie, algorytm z PID zamienia się w PD (ewentualnie w P, jeśli również różniczkowanie zostało wyłączone).

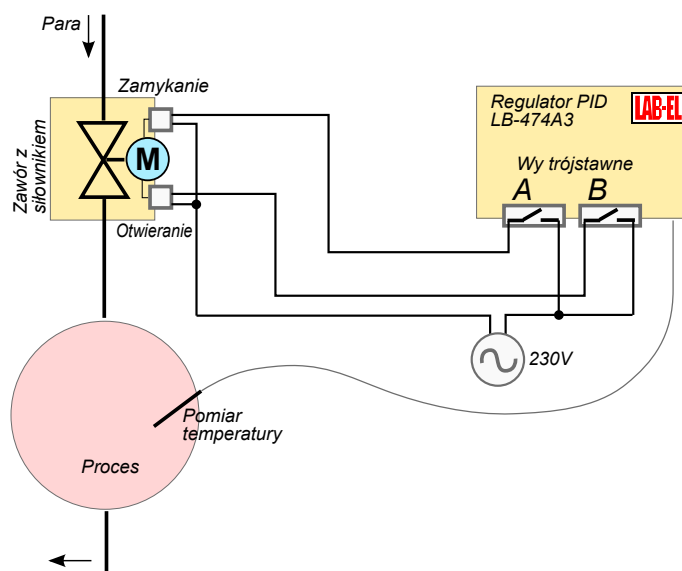
- **td** – Czas różniczkowania. Parametr który określa jak bardzo szybkość zmian sygnału **PV** wpływa na sterowanie. Ten parametr, jeśli odpowiednio dobrany, pozwala ograniczać przeregulowania i utrzymać większą stabilność układu regulacji. Algorytm “wie” kiedy zmniejszać poziom sterowania jeszcze przed osiągnięciem wartości **SP**. Zbyt duży czas różniczkowania może spowodować wydłużenie czasu dochodzenia do wartości zadanej **SP** oraz niestabilności, zazwyczaj inne niż oscylacje, np. cykliczne zatrzymywanie się procesu dochodzenia do wartości zadanej. Ustawienie **td=0.0** wyłącza różniczkowanie i regulator zamienia się z PID w PI (bądź P, jeśli nie działa również całkowanie). Zazwyczaj wartość **td** jest kilkukrotnie (4-5 razy) mniejsza niż **ti**.

Parametr **Inv=0** ustawia algorytm w tryb wprost, regulator wtedy zwiększa wartość **CV** aby zwiększyć **PV** – przykładowo: zwiększa sterowanie żeby podnieść temperaturę (sterowanie grzaniem). Tryb inwersyjny przy **Inv=1** działa na obniżenie **PV** – przykładowo: zwiększa sterowanie aby obniżyć temperaturę (sterowanie chłodzeniem).

6.4.3 Opcja 0 – wyjście trójstawne

Przykładowa realizacja pokazana na rysunku poniżej. Regulator ustawia pozycję zaworu za pośrednictwem dwóch przekaźników sterujących siłownikiem. W konfiguracji należy określić czasy **t1** oraz **t2** – są to czasy całkowitego zamknięcia i całkowitego otwarcia zaworu. Czas **t3** jest czasem nieczułości i jest to minimalny czas na jaki będzie uruchamiany siłownik. Czas **t3** ma za zadanie zmniejszyć liczbę przestawień zaworu (nie reagując na drobne zmiany), przez co ochroni zawór i siłownik przed przedwczesnym zużyciem. Siłownik musi być zabezpieczony wyłącznikami krańcowymi, ponieważ regulator nie ma czujników osiągnięcia krańca.

W tej realizacji sterownik nie zna faktycznego położenia zaworu, algorytm PID wylicza jedynie różnice poziomu sterowania, które są przenoszone na zawór. W opcji 0 nie można zrealizować sterownika P ani PD (człon całkujący musi być włączony).



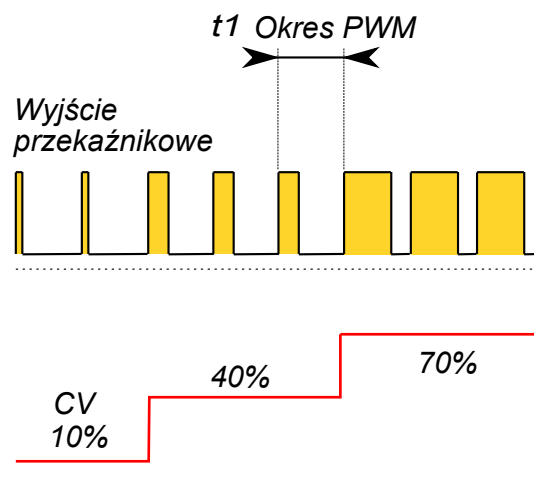
Rysunek 12: Realizacja PID z wyjściem trójstawnym – regulacja temperatury w obiekcie ogrzewanym parą

W opcji 0 regulator wykorzystuje sygnały wyjściowe **A** i **B**, sygnał **A** jest ustawiany gdy regulator chce zmniejszyć moc urządzenia wykonawczego, sygnał **B** by zwiększyć moc. W pkt 7 opisano sposób przypisania przekaźników do sygnałów **A** i **B**.

6.4.4 Opcja 1 – wyjście PWM

Sterowanie PWM polega na generowaniu impulsów o zmiennym czasie trwania, przy czym początek impulsu powtarza się co taki sam czas (okres PWM). Np. przy generowaniu impulsów o czasie trwania 20s i przerwach 20s realizuje się sterowanie o współczynniku wypełnienia 0.5 i okresie PWM 40s. W opcji 1 użytkownik ustala długość okresu PWM przez ustawienie parametru **t1**. Parametr **t3** określa jaki jest najkrótszy impuls, który zostanie wygenerowany – jeśli z algorytmu wynika że ma zostać wygenerowany impuls sterowania o czasie mniejszym niż ustalone minimum, to impuls nie zostanie wygenerowany w bieżącym okresie, ale zostanie doliczony do następnego. Parametr **t3** również określa minimalny czas wyłączenia, tj. jeśli urządzenie wykonawcze miało być zostało wyłączone na czas krótszy niż **t3**, to nie ostanie wyłączone, a nadmiar sterowania zostanie rozliczony w kolejnym okresie.

Okres PWM musi w takiej realizacji być zdecydowanie krótszy niż stała czasowa obiektu sterowanego. Przy zbyt długim okresie PWM odczuwalne zaczną być cykliczne wahania wartości **PV** z częstotliwością włączania impulsów sterowania. Z drugiej strony skracając okres PWM przełącza się częściej przekaźniki i urządzenia wykonawcze, co może skrócić ich żywotność. W czasie 1 okresu następują 2 przełączenia. Żywotność przekaźników podana jest parametrach technicznych (pkt 13). Alternatywą jest wykorzystanie opcjonalnych wyjść tranzystorowych do sterowania “przekaźników elektronicznych” SSR, których żywotność liczona przełączeniami jest znacznie większa.



Rysunek 13: Wyjście algorytmu PID – PWM na przekaźniku

W opcji 1 regulator wykorzystuje sygnał wyjściowy **A**. W pkt 7 opisano sposób przypisania przekaźnika do kanału regulacji.

6.4.5 Opcja 2 – wyjście analogowe

Sterowanie sygnałem analogowym proporcjonalnie do wyliczonej w algorytmie PID wartości **CV**. Urządzenie wykonawcze powinno przekładać wartość sygnału liniowo na moc.

W opcji 2 regulator nie wykorzystuje sygnałów **A** i **B**. Należy przypisać wyjście analogowe do wartości **CV** określonego kanału – pkt 8.

6.5 Sekwencje czasowe

Typ 3 regulacji jest zestawem generatorów czasowych, które za pośrednictwem sygnałów binarnych i logiki programowalnej można łączyć z pozostałymi regulatorami oraz wyjściami binarnymi. Ten typ pracy nie jest

regulacją – nie ma na celu sprowadzenie wartości **PV** do wartości zadanej **SP**, pomimo to dla kanału w typie 3 również można zdefiniować zmienną wejściową **PV**, nastawę **SP** oraz progi alarmowe i korzystać z komparatora **PV–SP** oraz alarmowania (pkt 6.2 oraz pkt 6.1).

6.5.1 Parametry sekwencji czasowych

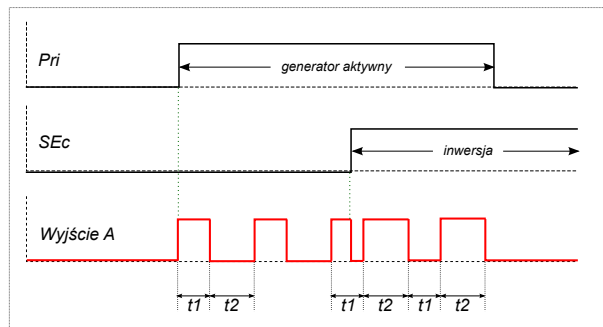
W menu urządzenia **r1**...**r4** zawarte są szczegółowe parametry pracy regulatora. Parametry opisano dla kanału **r1**, ale są identyczne również dla kanałów **r2**...**r4**.

		SP	ZP	Wartość zadana SP – punkt docelowy (pożądany) regulacji.
		SP2	ZP	Wartość zadana dla drugiej strefy regulacji (np. strefy <i>nocnej</i>) – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji (w menu urządzenia SEt , podmenu Str).
		t1	0.0...999.9	Czas t1 – znaczenie zależne od opcji – patrz opis opcji
		t1U	0...1	Jednostka czasu t1 : 0 -dziesiąte sekundy ; 1 -minuty ; ustawienie 1 powoduje również zmianę rozdzielczości t1 z 0.1 na 1
		t2	0.0...999.9	Czas t2 – znaczenie zależne od opcji – patrz opis opcji
		t2U	0...1	Jednostka czasu t2 : 0 -dziesiąte sekundy ; 1 -minuty ; ustawienie 1 powoduje również zmianę rozdzielczości t2 z 0.1 na 1
		t3	0.0...25.5	Czas t3 – znaczenie zależne od opcji – patrz opis opcji
		Pri	0...255	Nr sygnału binarnego Pri – znaczenie zależne od opcji – patrz opis opcji
		SEc	0...255	Nr sygnału binarnego SEc – znaczenie zależne od opcji – patrz opis opcji
		GAt	0...255	Nr sygnału binarnego GAt – na czas gdy ustawiony jest w stan aktywny, odcina wyjście kanału regulacji i wyjście przechodzi w stan pasywny.
		Inv	0...1	Logika działania: 0 -logika wprost ; 1 -logika inwersyjna
		AA	0...3	Progi alarmowe: 0 -progi alarmowe wyłączone ; 1 -aktywny tylko dolny próg wartości AL ; 2 -aktywny tylko górny próg wartości AH ; 3 -aktywne oba progi AL i AH
		AL	ZP	Dolny próg wartości – jeśli PV osiągnie wartość niższą niż zdefiniowana tu wartość AL , to zgłoszony zostanie alarm.
		AL2	ZP	Wartość AL dla drugiej strefy regulacji – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji
		AH	ZP	Górny próg wartości – jeśli PV osiągnie wartość wyższą niż zdefiniowana tu wartość AH , to zgłoszony zostanie alarm.
		AH2	ZP	Wartość AH dla drugiej strefy regulacji – parametr dostępny jeśli aktywowano przełączanie stref regulacji

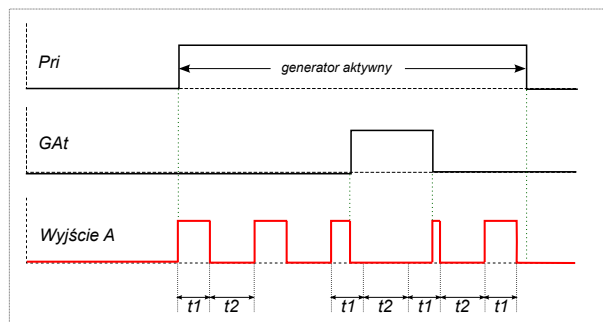
6.5.2 Opcja 0 – PWM

Regulator wystawia przemienny sygnał, dla którego czas trwania stanów włączony / wyłączony definiowane są przez $t1$ i $t2$. Sygnał **Pri** włącza generowanie sygnału. Sygnał **SEc** odwraca logikę wyjścia. Logika wyjścia jest również odwracana przez ustawienie parametru $Inv=1$. Na rysunkach pokazano zachowanie wyjścia dla różnych kombinacji sygnałów.

Regulator wystawia stany na sygnale wyjściowym **A**. W pkt 7 opisano sposób przypisania przekaźnika do kanału regulacji.

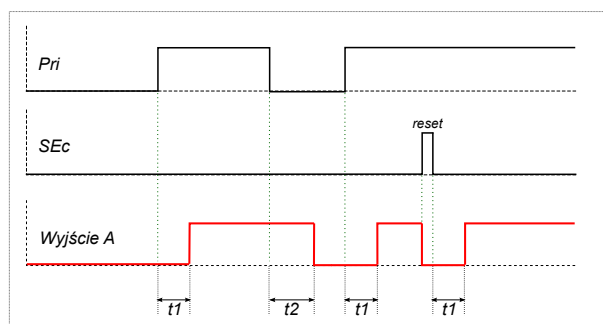


Po wykryciu aktywnego sygnału **Pri** sekwencja stanów jest rozpoczynana od włączenia wyjścia **A** na czas o długości $t1$. Aktywowanie sygnału **GAt** powoduje zawieszenie wystawiania sygnału na wyjście **A**, ale po zaniku sygnału **GAt** sekwencja nie startuje od nowa, tylko generowana jest dalsza część.



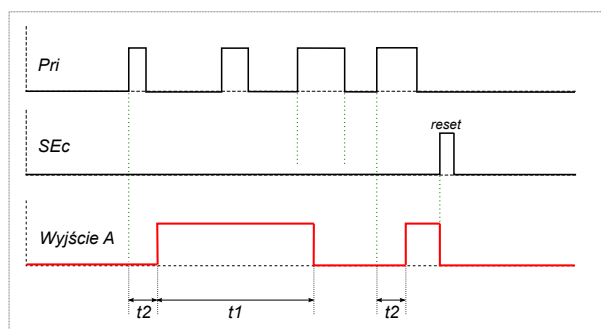
6.5.3 Opcja 1 – opóźnienie włączenia i wyłączenia

Regulator wystawia na wyjściu **A** sygnał powtarzający stan sygnału **Pri** z opóźnieniem. Opóźnienie włączenia wynosi $t1$, a opóźnienie wyłączenia $t2$. Jeśli sygnał **Pri** jest krótszy niż $t1$, to na wyjściu **A** nie pojawi się sygnał. Sygnał **SEc** resetuje sekwencję. Sygnał **GAt** powoduje zawieszenie wystawiania sygnału na wyjście **A**, ale po zaniku sygnału **GAt** sekwencja nie startuje od nowa, tylko generowana jest dalsza część. Ustawienie parametru $Inv=1$ powoduje odwrócenie stanów na wyjściu **A**.



6.5.4 Opcja 2 – wyzwolenie impulsu

Zmiana sygnału **Pri** ze stanu 0 do stanu 1 po czasie **t2** spowoduje wygenerowanie na wyjściu **A** impulsu o czasie trwania **t1**. W czasie trwania impulsu na wyjściu **A** układ nie jest czuły (nie reaguje) na kolejne zmiany stanu sygnału **Pri**. Sygnał **SEc** resetuje sekwencję. Sygnał **GAt** powoduje zawieszenie wystawiania sygnału na wyjście **A**, ale po zaniku sygnału **GAt** sekwencja nie startuje od nowa, tylko generowana jest dalsza część. Ustawienie parametru **Inv=1** powoduje odwrócenie stanów na wyjściu **A**.



6.5.5 Opcja 3 – wyzwolenie impulsu z restartem

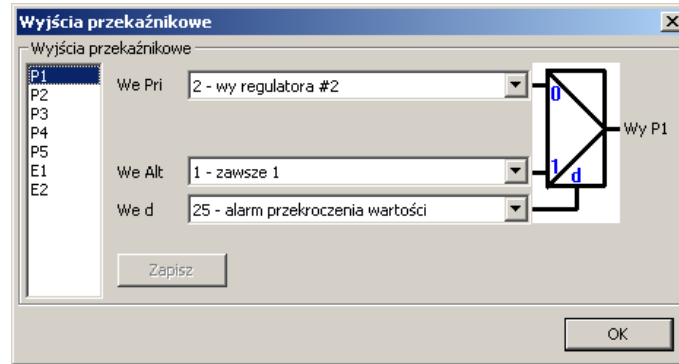
W opcji 3 regulator zachowuje się podobnie jak w opcji 2. Różnica polega na restartowaniu timera **t1** za każdym razem gdy następuje zmiana stanu sygnału **Pri** z 0 na 1. W efekcie impuls generowany na wyjściu **A** jest przedłużany o wartość **t1** od ostatniego pojawienia się narastającego zbocza sygnału **t1**.

7 Wyjścia binarne

Regulator obsługuje do 7 wyjść binarnych, przy czym 5 z nich jest standardowo montowanych jako przekaźniki, oznaczone **P1**...**P5**. Dodatkowe 2 wyjścia binarne, oznaczone jako **E1** i **E2**, mogą być zainstalowane w slotach opcji (pkt 12.1). Konfiguracja wyjść binarnych pozwala na przypisanie wyjścia binarnego bezpośrednio do wyjścia kanału regulatora, przypisanie go do innego sygnału logicznego, bądź do wyjścia bardziej złożonej kombinacji sygnałów uzyskanej z bramek logicznych.

Każde wyjście binarne jest sterowane przez wyjściowy multiplexer. Multiplexer jest przełącznikiem, który umożliwia doprowadzenie do wyjścia binarnego (np. przekaźnika) dwóch różnych sygnałów, a trzeci sygnał decyduje który z pierwszych dwu aktualnie steruje przekaźnikiem.

Przykładowa konfiguracja dla przekaźnika P1, na bazie okienka programu *ws474.exe* (*Ustawienia* > *Wyjścia* > *Wyjścia przekaźnikowe*). Do wejścia **Pri** multiplexera doprowadzono sygnał wyjściowy z regulatora nr 2 (*wy regulatora #2*), do wejścia **Alt** multiplexera doprowadzono sygnał 1 (*zawsze 1*), czyli zawsze włączony. Sygnałem przełączającym jest sygnał alarmowy (*alarm przekroczenia wartości*). W czasie kiedy sygnał przełączający będzie miał wartość **0** (nie wystąpi alarm) do przekaźnika podawany będzie cały czas sygnał wyjściowy **A** z regulatora nr 2 (wejście **Pri** multiplexera). Jeśli sygnał przełączający będzie miał wartość **1** (wystąpi alarm) przekaźnik zostanie włączony, ponieważ zostanie wysterowany sygnałem z wejścia **Alt** multiplexera (*zawsze 1*).



Rysunek 14: Konfiguracja wyjścia binarnego w programie ws474.exe

Do wejścia **Pri** multiplexera mogą być doprowadzone tylko sygnały wyjściowe z regulatorów albo sygnał alarmowy. Do wejścia **Alt** oraz do wejścia przełączającego **d** może zostać doprowadzony dowolny sygnał binarny (pkt 11.1).

W powyższym przykładzie napisano, że podanie na wejście **Pri** sygnału z regulatora 2 oznacza sygnał z wyjścia **A** tego regulatora. Sterowanie sygnałem z wyjścia **B** zostanie przypisane do przekaźnika który jako drugi zadeklaruje na wejściu **Pri** regulator 2. Ilustracją sposobu przypisywania wyjść **A** albo **B** regulatora do wejścia **Pri** multiplexera jest przykład w tabeli poniżej. Pierwsze odwołanie do wyjścia regulatora skutkuje przypisaniem wyjścia **A**, drugie wyjścia **B**, kolejnie powoduje zignorowanie. Opisana zasada dotyczy jedynie wejścia **Pri**, dla wejść **Alt** i **d** konfiguracja specyfikuje dokładnie czy wybrane jest wyjście **A**, czy **B**.




Przekaźnik	We Pri	Który sygnał steruje przekaźnikiem?
P1	wy regulatora #2	regulator #2, wyjście A
P2	wy regulatora #3	regulator #3, wyjście A
P3	wy regulatora #2	regulator #2, wyjście B
P4	wy regulatora #2	brak sygnału sterującego
P5	wy alarmowe	sygnał alarmu

7.1 Konfiguracja wyjść binarnych z menu urządzenia

	P1	0...5	Wejście Pri multiplexera, wartości: 0 - sygnał odłączony ; 1 - sygnał wyjściowy regulatora 1 ; 2 - sygnał wyjściowy regulatora 2 ; 3 - sygnał wyjściowy regulatora 3 ; 4 - sygnał wyjściowy regulatora 4 ; 5 - sygnał alarmu przekroczenia wartości
	P2, P3, P4, P5, E1, E2		j.w. dla pozostałych wyjść binarnych
	P1d	0...255	Wejście przełączające d multiplexera, wartości opisane w pkt 11.1
	P1A	0...255	Wejście Alt multiplexera, wartości opisane w pkt 11.1
	P2d, P2A, ... , E2d, E2A		j.w. dla pozostałych wyjść binarnych
Program ws474.exe: Ustawienia > Wyjścia > Wyjścia przekaźnikowe			

7.2 Kontrolki LED D1 i D2

Diody świecące D1 i D2 mogą być sterowane przez sygnały binarne. Dla sygnału w stanie **0** kontrolka jest wygaszona, dla sygnału w stanie **1** kontrolka będzie mrugać.

		d1	0...255	Nr sygnału binarnego sterującego kontrolką D1 (pkt 11.1)
		d2	0...255	Nr sygnału binarnego sterującego kontrolką D2 (pkt 11.1)
Program <i>ws474.exe</i> : <i>Ustawienia</i> > <i>Komunikacja</i> > <i>Kontrolki D1 D2</i>				

8 Wyjścia i multiplexery analogowe

8.1 Wyjścia analogowe #1 i #2

Wyjścia analogowe regulatora LB-474A3 są opcjonalnymi modułami wystawiającymi sygnał 0-10 V albo 4-20 mA. Każde wyjście zajmuje 1 slot opcji (patrz pkt 12.1). Od strony konfiguracyjnej wyjście analogowe powinno otrzymać znormalizowany sygnał analogowy (patrz pkt 11.2) w zakresie 0.0...1.0. Z wyjściem analogowym skojarzony jest multiplexer analogowy, pełniący 3 funkcje:

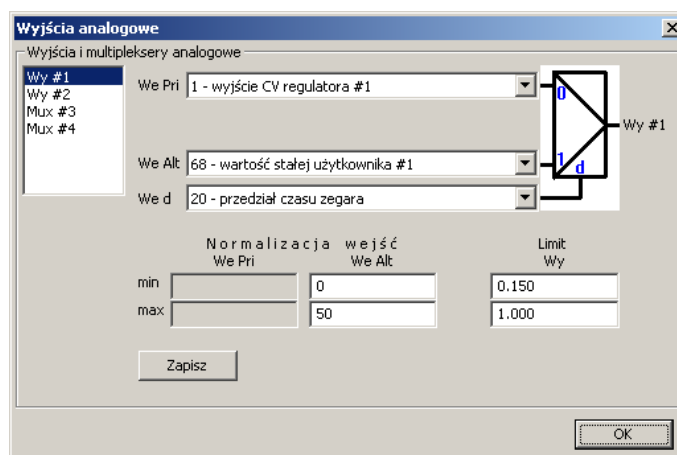
1. Przełączanie. Multiplexer analogowy posiada 2 wejścia analogowe **Pri** i **Alt** oraz wejście przełączające **d**. Kiedy sygnał binarny doprowadzony do wejścia przełączającego **d** ma wartość 0, to na wyjście multiplexera przenoszony jest sygnał z wejścia **Pri**, natomiast gdy sygnał binarny ma wartość 1, to na wyjściu multiplexera pojawi się sygnał doprowadzony do wejścia **Alt**. Sygnał z wyjścia multiplexera steruje bezpośrednio wyjściem analogowym.
2. Normalizowanie. Sygnały doprowadzone do wyjścia analogowego muszą być znormalizowane. Pełen zakres znormalizowanego sygnału analogowego to 0.0...1.0 i przekłada się to na pełen zakres wyjścia analogowego, t.j. 0...10 V, bądź 4...20 mA. Sygnały doprowadzone do wejść multiplexera mogą być nieznormalizowane i wtedy użytkownik w konfiguracji multiplexera musi wpisać pełen zakres zmian sygnału, który będzie odwzorowany w zakres 0.0...1.0. Jeśli sygnał doprowadzony do wejścia multiplexera jest już znormalizowany (np. wartość **CV** z regulatora PID, sygnał wyjściowy z innego multiplexera) to nie będzie podlegał powtórnej normalizacji.
3. Limitowanie. Sygnał wyjściowy z multiplexera może zostać dodatkowo ograniczony wartościami *min* i *max*. Wartości *min* i *max* odnoszą się do sygnału znormalizowanego i można je podać z dokładnością 0.001.

Do wejścia **Pri** multiplexera analogowego można doprowadzić jedynie sygnał wyjściowy **CV** z któregoś toru regulacji, bądź sygnał zero (0.0). Sygnały te są znormalizowane i konfiguracja nie pozwala na wpisanie parametrów normalizacyjnych dla wejścia **Pri**. Do wejścia **Alt** można doprowadzić dowolny z sygnałów analogowych i o ile nie jest to sygnał znormalizowany, to zostanie on znormalizowany zgodnie z granicami zakresu podanymi w konfiguracji.

Przykładowa konfiguracja wyjścia analogowego pokazana przy użyciu okienka programu *ws474.exe*. Wejście **Pri** otrzymuje sygnał z regulatora #1, a wejście **Alt** otrzymuje stałą wartość zdefiniowaną przez użytkownika (stała użytkownika #1). Założono, że wartość doprowadzona do wejścia **Alt** może być wybrana z zakresu 0...50. Normalizacja dla zakresu 0...50 oznacza, że jeśli ustawiono wartość stałej na 0, to po normalizacji będzie to nadal 0.0, dla stałej równej 25 po normalizacji uzyskamy 0.5, a dla stałej równej 50 po normalizacji uzyskamy 1.0.

Na wyjście multiplexera przepuszczony zostanie sygnał wybrany stanem wejścia **d**. W przykładzie sterowanie przełączaniem uzależnione jest od zegara i nastaw stref *dzień / noc*. Dla strefy *dzień* na wyjście multiplexera przechodzić będzie sygnał **CV** z regulatora #1, a w strefie *noc* wartość na wyjściu multiplexera będzie zależna od wartości stałej użytkownika #1 (po znormalizowaniu).

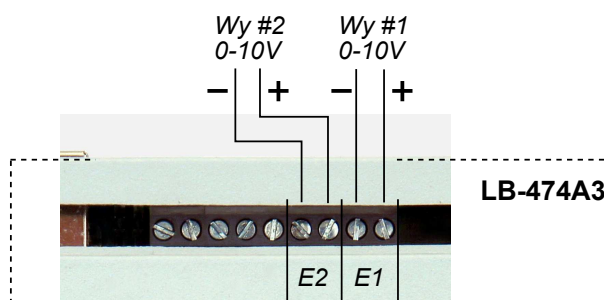
Zanim sygnał z wyjścia multiplexera trafi na wyjście analogowe zostanie zastosowany przedział limitujący. W przykładzie poniżej sygnał docierający do wyjścia analogowego nie będzie niższy niż 0.15, co się przełoży na realny zakres zmienności wyjścia analogowego 1.5...10 V (dla wyjścia analogowego w wersji napięciowej).



Rysunek 15: Konfiguracja wyjścia analogowego #1 w programie ws474.exe

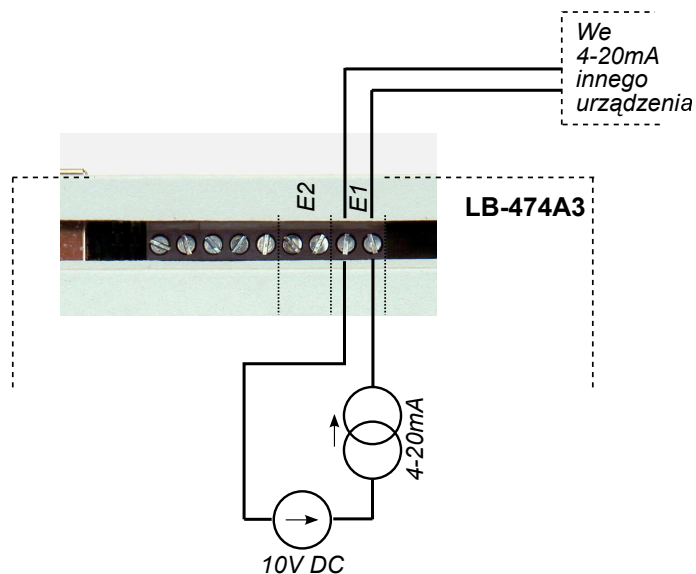
8.1.1 Przyłączenie wyjścia analogowego

Jeśli zainstalowano opcjonalne moduły wyjść analogowych, to ich sygnał jest wyprowadzany poza układ regulatora przez złącza opcji E1 i E2 dla modułów, odpowiednio, w slotcie opcji #1 i slotcie opcji #2.

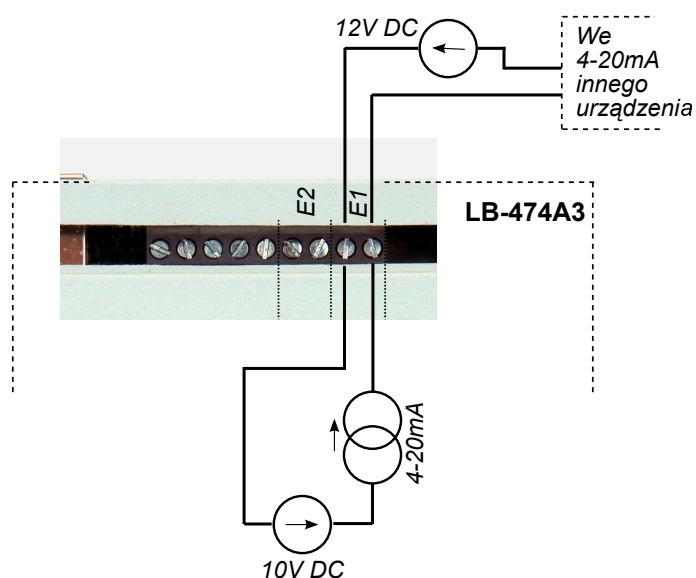


Rysunek 16: Polaryzacja sygnałów wyjść analogowych 0-10V

Wyjście analogowe w wariacie prądowym 4-20 mA jest wyjściem "aktywnym", tzn. zasila pętlę ze źródła napięcia ok. 10 V DC. Jeśli urządzenie odbiorcze wymaga wyższego napięcia do spolaryzowania wejścia, to należy włączyć szeregowo dodatkowy zasilacz 12 V DC. Obie sytuacje pokazane na rysunku poniżej.



Rysunek 17: Wyjście 4-20 mA z LB-474A3 dołączone do wejścia odbiornika.



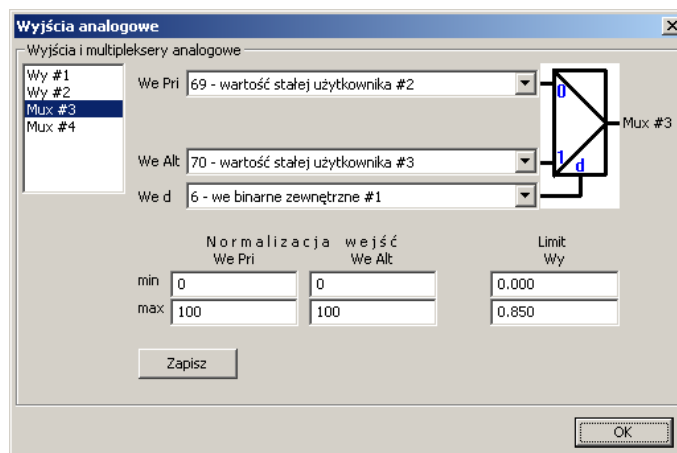
Rysunek 18: Wyjście 4-20 mA z LB-474A3 z dodatkowym źródłem zasilania pętli (12 V DC), dołączone do wejścia odbiornika.

8.2 Multiplexery #3 i #4

Multiplexery #3 i #4 działają podobnie jak multiplexery skojarzone z wyjściami analogowymi. Multiplexery #3 i #4 nie są skojarzone bezpośrednio z żadnym z wyjść, ale pozwalają na rozszerzenie schematu kombinacji przez łączenie kaskadowe, tj. wyjścia jednego multiplexera z wejściem kolejnego. Jediną różnicą w stosunku do multiplexerów #1 i #2 jest możliwość podania na wejście **Pri** dowolnego sygnału analogowego (z tego samego zbioru co sygnały dla wejścia **Alt**).

W przykładzie poniżej przedstawiona jest konfiguracja multiplexera #3, która pozwala na przeniesienie na wyjście jednej ze stałych: albo stałą użytkownika #2 albo stałą #3. To, która z wartości zostanie przeniesiona

na wyjście multipleksera zależy od stanu wejścia binarnego #1. Dodatkowo, każda ze stałych jest normalizowana w zakresie 0...100, a przeniesiona i znormalizowana wartość jest objęta limitowaniem w zakresie 0.0...0.85.



Rysunek 19: Konfiguracja multipleksera #3 w programie ws474.exe

8.3 Stałe analogowe użytkownika

Użytkownik ma możliwość wpisania do pamięci konfiguracji 4 wartości typu zmiennoprzecinkowego, które można wykorzystać jako sygnały analogowe. Wpisane stałe mogą być podane na wejście multipleksera analogowego.

Edycja stałych w menu urządzenia edycja:

		Ac1	ZP	Wartość stałej analogowej użytkownika #1
		Ac2	ZP	Wartość stałej analogowej użytkownika #2
		Ac3	ZP	Wartość stałej analogowej użytkownika #3
		Ac4	ZP	Wartość stałej analogowej użytkownika #4
Program ws474.exe: Ustawienia > Stałe użytkownika > Stałe analogowe				

ZP - wartość zmiennoprzecinkowa w zakresie -9999...+9999.

9 Logika programowalna

Regulator LB-474A3 dostarcza 16 konfigurowalnych komórek (bramek) logicznych. Użytkownik może skorzystać z tej funkcjonalności aby stworzyć kombinację sygnałów binarnych, które będą np. sterować przekaźnikami, bądź wyzwalać sekwencje czasowe. Podstawowa komórka logiczna posiada 2 wejścia i wyjście. Konfiguracja pozwala na wybranie typu logiki bramki (**AND** albo **XOR**), oraz zanegowanie dowolnego wejścia i wyjścia. Bramki można łączyć w większe zestawy łącząc ich wejścia z wyjściami innych bramek.

Bramki logiczne działają zgodnie z zasadami opisanymi w tabeli, w kolumnach *Wy AND*, *Wy XOR* i *Wy OR* pokazano jaki stan przyjmie wyjście bramki **AND**, **XOR** i **OR** na kombinację sygnałów wejściowych.

We #1	We #2	Wy AND	Wy XOR	Wy OR
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	0	1

Konfiguracja bramek logicznych nie daje możliwości jawnego zdefiniowania bramek typu **OR**, jednak zgodnie z prawami De Morgana bramka **OR** jest równoważna bramce **AND** z zanegowanymi wejściami i zanegowanym wyjściem.

Programowanie bramek logicznych z menu urządzenia:

		1A	0...255	Nr sygnału binarnego wchodzącego na pierwsze wejście bramki (pkt 11.1)
		1b	0...255	Nr sygnału binarnego wchodzącego na drugie wejście bramki
		1c	0...15	Właściwości bramki – należy zsumować wybrane liczby: 1 - negacja wejścia #1 ; 2 - negacja wejścia #2 ; 4 - negacja wyjścia ; 8 - bramka typu XOR
		2A...16c		J.w. dla pozostałych bramek
Program ws474.exe: Ustawienia > Funkcje logiczne > Bramki logiczne				

9.1 Wejścia binarne

Wejścia binarne zainstalowane mogą być w slotach opcji (pkt 12.1). Przez jeden moduł wejścia można wprowadzić do układu jeden sygnał binarny (pkt 11.1). Zewnętrzny sygnał napięciowy należy podać na zaciski opcji **E1** albo **E2**. Polaryzacja sygnału napięciowego jest dowolna. Wejścia binarne są izolowane galwanicznie od układu regulatora LB-474A3.

9.2 Strefy regulacji

Regulator LB-474A3 umożliwia przełączanie parametrów regulacji (np. wartości **SP**) w zależności od stanu sygnału binarnego. Typowym przykładem pracy dwustrefowej jest regulacja *dzień / noc*. Sygnałem przełączającym strefy jest wtedy sygnał nr 20 (przedział czasu zegara). Jeśli czas zegara jest poza zdefiniowanym przedziałem, wtedy obowiązuje pierwsza strefa regulacji (np. strefa *dzień*), jeśli czas jest w zdefiniowanym przedziale obowiązuje druga strefa (np. strefa *nocna*). Czas zegara jest pobierany z opcjonalnego modułu zegara RTC, a jeśli modułu nie zamontowano, to obowiązuje czas lokalny urządzenia, startujący z godziną 00:00 w momencie włączenia urządzenia.

		StA	Początek przedziału drugiej strefy czasowej. Określa się godzinę i minuty z dokładnością do 10 min.
		Sto	Koniec przedziału drugiej strefy czasowej. Określa się godzinę i minuty z dokładnością do 10 min.
		rtc	Nastawa czasu zegara RTC
Program ws474.exe: Ustawienia > Funkcje logiczne > Przełączanie strefy			

Jako sygnał przełączający strefy regulacji może zostać wykorzystany dowolny sygnał binarny, np. sygnał wyjściowy z kanału regulatora generującego sekwencję czasową przełączając strefę regulacji cyklicznie co pewien czas.

Inna możliwość to np. ręczne przełączanie strefy regulacji jeśli zostanie ona uzależniona od sygnału zewnętrznego wejścia binarnego, którego stan będzie zmieniany przez operatora. Numer sygnału przełączającego strefy ustawia się w **SEt** ▶ **Str**.

9.3 Binarne stałe użytkownika

Podobnie jak w przypadku stałych analogowych (pkt 8.3) użytkownik ma możliwość zdefiniowania i zapisania w konfiguracji przyrządu 4 wartości binarnych. Stałe binarne mogą być czytane jako sygnały binarne (pkt 11.1).

Edycja stałych w menu urządzenia edycja:

		bc1	0...1	Wartość stałej binarnej użytkownika #1
		bc2	0...1	Wartość stałej binarnej użytkownika #2
		bc3	0...1	Wartość stałej binarnej użytkownika #3
		bc4	0...1	Wartość stałej binarnej użytkownika #4
Program <i>ws474.exe</i> : <i>Ustawienia</i> ▶ <i>Stałe użytkownika</i> ▶ <i>Stałe binarne</i>				

10 Wejścia i wyjście S300

Interfejs S300 pozwala na przyłączanie urządzeń pomiarowych za pomocą 2-żyłowego przewodu na znaczne odległości (do 1000m). Dane są przekazywane cyfrowo – bez utraty dokładności. Interfejs jest odporny na zakłócenia i zapewnia zasilanie urządzeń. Przy łączeniu nie ma znaczenia biegunowość przewodów (nie podlega prawom Murphy'ego).



10.1 Wejścia S300

Moduły wejść S300 mogą być zainstalowane w slotach opcji (pkt 12.1). Moduł wejściowy S300 zapewnia zasilanie 12V DC dla czujnika S300. Wejścia S300 izolują galwanicznie czujniki S300 od układu regulatora LB-474A3. Czujnik S300 należy łączyć dwużyłowo z zaciskami **E1** bądź **E2** (odpowiednio do slotu instalacji modułu) i nie jest istotna polaryzacja zacisków.

Wielkości mierzone przez czujniki S300 są widoczne w układzie jako sygnały analogowe (pkt 11.2). Z każdego czujnika może zostać wprowadzone do 3 sygnałów nazwanych **A**, **B**, **C** (może być mniej, jeśli czujnik prowadzi pomiary mniejszej liczby parametrów, np. termohigrometr LB-710 nadaje dwa parametry **A**-wilgotność i **B**-temperaturę).

10.2 Wyjście S300




Wyjście S300 umożliwia łączenie regulatora z systemami zbierania danych. Wyjście S300 zapewnia izolację galwaniczną i nie wymaga sprawdzania polaryzacji przewodów przy wykonywaniu połączenia. LB-474A3 może nadawać pakiet danych w różnych formatach. Sposób łączenia pokazany na rysunku w pkt.13.1.

		PS3	0...6	0 - format LB-710 (wilgotność i temperatura) ; 1 - format LB-474 (dwie temperatury - rozdż. 0.01) ; 2 - format LB-710A (wilgotność i temperatura w rozdż. 0.01) ; 3 - format LB-714 (dwie temperatury z rozdż. 0.01 i wilgotność) ; 4 - format LB-714T (dwie temperatury w rozdż. 0.01) ; 5 - retransmisja pakietu S300 z opcjonalnego wejścia S300 #1 ; 6 - retransmisja pakietu S300 z opcjonalnego wejścia S300 #2
Program ws474.exe: Ustawienia>Komunikacja>Format wy S300				

11 Sygnały

11.1 Sygnały binarne

Sygnały binarne mogą mieć albo wartość 0, albo wartość 1. Sygnały binarne mogą być wykorzystane do sterowania wyjściami binarnymi (przełącznikami), można je również wykorzystywać w kombinacjach logicznych bramek i multiplekserów.

Nr sygnału	Opis
0	Zawsze wartość 0
1	Zawsze wartość 1
2	Błąd pomiaru temperatury T1
3	Błąd pomiaru wilgotności RH
4	Błąd pomiaru temperatury T2
5	Błąd pomiaru temperatury T1 lub T2 – suma logiczna (<i>OR</i>) sygnałów nr 2 i nr 4. Ten sygnał wskazuje na błąd wielkości zależnych od T1 i T2, czyli różnicy oraz średniej T1 i T2.
6	Wejście binarne zewnętrzne #1. Stan opcjonalnego wejścia binarnego, o ile jest zainstalowane w slotcie opcji.
7	Wejście binarne zewnętrzne #2. J.w.
8	Stan sygnału wyjściowego A z regulatora #1.
9	Stan sygnału wyjściowego B z regulatora #1.
10	Stan sygnału wyjściowego A z regulatora #2.
11	Stan sygnału wyjściowego B z regulatora #2.
12	Stan sygnału wyjściowego A z regulatora #3.
13	Stan sygnału wyjściowego B z regulatora #3.
14	Stan sygnału wyjściowego A z regulatora #4.
15	Stan sygnału wyjściowego B z regulatora #4.
16	Stan wyjścia komparatora PV-SP z regulatora #1.
17	Stan wyjścia komparatora PV-SP z regulatora #2.
18	Stan wyjścia komparatora PV-SP z regulatora #3.
19	Stan wyjścia komparatora PV-SP z regulatora #4.
20	Przedział czasu zegara <i>dzień / noc</i> – 0 dla przedziału <i>dzień</i> , 1 dla przedziału <i>noc</i> .
23	Klawisz  . Sygnał aktywny jeśli wciśnięto klawisz  regulatora. Sygnał jest aktywowany tylko jeśli regulator jest w stanie wyświetlania wyniku (nie w menu użytkownika) i jednocześnie wciśnięty zostanie klawisz.
24	Klawisz  . J.w.
25	Alarm przekroczenia wartości. Sygnał jest logiczną sumą (<i>OR</i>) aktywnych przekroczeń ze wszystkich kanałów regulatora.
26	Błąd pomiaru na wejściu analogowym #1.
27	Błąd pomiaru na wejściu analogowym #2.

28	Błąd pomiaru na wejściu analogowym #3.
29	Błąd pomiaru na wejściu analogowym #4.
30	Błąd zmiennej użytkownika dla wejścia analogowego #1.
31	Błąd zmiennej użytkownika dla wejścia analogowego #2.
32	Błąd zmiennej użytkownika dla wejścia analogowego #3.
33	Błąd zmiennej użytkownika dla wejścia analogowego #4.
34	Błąd parametru A dla opcjonalnego wejścia S300 #1.
35	Błąd parametru B dla opcjonalnego wejścia S300 #1.
36	Błąd parametru C dla opcjonalnego wejścia S300 #1.
38	Błąd parametru A dla opcjonalnego wejścia S300 #2.
39	Błąd parametru B dla opcjonalnego wejścia S300 #2.
40	Błąd parametru C dla opcjonalnego wejścia S300 #2.
42	Impulsator 10 min. Sygnał aktywuje się co 10 min na 5 sek. Sygnał impulsatora można wykorzystać np. do zainicjowania sekwencji czasowej.
43	Impulsator 1 godz.
44	Impulsator 2 godz.
45	Impulsator 3 godz.
46	Impulsator 4 godz.
47	Impulsator 6 godz.
48	Impulsator 8 godz.
49	Impulsator 12 godz.
50	Impulsator 24 godz.
51	Stała binarna użytkownika #1. Wartość binarna (0 albo 1) definiowana przez użytkownika i pamiętana w konfiguracji.
52	Stała binarna użytkownika #2.
53	Stała binarna użytkownika #3.
54	Stała binarna użytkownika #4.
101	Wyjście bramki logicznej #1. Sygnał wyjściowy programowalnej komórki logicznej. Łączenie ze sobą bramek i multiplekserów pozwala na stworzenie kombinacji sygnałów logicznych i sterowanie nimi np. wyjścia przekaźnikowego.
102...116	J.w. – dla bramek logicznych #2... #16

11.2 Sygnały analogowe

Sygnały analogowe są parametrami mogącymi przyjmować szeroki zakres wartości. Do sygnałów analogowych zaliczane są wszelkie wartości mierzone, niektóre istotne wartości wyliczane w algorytmach sterowania oraz stałe definiowane przez użytkownika.

Szczególną klasą sygnałów analogowych są sygnały znormalizowane. Są to parametry, których pełen zakres zmienności zawiera się pomiędzy 0.0 a 1.0.

Nr sygnału	Opis
0	Wartość 0.0
1	Temperatura T1
2	Temperatura T2
3	Wilgotność RH
4	Różnica temperatur T1 – T2
5	Średnia z temperatur T1 i T2

6	Wartość pomiaru z wejścia analogowego #1
7	Wartość pomiaru z wejścia analogowego #2
8	Wartość pomiaru z wejścia analogowego #3
9	Wartość pomiaru z wejścia analogowego #4
10	Zmienna użytkownika dla wejścia analogowego #1
11	Zmienna użytkownika dla wejścia analogowego #2
12	Zmienna użytkownika dla wejścia analogowego #3
13	Zmienna użytkownika dla wejścia analogowego #4
14	Wartość parametru A dla opcjonalnego wejścia S300 #1
15	Wartość parametru B dla opcjonalnego wejścia S300 #1
16	Wartość parametru C dla opcjonalnego wejścia S300 #1
18	Wartość parametru A dla opcjonalnego wejścia S300 #2
19	Wartość parametru B dla opcjonalnego wejścia S300 #2
20	Wartość parametru C dla opcjonalnego wejścia S300 #2
68	Wartość analogowej stałej użytkownika #1
69	Wartość analogowej stałej użytkownika #2
70	Wartość analogowej stałej użytkownika #3
71	Wartość analogowej stałej użytkownika #4
81	Poziom sterowania CV z kanału regulacji #1 (norm). Poziom CV jest wartością wyliczoną przez algorytm PID i oznacza jaki ułamek mocy maksymalnej urządzenia wykonawczego powinien zostać wyzwolony.
82	J.w. Kanał #2 (norm)
83	J.w. Kanał #3 (norm)
84	J.w. Kanał #4 (norm)
101	Wartość opcjonalnego wyjścia analogowego Wy#1 (norm). Wartość z wyjścia multiplexera skojarzonego z wyjściem analogowym.
102	J.w. Wyjście analogowe Wy#2 (norm)
103	Wartość wyjścia multiplexera analogowego Mux#3 (norm)
104	J.w. Wyjście Mux#4 (norm)

(norm) - oznacza wartość wyskalowaną (znormalizowaną) w zakresie 0.0...1.0.

12 Elementy opcjonalne

12.1 Sloty opcji

Urządzenie LB-474A3 można rozbudować o opcjonalne elementy. Elementy te instaluje się w tzw. slotach opcji. Regulator posiada 2 sloty uniwersalne oraz 1 slot na wkładkę komunikacyjną. Sloty zapełnia się na etapie produkcji urządzenia, użytkownik nie może sam modyfikować konfiguracji hardware-owej. Wyjścia i wejścia modułów zainstalowanych w slotach wyprowadzone są na zaciski opcji **E1** i **E2**. W slot uniwersalny mogą zostać zainstalowane:

- izolowane wyjście analogowe albo 0-10V, albo 4-20mA – rodzaj wyjścia musi być wybrany na etapie zamówienia, użytkownik nie może zamieniać rodzaju, np. 0-10V na 4-20mA ; ewentualnej zmiany może dokonać serwis producenta
- izolowane wejście S300 – służy do odbioru danych i zasilania czujnika z interfejsem S300 LAB-EL; wejście łączy się ze złączem S300 czujnika bez konieczności zachowania polaryzacji
- izolowane wejście binarne – wejście 0-10V wprowadzające do regulatora sygnał binarny z otoczenia ; wejście nie ma określonej polaryzacji, podanie napięcia powyżej 5V aktywuje sygnał

- izolowane wyjście binarne – przekaźnik
- nieizolowane wyjście binarne – tranzystorowe wyjście do sterowania przekaźnikiem SSR
- zegar RTC – możliwe tylko w jednym slotcie

Do slotu komunikacyjnego można zainstalować:

- izolowany moduł nadawczo-odbiorczy RS-485, umożliwiający komunikację Modbus-RTU

13 Dane techniczne

Zasilanie

zasilanie sieciowe	230V 50Hz
pobór mocy	5 VA

Pomiar temperatury Pt-1000, Pt-100

zakres pomiaru	-199.9... 650.0°C
rozdzielczość pomiaru, przetwarzania oraz wyniku w odczycie przez port	0.01 °C
rozdzielczość wyświetlania w zakresie -99.9... +99.9°C	0.1 °C
rozdzielczość wyświetlania w pozostałym zakresie	1.0°C
prąd pomiarowy	200 µA

Niepewność pomiaru temperatury

dla indywidualnej kalibracji (-40... +150°C)	±0.1 °C ±ostatnia cyfra
dla indywidualnej kalibracji w pozostałym zakresie	±0.2 °C ±ostatnia cyfra

Pomiar wilgotności

zakres pomiaru	5... 99.9 %
rozdzielczość	0.1 %

Niepewność pomiaru wilgotności

powyżej 50 %	±1 % ±ostatnia cyfra
15... 50 %	±1.5 % ±ostatnia cyfra
do 15 %	±2 % ±ostatnia cyfra

Pomiar napięcia 0-10 V

rozdzielczość pomiaru	0.01 V
niepewność pomiaru	0.05 V
rezystancja wejściowa	10 kΩ

Pomiar napięcia 0-1 V

rozdzielczość pomiaru	0.001 V
niepewność pomiaru	0.005 V
rezystancja wejściowa	10 kΩ

Pomiar prądu 4-20 mA

rozdzielczość pomiaru	0.01 mA
niepewność pomiaru	0.05 mA

Wyjścia przekaźnikowe

max napięcie	250V AC
max prąd ★)	1 A
max liczba przełączeń przekaźnika ★)	100 000
przekrój przewodów	0.5... 1.5 mm ²

★) Dane dla obciążenie rezystancyjnego ($\cos \varphi=1$). **Uwaga:** dołączanie do wyjścia przekaźnikowego obciążeń o charakterze indukcyjnym (m.in. transformatory, silniki) powoduje powstawanie łuku elektrycznego na zestykach przekaźnika podczas rozłączania obciążenia. Zjawisko łuku może znacznie skrócić żywotność przekaźnika. Dla małych obciążeń nierezystancyjnych można minimalizować to zjawisko stosując gasiki RC. Dla większych obciążeń nierezystancyjnych zaleca się stosowanie dodatkowego przekaźnika, stycznika.

Wyjście analogowe 0-10 V

rozdzielczość	15 bitów
obciążalność	$R > 2.4 \text{ k}\Omega$
błąd	$< 0.01 \text{ V}$

Wyjście analogowe 4-20 mA

rozdzielczość	15 bitów
obciążalność ★)	$R < 380 \Omega$

★) Dla większych rezystancji obciążenia należy dodać szeregowy zasilacz DC.

Zakres temperatur pracy

regulator	0... +50°C
czujnik temperatury ★)	-200... +650°C

★) Zakres pomiarowy termometru jest dodatkowo ograniczony przez typ zastosowanego czujnika temperatury i jego przewodu przyłączeniowego, zgodnie z zakresem podanym w specyfikacji danych technicznych dołączonego czujnika

Zalecane ciągłe warunki pracy

zakres temperatur	10... 40°C
zakres wilgotności	20... 80 %
stopień agresywności korozyjnej środowiska (PN-71/H-04651)	B
klasa odporności w/g DIN40050	IP40



Wykraczanie poza zalecane ciągłe warunki pracy (np. przy instalowaniu urządzenia w otwartej przestrzeni) wymaga zastosowania dodatkowych środków zabezpieczających część elektroniczną urządzenia przed wykraplaniem wody wewnątrz urządzenia (stosowanie dodatkowej obudowy zewnętrznej).

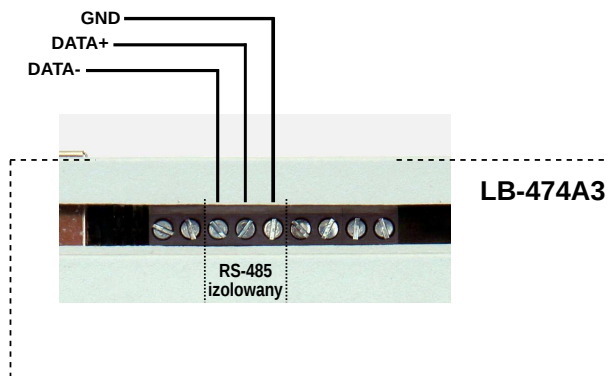
13.1 Interfejsy komunikacyjne

Interfejs I Magistrala USB do przyłączeń do komputera PC

Interfejs II

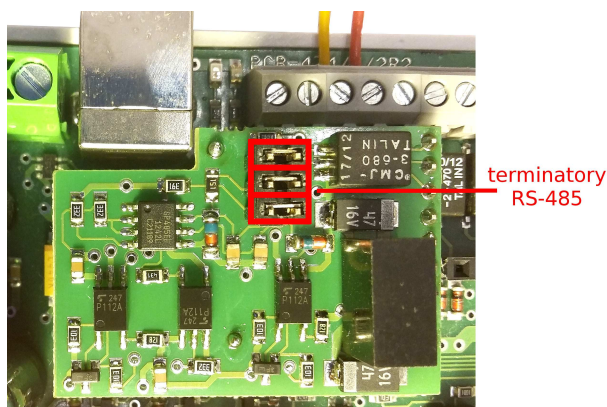
Jest to interfejs opcjonalny (pkt 12.1). Szeregowy port RS-485, linie: D+, D-, GND. Umożliwia odczyty pomiarów. W trybie Modbus RTU możliwość wybrania 19200 albo 9600 oraz bit parzystości albo bez bitu parzystości.

Interfejs USB oraz RS-485 wykorzystują wspólne zasoby komunikacyjne urządzenia i nie mogą być używane jednocześnie.



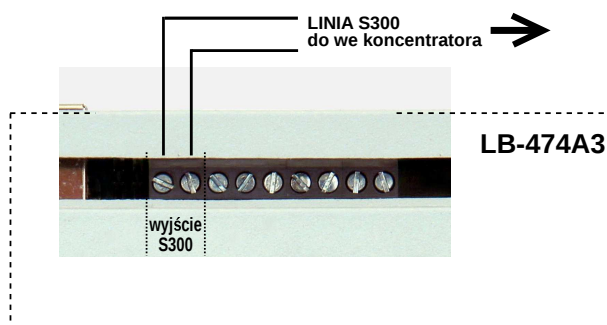
Rysunek 20: Wyjście opcjonalnego interfejsu RS-485

Moduł opcji Interfejsu II pozwala na załączenie terminatorów linii RS-485 przez zwarcie 3 jumperów (zworek).



Rysunek 21: Jumpery (zworki) terminatorów opcjonalnego portu RS-485

Interfejs III Szeregowy, pętla prądowa 25/15mA, 300 7N1, format S300. Przeznaczony do zintegrowania regulatora z systemem pomiarowym opartym na koncentratorze: LB-473, LB-476, LB-480.



Rysunek 22: Wyjście cyfrowej pętli prądowej S300

13.2 Obudowa

Typ TS35 (na szynę) o wymiarach zewnętrznych 135 x 90 x 62 mm



Obudowa panelowa, do montażu na szynie TS35. Urządzenie powinno być zainstalowane wewnątrz dodatkowej obudowy zewnętrznej, np. rozdzielniczy naściennej. Kategoria klimatyczna dodatkowej obudowy zewnętrznej musi być dostosowana do warunków panujących w miejscu instalacji. Urządzenie jest dostarczane bez okablowania (w tym także kabla do połączenia z zasilaniem), jako podzespół do instalacji przez osobę upoważnioną.

14 Komunikacja Modbus

Interfejs

Przed przyłączeniem regulatora do magistrali Modbus RTU należy ustawić unikalny adres węzła w menu regulatora **SEt** > **Adr** oraz parametry transmisji dostępne w menu **SEt** > **buS**. Komunikacja Modbus RTU może być prowadzona przez opcjonalny port RS-485, bądź przez interfejs USB. Modbus RTU przez port RS-485 umożliwia łączenie wielu modułów Modbus na wspólnej linii RS-485. Komunikacja w wykorzystaniem protokołu Modbus RTU jest wspierana przez większość programów typu SCADA, np. program LAB-EL LBX.

buS	Parametry transmisji
0	Protokół prywatny – komunikacja tylko przez USB
1	Modbus RTU – 19200 8E1
2	Modbus RTU – 19200 8N1
3	Modbus RTU – 9600 8E1
4	Modbus RTU – 9600 8N1

Adresowanie

Protokół Modbus definiuje kilka przestrzeni numeracyjnych rejestrów. W LB-474A3 wykorzystano jedynie przestrzeń rejestrów *Input* (w programie LBX należy zaznaczyć opcję „*tylko do odczytu*”). Starsze programy komunikacyjne mogą stosować konwencję Modicona, w której rejestry *Input* były numerowane od 30001 wzwyż (niekiedy również od 300001 wzwyż). W programie LBX należy wybrać opcję „*Protokołowy adres danych*” i wpisywać adresy podane w poniższym opisie rejestrów.

Rejestry, które oznaczono przez *rej / D*, są rejestrami podwójnymi i należy do ich odczytu stosować przesłania grupowe – nie można odczytywać osobno rejestru *rej* i *rej+1*. Przy interpretowaniu wartości całkowitych zapisanych w rejestrach podwójnych należy konsekwentnie stosować regułę *big endian*: jako pierwszy transmitowany jest rejestr bardziej znaczący. W programie LBX należy wybrać typ „*32 bity ze znakiem*” bądź „*32 bity bez znaku*” oraz „*kolejność bajtów ABCD*”.

Rejestry, które oznaczono przez *rej / F*, są rejestrami podwójnymi w formacie zmiennoprzecinkowym IEEE-754. Podobnie jak rejestry */D* muszą być czytane przy wykorzystaniu przesłań grupowych. W programie LBX należy wybrać typ „*float*” oraz „*kolejność bajtów CDAB*”.

Implementacja Modbus-RTU w urządzeniu wspiera przesłania grupowe od 2 do 13 rejestrów.

Rejestry

Rejestr	Opis
0	Identyfikator urządzenia
Stała wartość 1140, w zapisie szesnastkowym jest to 0474 _{hex}	

Rejestr	Opis
2	Numer fabryczny
Wartość w zakresie 1... $FFFF_{hex}$	

Rejestr	Opis
42 / D	Wersja oprogramowania firmware
Stała wartość $GHIJKLMN_{hex}$, gdzie GH.IJ koduje aktualną wersję firmware KL jest 00 $_{hex}$, a MN jest różne od zera dla niestandardowych wykonań urządzenia. Np. wartość 01040002 $_{hex}$ będzie oznaczała wersję firmware B.1.4.	

Rejestr	Opis
100 / D	Wartość temperatury T1. Wartość jest podana w setnych °C.
Podwójny 32-bitowy rejestr, który należy czytać jednym rozkazem. Kodowanie ujemnej temperatury w U2. Pierwszy rejestr przenosi bardziej znaczące słowo wartości temperatury (konwencja <i>big endian</i>). Przykładowo odczyt $FFFFFFB1_{hex}$ oznacza temperaturę -0.79°C ; a odczyt $0000A649_{hex}$ oznacza wartość $+425.69^{\circ}\text{C}$.	

Rejestr	Opis
102 / D	Wartość temperatury T2. Wartość jest podana w setnych °C.
Uwagi jak dla rejestru 100.	

Rejestr	Opis
104 / D	Wartość wilgotności względnej w setnych częściach %.
Podwójny 32-bitowy rejestr, który należy czytać jednym rozkazem. Odczyty w zakresie 00000000_{hex} – 00002706_{hex} , co odpowiada wartościom wilgotności od 0.00 % do 99.90 %. Format zgodny z rozpoznawanym w LBX typem „32 bity bez znaku”.	

Rejestr	Opis
106 / D	Wartość różnicy temperatur $T1 - T2$. Wartość jest podana w setnych °C.
Uwagi jak dla rejestru 100.	

Rejestr	Opis
108 / D	Wartość średniej z temperatur $T1$ i $T2$. Wartość jest podana w setnych °C.
Uwagi jak dla rejestru 100.	

Rejestr	Opis
110	Flagi błędów pomiarów. Rejestr reprezentujący bitowo błędy pomiarów.
bit 0 – błąd pomiaru temperatury 1	
bit 1 – błąd pomiaru wilgotności	
bit 5 – błąd pomiaru temperatury 2	

Rejestr	Opis
111	Wartość temperatury T1. Wartość wyrażona w dziesiątych °C
Wartość temperatury T1 zaokrąglona do dziesiątych. Wynik zapisany w pojedynczym rejestrze. Wartości ujemne kodowane w U2, przykładowo: odczyt wartości $00B4_{hex}$ oznacza temperaturę 18.8°C ; odczyt wartości $FFFF_{hex}$ oznacza temperaturę -0.1°C . Format zgodny z rozpoznawanym w LBX typem „16 bitów ze znakiem”.	

Rejestr	Opis
112	Wartość temperatury T2. Wartość wyrażona w dziesiątych °C.
Uwagi jak dla rejestru 111.	

Rejestr	Opis
113	Wartość wilgotności względnej wyrażona w dziesiątych %.
Wartość wilgotności po zaokrągleniu do dziesiątych %. Format zgodny z rozpoznawanym w LBX typem „16 bitów bez znaku”.	

Rejestr	Opis
114	Wartość różnicy temperatur T1 – T2 wyrażona w dziesiątych °C.
Uwagi jak dla rejestru 111.	

Rejestr	Opis
115	Wartość średniej z temperatur T1 i T2. Wartość jest podana w dziesiątych °C.
Uwagi jak dla rejestru 111.	

Rejestr	Opis
120 / F	Wartość temperatury T1. Wartość jest podana w °C.
Podwójny 32-bitowy rejestr, który należy czytać jednym rozkazem. Wartość zapisana w notacji zmiennoprzecinkowej IEEE-754 (float). Pierwszy rejestr przenosi mniej znaczące słowo wartości (konwencja <i>little endian</i>) i jest to format zgodny z rozpoznawanym przez LBX typem „float”.	

Rejestr	Opis
122 / F	Wartość temperatury T2. Wartość jest podana w °C.
Uwagi jak dla rejestru 120.	

Rejestr	Opis
124 / F	Wartość wilgotności względnej. Wartość jest podana w %.
Uwagi jak dla rejestru 120.	

Rejestr	Opis
126 / F	Wartość różnicy temperatur T1 – T2. Wartość jest podana w °C.
Uwagi jak dla rejestru 120.	

Rejestr	Opis
128 / F	Wartość średniej temperatur T1 i T2. Wartość jest podana w °C.
Uwagi jak dla rejestru 120.	

Rejestr	Opis
200	Bity błędów zmiennych czytanych przez opcjonalne wejście S300 #1.
bit 0 – błąd pomiaru parametru A bit 1 – błąd pomiaru parametru B bit 2 – błąd pomiaru parametru C	

Rejestr	Opis
201	Wartość zmiennej A czytanej przez opcjonalne wejście S300 #1.
Wartość podana z taką samą rozdzielczością jak zmienna ramki S300 (typowo 0.1)	

Rejestr	Opis
202	Wartość zmiennej B czytanej przez opcjonalne wejście S300 #1.
Uwagi jak dla rejestru 201.	

Rejestr	Opis
203	Wartość zmiennej C czytanej przez opcjonalne wejście S300 #1.
Uwagi jak dla rejestru 201.	

Rejestr	Opis
204	Bity błędów zmiennych czytanych przez opcjonalne wejście S300 #2.
bit 0 – błąd pomiaru parametru A bit 1 – błąd pomiaru parametru B bit 2 – błąd pomiaru parametru C	

Rejestr	Opis
205	Wartość zmiennej A czytanej przez opcjonalne wejście S300 #2.
Uwagi jak dla rejestru 201.	

Rejestr	Opis
206	Wartość zmiennej B czytanej przez opcjonalne wejście S300 #2.
Uwagi jak dla rejestru 201.	

Rejestr	Opis
207	Wartość zmiennej C czytanej przez opcjonalne wejście S300 #2.
Uwagi jak dla rejestru 201.	

15 Uwagi eksploatacyjne

15.1 Panel LB-474A3

Dla sterownika LB-474A3 nie stosuje się żadnych okresowych czynności serwisowych.



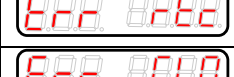

15.2 Psychrometr

Jeśli do panelu przyłączono psychrometr (np. typu LB-754PAY) użytkownik musi zadbać o dobrą stan jego elementów.

- Zbiorniczek psychrometru powinien być napełniony wodą. Niedobór należy uzupełniać wodą destylowaną / demineralizowaną.
- Knot psychrometru musi być czysty i mokry. Okresowe wymiany są konieczne ze względu na zbieranie się zanieczyszczeń z wody i powietrza oraz możliwość zagrzybienia. Brudny knot powoduje przekłamania w pomiarze.
- Wiatraczek powinien być sprawny, jego zasilanie włączone, a otwór nawiewowy obudowy powinien umożliwiać przepływ powietrza.










16 Sytuacje awaryjne

16.1 Sygnalizowane błędy

	Err CN1	Błąd fabrycznych danych kalibracji i konfiguracji. Konieczna interwencja serwisu
	Err CN2	Błąd konfiguracji urządzenia. Błąd naprawialny przez użytkownika.
	Err rtc	Błąd komunikacji z zegarem RTC. Konieczna interwencja serwisu
	Err CLO	Zegar RTC nie jest ustawiony.

16.2 Naprawa błędu Err CN2

Komunikat **Err CN2** sygnalizuje że w obszarze pamięci konfiguracji nastąpiła utrata danych. Procedura zerowania pamięci konfiguracji przebiega następująco:

1. Wyłączyć zasilanie urządzenia.
2. Wcisnąć kombinację klawiszy **TAK** –  –  i trzymając je wciśnięte włączyć zasilanie urządzenia.
3. Urządzenie uruchamia się w trybie serwisowym – komunikat .
4. Wcisnąć klawisz **MENU**.
5. Klawiszem  wybrać procedurę serwisową:
 - 1 – wyzerowanie tylko tych obszarów konfiguracji, które zostały uszkodzone
 - 2 – wyzerowanie całej konfiguracji
6. Wcisnąć klawisz **MENU**.
7. Pojawia się żądanie podania kodu zabezpieczającego – komunikat .
8. Operując klawiszem  - zwiększanie cyfry oraz **MENU** – przejście do kolejnej cyfry, należy ustawić kod .
9. Zaakceptowanie klawiszem **MENU** ostatniej cyfry uruchamia procedurę, która kończy się komunikatem  dla poprawnego wykonania, bądź  jeśli wystąpił błąd.

Uwaga: W trybie serwisowym urządzenie oczekuje na wciśnięcie klawisza przez kilka sekund. Brak wciśnięcia klawisza spowoduje samoczynne zresetowanie urządzenia.