



JOTAFAN
www.jotafan.pl



Producent:

SYSTEMY KONTROLNO-POMIAROWE JOTA s.c.
30-418 Kraków, ul. Zakopiańska 9
tel. (12) 269-18-77, fax 266-35-11 w.201
e-mail: jota@kr.onet.pl www.skp-jota.pl

systemy sterowania mikroklimatem

TERMISTAT-3

MIKROPROCESOROWY REGULATOR TEMPERATURY

**Opis techniczny
Instrukcja montażu i eksploatacji**

Kraków 2004
Wydanie czwarte

Uwaga !

Przed przystąpieniem do montażu i użytkowania urządzenia należy dokładnie zapoznać się z niniejszą instrukcją i ściśle stosować do jej treści!

Instalacja elektryczna, do której jest dołączone urządzenie MUSI POSIADAĆ zgodne z aktualnymi przepisami, sprawne technicznie obwody ochrony przeciwporażeniowej. Musi posiadać także przynajmniej drugi stopień ochrony przeciwprzepięciowej.

Urządzenie jest przeznaczone do pracy ciągłej i nie posiada wyłącznika zasilania. Jeżeli zachodzi potrzeba wyłączania urządzenia, należy zainstalować wyłącznik zewnętrzny.

UWAGA !!!

Wszelkie prace związane z montażem i uruchomieniem urządzenia powinna wykonywać osoba posiadająca odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia. Jakiegokolwiek elektryczne czynności łączeniowe oraz prace mechaniczne (elektromechaniczne) przy urządzeniu Z DOŁĄCZONYM ZASILANIEM SĄ NIEDOPUSZCZALNE.

GROŻĄ PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM – ZAGROŻENIEM ZDROWIA LUB ŻYCIA

Przed przystąpieniem do prac wyłączyć napięcie zasilania, wykonać widoczną przerwę w obwodzie elektrycznym zasilania urządzenia i upewnić się o braku napięcia.

Instalacja elektryczna, do której jest dołączone urządzenie wymaga okresowych przeglądów i badań!

Spis treści

1.	Opis ogólny.....	5
2.	Dane techniczne i wymagania sprzętowe	5
3.	Montaż i dołączenie regulatora do instalacji elektrycznej.....	6
4.	Funkcje mikroprzełączników.....	8
5.	Załączenie zasilania regulatora	9
6.	Podstawowe funkcje wyświetlacza i klawiatury	10
7.	Nastawy regulatora.....	11
8.	Zasada pracy regulatora	14
9.	Funkcja przewietrzania	16
10.	Kontrola błędów pracy, komunikaty awaryjne.....	17

1. Opis ogólny

Regulator TERMISTAT-3 jest urządzeniem służącym do utrzymywania temperatury w pomieszczeniu na stałym, zadanym poziomie poprzez płynną regulację mocy urządzenia schładzającego lub nagrzewającego (np. wentylatora napędzanego jednofazowym silnikiem indukcyjnym lub elektrycznego promiennika podczerwieni).

Tryb pracy (schładzanie lub nagrzewanie) oraz inne, krytyczne parametry regulacji są ustawiane za pomocą sześciu mikroprzełączników umieszczonych na płycie czołowej wewnątrz obudowy regulatora. Pozostałe parametry są przechowywane w pamięci nieulotnej, ich doboru dokonuje się z klawiatury podczas pracy urządzenia.

Pomiar temperatury odbywa się za pomocą cyfrowej czujki połączonej z regulatorem kablem czterożyłowym. Komunikacja pomiędzy regulatorem i czujką jest dwukierunkowa, co zapewnia ciągłą kontrolę poprawności jej pracy. Czujka jest dostarczana wraz z regulatorem (długość kabla ok. 70 cm). Maksymalna długość kabla: 100 metrów. Przy długości większej, niż 2 metry konieczne jest zastosowanie kabla ekranowanego, którego ekran jest połączony z dodatkowym zaciskiem w regulatorze (oznaczonym EKR).

2. Dane techniczne i wymagania sprzętowe

Dane techniczne

Napięcie zasilania	230 V, 50 Hz
Klasa ochrony przeciwporażeniowej	I
Największy ciągły prąd obciążenia	3 A
Bezpiecznik w obwodzie zasilania	wkładka topikowa aparatuowa, ceramiczna 3.15 A, 250 V o zdolności łączeniowej co najmniej 1500 A
Temperatura otoczenia regulatora podczas pracy	0 ÷ 50 °C
Wilgotność względna otoczenia	10 ÷ 90 % (bez kondensacji)
Typ regulacji	fazowa
Zakres nastaw temperatury	-5 °C ÷ +50 °C
Rozdzielczość nastawy i wyświetlania temperatury	0.1 °C
Dokładność pomiaru temperatury	± 0.5 °C (w zakresie temperatur +10 ÷ +50 °C)
Pobór mocy przez regulator (bez dołączonych odbiorników)	max. 2.3 VA
Stopień szczelności obudowy	IP 55
Wymiary obudowy (szer. x wys. x grub., z uwzgl. przepustów)	130 x 190 x 85 mm

Wymagania sprzętowe

Przewód do czujki temperatury	4 x min. 0.14mm ² w ekranie (max. 100 mb)
--------------------------------------	--

3. Montaż i dołączenie regulatora do instalacji elektrycznej

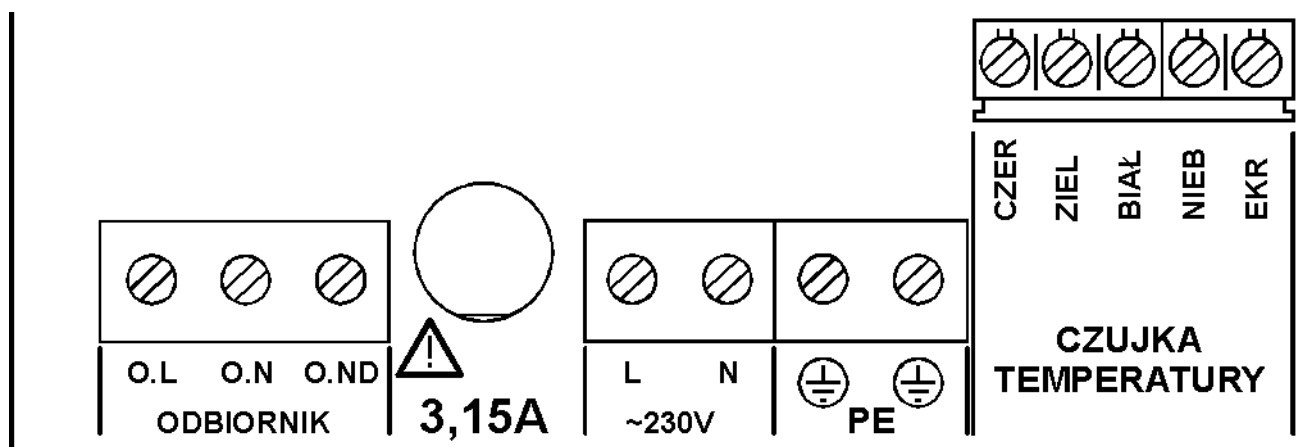
UWAGA! Regulator TERMISTAT-3 jest przeznaczony do montażu przez osobę posiadającą stosowną wiedzę i doświadczenie w zakresie prac elektrycznych i mechanicznych, a także formalne uprawnienia w zakresie elektryki.

UWAGA! Przed przystąpieniem do prac wyłączyć napięcie zasilania, wykonać widoczną przerwę w obwodzie elektrycznym zasilania urządzenia i upewnić się o braku napięcia!

- § Regulator jest zabudowany w obudowie elektrotechnicznej z tworzywa sztucznego do mocowania naściennego na płaszczyźnie pionowej.
- § Doprowadzenie kabli instalacji elektrycznej odbywa się poprzez przepusty kablowe (tzw. „dławiki”) w dolnej części obudowy.
- § Połączenia elektryczne wewnątrz regulatora należy wykonać zgodnie z zamieszczonymi rysunkami oraz opisem.

Aby zamocować regulator na ścianie (płaszczyźnie) należy:

- § Otworzyć pokrywę obudowy poprzez obrót śrub z tworzywa sztucznego na pokrywie.
- § Przykręcić obudowę do ściany poprzez otwory w narożnikach obudowy, przepustami dla kabli w dół.



Rys. 1: Rozmieszczenie zacisków połączeniowych regulatora TERMISTAT-3

UWAGA! Należy pamiętać o dołączeniu przewodów PE kabli zasilania i odbiornika. Praca regulatora bez dołączonych przewodów PE jest NIEDOPUSZCZALNA! Grozi uszkodzeniem urządzeń, porażeniem prądem elektrycznym lub ŚMIERCIA!

Aby dołączyć urządzenie do instalacji elektrycznej i obwodów sterowania należy:

- 1) Wprowadzić kable: zasilający i odbiornika w odpowiednie przepusty w dolnej części obudowy regulatora.
- 2) Wprowadzić kabel czujki temperatury przeznaczonym dla niego przepustem (o średnicy mniejszej od pozostałych). Czujkę należy dołączyć zgodnie z opisem kolorów przewodów na płytce przy listwie zaciskowej oznaczonej **CZUJKA TEMPERATURY**.

Napis: CZER oznacza kolor czerwony, napis ZIEL – kolor zielony, napis BIAŁ – kolor biały, napis NIEB – kolor niebieski, napis EKR – ekran kabla czujki.

W przypadku dołączenia czujki do regulatora bez przedłużania jej kabla zacisk EKR jest nie-

wykorzystany.

UWAGA! Niewłaściwe podłączenie czujki grozi uszkodzeniem czujki oraz regulatora!

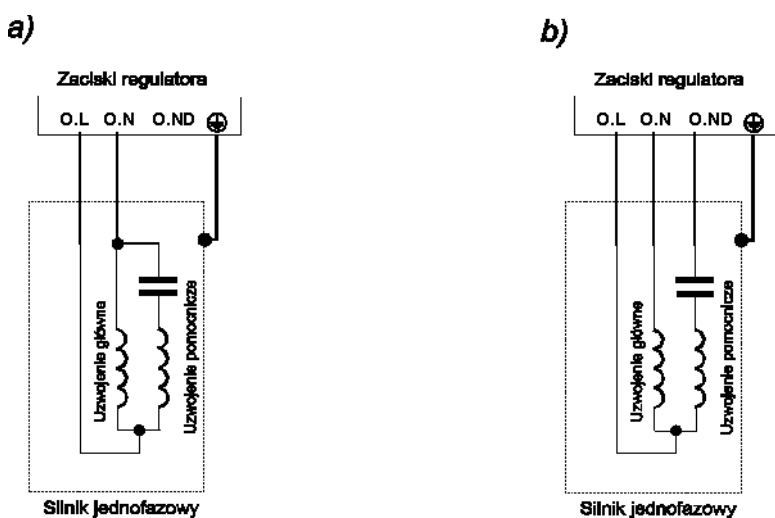
- 3) Jeżeli w obiekcie występują silne zaburzenia elektromagnetyczne powodujące zakłócenia w pracy czujki należy uziemić ekran czujki (doprowadzić przewód od uziomu do zacisku EKR) dołączyć go do przewodu PE o ile przewód ten nie jest źródłem zaburzeń.
- 4) **Przewody ochronne PE (powinny być koloru żółto-zielonego) dołączyć do zacisków oznaczonych \oplus .**
- 5) Przewody kabla odbiornika dołączyć do zacisków oznaczonych **ODBIORNIK** z zachowaniem biegunowości (według Rys. 2). Na Rys. 2 przedstawiono dwa sposoby dołączenia silnika asynchronicznego jednofazowego. Rys. 2a) przedstawia powszechnie stosowane, standardowe dołączenie silnika, a Rys. 2b) przedstawia dołączenie mające na celu zwiększenie momentu obrotowego silnika pracującego przy małym i średnim poziomie regulacji. W przypadku promiennika podczerwieni należy go dołączyć według Rys. 2a).
- 6) Przewody kabla zasilającego: fazowy (liniowy) i neutralny dołączyć do zacisków oznaczonych **~230V** z zachowaniem biegunowości: przewód neutralny (przewód neutralny powinien być koloru niebieskiego) do zacisku oznaczonego **N** przewód fazowy do zacisku oznaczonego **L**.

UWAGA! Jednofazowy silnik asynchroniczny można dołączyć na dwa sposoby:

- A. Standardowo, za pomocą kabla trójprzewodowego (L, N, PE).
- B. Układ ze zwiększonym momentem napędowym, za pomocą kabla czteroprzewodowego (L, N, ND, PE); ten sposób zapewnia lepszą pracę silnika szczególnie przy małych i średnich obrotach.

Standardowy (A.) układ połączeń silnika przedstawiono na Rys. 2a). Nie pokazano tam dołączenia przewodu PE, który należy dołączyć do odpowiedniego zacisku, oznaczonego \oplus w puszcze połączeniowej silnika. Przewody oznaczone L i N należy dołączyć odpowiednich zacisków w puszcze połączeniowej silnika (Rys. 2a).

Układ połączeń silnika ze zwiększonym momentem napędowym silnika (B.) przedstawiono na Rys. 2b).



Rys. 2 Schemat dołączenia silnika asynchronicznego jednofazowego:
a) standardowy
b) ze zwiększeniem momentu napędowego przy małym i średnim poziomie regulacji

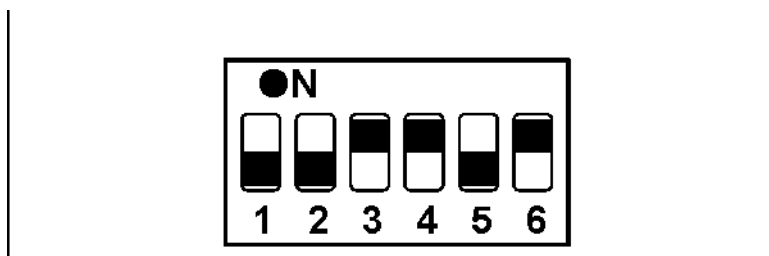
UWAGA! W celu uzyskania tego układu należy odpowiednio zmodyfikować schemat połączeń uzwojeń silnika. Powinna to wykonać osoba posiadająca stosowną wiedzę i doświadczenie, a także formalne uprawnienia w zakresie elektryki.

UWAGA! Przy układzie połączeń B. uzwojenie pomocnicze silnika zasilane jest przez cały czas. W celu całkowitego wyłączenia silnika należy zastosować zewnętrzny wyłącznik zasilania regulatora.

UWAGA! Po wykonaniu połączeń elektrycznych należy sprawdzić ich poprawność i zgodność ze schematem elektrycznym. Załączenie napięcia zasilania bez sprawdzenia poprawności połączeń elektrycznych jest **NIEDOPUSZCZALNE!** Grozi uszkodzeniem regulatora, współpracujących urządzeń, pożarem, porażeniem prądem elektrycznym lub **ŚMIERCIA!**

4. Funkcje mikroprzełączników

W celu zapewnienia lepszej ochrony krytycznych parametrów pracy regulatora niektóre ustawienia są dokonywane za pomocą sześciu mikroprzełączników umieszczonych wewnątrz obudowy na płycie czołowej. Przełączniki są ponumerowane oraz posiadają wyraźnie oznaczoną pozycję załączenia (ON). Zmiana nastaw mikroprzełączników jest uwzględniana przez mikrokontroler automatycznie. Na Rys. 3 przedstawiono położenie mikroprzełączników na płycie czołowej wraz z przykładowymi pozycjami.



Rys. 3 Położenie mikroprzełączników na płycie czołowej wraz z przykładowymi pozycjami: mikroprzełączniki 1, 2, 5 w poz. OFF, mikroprzełączniki 3, 4, 6 w poz. ON

Funkcje mikroprzełączników:

Mikroprzełącznik nr 1: *Wybór trybu pracy z dołączonym urządzeniem:*

OFF tryb wentylatorowy
ON tryb promiennikowy

Obydwa tryby pracy, poza odwróceniem logiki sterowania, są identyczne. Szczegółowe omówienie znajduje się w rozdziałach dotyczących nastaw i algorytmu regulacji.

Mikroprzełącznik nr 2: *Blokada zatrzymania procesu regulacji:*

OFF zatrzymanie procesu dozwolone
ON zatrzymanie procesu zablokowane

W położeniu ON nie ma możliwości wyłączenia procesu regulacji. Wykrycie stanu załączonego przy jednoczesnej nieaktywności procesu powoduje jego załączenie i zapisanie stanu aktywności w pamięci.

UWAGA! *Blokada wyłączenia procesu regulacji ma na celu uniemożliwienie przypadkowego zatrzymania procesu. Oznacza to również brak możliwości wyłączenia pracujących odbiorników przyciskiem START/STOP na obudowie regulatora. Jeżeli Użytkownik będzie korzystał z opcji blokady wyłączenia procesu zaleca się zastosowanie zewnętrznego wyłącznika zasilania regulatora.*

Mikroprzełącznik nr 3: *Blokada wyłączenia minimum regulacji:*

- OFF zezwolenie sprowadzenie nastawy Str do wartości zerowej
ON ograniczenie dolnego zakresu zmiany nastawy Str do wartości 1 %

Mikroprzełącznik nr 4: *Wybór opcji przewietrzania:*

- OFF opcja przewietrzania nie wybrana
ON opcja przewietrzania wybrana

W wypadku wybrania opcji przewietrzania jest ono załączane cyklicznie z określonymi parametrami pod warunkiem załączenia procesu regulacji i pozostawiania wentylacji przez określony czas na poziomie minimum regulacji. Szczegółowy opis funkcji przewietrzania znajduje się w rozdziale „Funkcja przewietrzania”.

Mikroprzełączniki nr 5 i 6: *Wybór domyślnej wartości temperatury zadanej.*

W wypadku wykrycia nieprawidłowej wartości temperatury zadanej w pamięci nieulotnej, zostaje przyjęta wartość domyślna, którą można ustawić za pomocą kombinacji omawianych mikroprzełączników. Dla poszczególnych ustawień wartości są następujące:

Mikroprzełącznik nr 5	Mikroprzełącznik nr 6	Temperatura zadana
OFF	OFF	15 °C
ON	OFF	20 °C
OFF	ON	25 °C
ON	ON	30 °C

UWAGA! *Po zainstalowaniu regulatora należy wybrać przełącznikami 5 i 6 temperaturę najbardziej zbliżoną do utrzymywanej w obiekcie. Zmniejszą to skutki awarii spowodowanej uszkodzeniem nastawy temperatury zadanej w regulatorze.*

Stan mikroprzełączników jest odczytywany w sposób ciągły podczas pracy regulatora. W celu ochrony odczytu przez zakłóceniami wymagane jest odczytywanie stabilnego stanu każdego mikroprzełącznika przez jedną sekundę. Podczas załączenia zasilania regulatora jest wyświetlana kompletna informacja o stanie wszystkich przełączników, zmiana stanu w trakcie pracy powoduje wyświetlenie części informacji dotyczących zmienionego przełącznika. Szczegółowy opis wyświetlanych informacji znajduje się na początku następnego rozdziału.

5. **Załączenie zasilania regulatora**

Po sprawdzeniu poprawności połączeń w instalacji elektrycznej regulatora i czujki temperatury oraz ich zgodności ze schematem elektrycznym można załączyć napięcie zasilania.

Po załączeniu, na wyświetlaczu ukazują się kolejno, w kilkusekundowych odstępach, następujące informacje:

- § Typ urządzenia – t.03: TERMISTAT-3
- § Tryb pracy – FAN: wentylator albo HEA: promiennik (stan mikroprzełącznika nr 1)
- § Stan mikroprzełączników nr 2, 3, 4 – ☐: wyłączony (OFF) / ☐: załączony (ON)
- § Domyślna wartość temperatury zadanej: °25 (wartość przykładowa, stan mikroprzełączników nr 5, 6)
- § Temperatura zadana

W czterech pierwszych przypadkach lampka LED świeci ciągle, przy wyświetlaniu temperatury zadanej lampka miga z częstotliwością kilka razy na sekundę.

Po zakończeniu prezentacji powyższych informacji wyświetlacz przechodzi do stanu spoczynkowego. W stanie spoczynkowym jest wyświetlana temperatura bieżąca. Lampka LED z prawej strony wskazuje stan procesu regulacji (świecenie oznacza proces załączony, brak świecenia – proces wyłączony).

Jeżeli przed ostatnim wyłączeniem zasilania lub restartem mikrokontrolera regulatora był załączony proces regulacji, zostaje on wznowiony.

6. Podstawowe funkcje wyświetlacza i klawiatury

Trzypozycyjny wyświetlacz, umieszczony na płycie czołowej regulatora, służy do wskazywania temperatury bieżącej, a podczas edycji nastaw do wyświetlania ich nazw i wartości. Lampka z prawej strony wyświetlacza służy do wskazywania aktywności procesu regulacji (ciągle świecenie) oraz stanu edycji nastaw (miganie). Poniżej opisano podstawowe funkcje przycisków.

PLUS, MINUS

- § Zmiana wartości temperatury zadanej w stanie spoczynkowym wyświetlacza
- § Przechodzenie pomiędzy poszczególnymi nastawami
- § Zmiana wartości w stanie edycji nastawy

SET

- § Przejście do trybu przeglądania nastaw
- § Wybór bieżącej nastawy do edycji
- § Zatwierdzenie zmiany aktualnie edytowanej nastawy

START / STOP

- § Załączenie i wyłączenie procesu regulacji (jeżeli zezwala na to mikroprzełącznik nr 2, rozdział „Funkcje mikroprzełączników”). Wymaga przytrzymania przycisku przez trzy sekundy w stanie spoczynkowym wyświetlacza, aż do zaświecenia lampki LED jeśli była zgaszona lub jej zgaszenia, jeśli była zaświecona.
- § W stanie spoczynkowym wyświetlacza doraźny podgląd poziomu sterowania (wyświetlany przez pół sekundy)
- § Anulowanie edycji wybranej nastawy (przywrócona wartość nastawy sprzed edycji, o ile nie została zapisana przyciskiem SET)
- § Powrót z przeglądania nastaw do stanu spoczynkowego

Oprócz stanu spoczynkowego wszystkie stany pracy wyświetlacza są chwilowe. Z wyjątkiem wyraźnie opisanych sytuacji, po dziesięciu sekundach od zaprzestania akcji klawiaturowych następuje samoczynny powrót do stanu spoczynkowego. W wypadku powrotu z edycji nastawy następuje jej anulowanie i przywrócenie poprzedniej wartości. Uwaga ta dotyczy również zmiany temperatury zadanej, która musi być potwierdzona przyciskiem SET.

Ustawianie temperatury zadanej odbywa się przyciskami PLUS i MINUS bezpośrednio ze stanu spoczynkowego wyświetlacza. Pierwsze naciśnięcie powoduje wyświetlenie aktualnej wartości i wprowadzenie trybu edycji (miganie lampki LED). Następne naciśnięcia powodują zmianę temperatury co 0.1 °C w granicach $-5 \div +50$ °C. Przyciski PLUS i MINUS są repetycyjne – przytrzymanie przycisku przez pół sekundy powoduje cykliczne powtarzanie jego akcji. W wypadku zmiany wartości nastaw dłuższe przytrzymanie (ok. 5 sekund) powoduje dziesięciokrotne przyspieszenie zmian.

7. Nastawy regulatora

Dostęp do nastaw regulatora uzyskuje się przyciskiem SET ze stanu spoczynkowego wyświetlacza. Następuje wówczas wejście w tryb przeglądania nastaw oraz wyświetlenie minimum regulacji. Przyciski PLUS i MINUS w tym trybie powodują cykliczne przechodzenie pomiędzy kolejnymi nastawami.

Przejsie do edycji wybranej nastawy następuje po ponownym naciśnięciu przycisku SET. Zostaje wówczas wyświetlona wartość nastawy, a lampka zaczyna migać. Przyciski PLUS i MINUS powodują zmianę wartości z krokiem i w granicach właściwych dla danej pozycji. W wypadku nastaw związanych bezpośrednio ze sterowaniem dołączonym urządzeniem następuje podanie odpowiedniego sterowania na wyjście regulatora (tylko na czas edycji). Zatwierdzenie nowej wartości następuje poprzez kolejne wciśnięcie przycisku SET, anulowanie zmian dokonuje się przyciskiem START / STOP. W obydwu przypadkach następuje powrót do przeglądania nastaw. Szybkie opuszczenie przeglądania i powrót do stanu spoczynkowego następuje poprzez kolejne wciśnięcie przycisku START / STOP. Wprowadzone nowe wartości nastaw zaczynają obowiązywać od chwili zatwierdzenia pod warunkiem, że aktualny stan procesu regulacji na to zezwala. Przykład: zmiana czasu aktywności przewietrzania wprowadzona w trakcie jego trwania zacznie obowiązywać dopiero w następnym cyklu.

UWAGA! *Zapis nastaw do pamięci nieulotnej następuje dopiero w momencie przejścia do stanu spoczynkowego. Jeżeli w tym czasie nastąpi zanik zasilania regulatora – nastawy mogą nie zostać zapisane. W przypadku wystąpienia tej sytuacji należy jeszcze raz zweryfikować nastawy i zapisać je w pamięci nieulotnej poprzez przejście do trybu spoczynkowego. Zapis do pamięci jest sygnalizowany chwilowym wygaszeniem wyświetlacza i wyłączeniem sterowania odbiornika.*

UWAGA! *Jeżeli nastąpiła zmiana nastaw przedziału zabronionego może nastąpić autokorekcja minimum regulacji (nastawa Str) i poziomu przewietrzania (nastawa Pr.P).*

UWAGA! *Po wykonaniu doboru nastaw zaleca się zapisanie ich w notatniku i przechowanie w celu możliwości ich odtworzenia. Można do tego celu wykorzystać tabelkę przygotowaną na końcu niniejszej instrukcji.*

Dla zabezpieczenia parametrów procesu regulacji przed niepożądanymi zmianami, bezpośrednio po załączeniu zasilania są dostępne tylko temperatura zadana oraz minimum regulacji (nastawa Str).

Odblokowanie dostępu do dalszych nastaw następuje w wyniku przytrzymania przycisku **SET** przez pięć sekund w dowolnym stanie pracy regulatora aż do wyświetlenia (przez trzy sekundy) napisu **SET**. Po tym czasie wyświetlacz powraca do stanu spoczynkowego. Po odblokowaniu stają się dostępne nastawy dotyczące parametrów procesu regulacji oraz przewietrzania, pod warunkiem jego wybrania mikroprzełącznikiem nr 4. Nadal pozostają niedostępne nastawy kalibracji pomiaru temperatury i sterowania mocą.

Odblokowanie dostępu do nastaw kalibracji pomiaru temperatury i sterowania mocą następuje po jednoczesnym wciśnięciu i przytrzymaniu przez piętnaście sekund przycisków **PLUS** i **MINUS** pod warunkiem odblokowania dostępu do poprzednich nastaw (przyciskiem **SET**) aż do wyświetlenia (przez trzy sekundy) napisu **CAL**.

UWAGA! Po doborze nastaw zaleca się zablokowanie dostępu do nich. W tym celu należy wyłączyć i ponownie załączyć zasilanie regulatora lub wymusić jego restart poprzez jednoczesne wciśnięcie i przytrzymanie przycisków **PLUS** i **MINUS** przez dwadzieścia pięć sekund. Zostaje wówczas wyświetlony napis **rSt**, po czasie około dwóch sekund następuje restart (zachowanie regulatora identyczne, jak podczas załączenia zasilania).

W Tabeli nr 1 przedstawiono kolejno wszystkie nastawy z podaniem symbolu opisującego, wartości minimalnej, maksymalnej i kroku zmian, oraz wartości domyślnej, przyjmowanej automatycznie w wypadku stwierdzenia zaburzenia zawartości pamięci.

Tabela nr 1. Nastawy regulatora

Nastawa	Opis nastawy	Symbol	Jednostka	Wartość min.	Wartość maks.	Krok zmiany	Wartość domyślna
Temperatura zadana	Żądana temperatura, którą regulator powinien utrzymać w obiekcie	—	°C	−5.0	+50.0	0.1	15, 20, 25, 30
Minimum regulacji	Najmniejsza wartość regulacji przyjmowana przez regulator	Str	%	0 (1)	100	1	10
Poniższe nastawy są dostępne po odblokowaniu parametrów regulacji (SET)							
Proporcja górna / dolna	Współczynnik proporcji dla temperatury powyżej/poniżej wartości zadanej: zmiana wartości sterowania na jeden stopień odchyłki temperatury bieżącej od wartości zadanej. Kierunek zmiany jest uzależniony od trybu pracy (tryb wentylatorowy/promiennikowy)	UP.H UP.L	%/°C	0	100	1	50
Czas reagowania	Czas reagowania. Oznacza odstęp czasowy (interwał) kroku pomiędzy kolejnymi decyzjami podejmowanymi przez regulator w ramach procesu regulacji (m.in. obliczanie bieżącego poziomu re-	dt.r	min : s	0:01	4:00	0:01	0:10

	gulacji i aktualizacja sterowania wyjścia regulatora). Gdy proces regulacji jest załączony, moment decyzji jest sygnalizowany krótkim przygaśnięciem lampki LED.						
Tolerancja górna / dolna	Górna/dolna granica pasma tolerancji temperatury. Oznacza odchyłkę temperatury bieżącej powyżej/poniżej wartości zadanej, po przekroczeniu której jest uaktywniana składowa progresywna regulacji.	Od.H Od.L	°C	0	10.0	0.1	0.2
Progresja górna / dolna	Szybkość składowej progresywnej regulacji dla temperatury powyżej wartości zadanej plus wartość nastawy Od.H. Realizuje dodanie do poziomu regulacji wartości określonej tą nastawą co każdy krok o interwale określonym nastawą dt.r. Znak dodawanej wartości jest uzależniony od trybu pracy (tryb wentylatorowy / promiennikowy). <u>Dodawanie jest wstrzymywane, jeżeli wystąpi tendencja powrotu temperatury do wartości zadanej (wartość bezwzględna odchyłki jest mniejsza, niż w poprzednim kroku).</u>	dS.H ds.L	%/czas reagowania	0	50	1	0
Nastawy przewietrzania są dostępne po odblokowaniu parametrów regulacji (SET) i po wybraniu opcji przewietrzania (mikroprzełącznik nr 4 w pozycji ON)							
Przewietrzanie przerwa	Czas przerwy pomiędzy cyklami przewietrzania.	Pr.N	godz : min	0:01	4:00	0:01	0:30
Przewietrzanie praca	Czas trwania cyklu przewietrzania.	Pr.A	min : s	0:10	5:00	0:10	2:00
Przewietrzanie poziom	Poziom przewietrzania. Wartość sterowania podawana na wyjście podczas przewietrzania.	Pr.P	%	1	100	1	70
Poniższe nastawy są dostępne po odblokowaniu ustawień kalibracji CAL (wcześniej SET)							
Poziom sterowania 1%	Poziom sterowania wyjścia dla poziomu regulacji 1%. Wartość jest wyświetlana w umownych jednostkach wewnętrznych. Podczas kalibracji należy obserwować pracę dołączonego odbiornika, który jest w tym czasie zasilany z nastawianym poziomem i dobrać żądany, minimalny poziom jego pracy (minimalne obroty wentylatora lub natężenie promieniowania promiennika).	LO.S	—	440	HI.S		6D6
Poziom sterowania 99%	Poziom sterowania wyjścia dla poziomu regulacji 99%. Podczas kalibracji należy dobrać taką wartość, aby osiągnąć niewielką, zauważalne zmniejszenie ob-	HI.S	—	LO.S	E0C		A00

	rotów lub natężenia promieniowania promiennika w stosunku do załączenia z pełną mocą. Można to wykonać z dostateczną dokładnością zwiększając wartość tej nastawy do maksymalnej (EOC), a następnie zmniejszać obserwując pracę odbiornika.						
Przedział zabr. dół	Dolna granica „przedziału zabronionego”, który jest omijany przez sterowanie. Funkcja przeznaczona dla współpracy z wentylatorem. Umożliwia wyeliminowanie wartości sterowań niekorzystnych dla pracy wentylatora. (np. wzrost pobieranego prądu ponad wartość znamionową). Jeżeli wartość obliczona z warunków realizowanego procesu znajduje się wewnątrz przedziału zabronionego, wówczas przyjmowana jest granica dolna (poniżej środka przedziału) lub górna (powyżej środka przedziału). <u>Domyślnie ustawione jednakowe granice przedziału zabronionego powodują jego wyłączenie.</u>	LO.N	%	1	HI.N	1	25
Przedział zabr. góra	Górna granica „przedziału zabronionego”.	HI.N	%	LO.N	100	1	25
Korekcja temperatury	do temperatury mierzonej przez czujkę jest dodawana wartość OFS	OFS	°C	-9.9	+9.9	0.1	0.0

8. Zasada pracy regulatora

Poziom regulacji jest wyznaczany w oparciu o trzy składowe: minimum regulacji, składową proporcjonalną oraz składową progresywną i jest sumą, ograniczoną od dołu wartością minimum regulacji (w szczególności wyłączenie odbiornika), a od góry wartością 100% (załączenie odbiornika na pełną moc).

Minimum regulacji

Ustawiane bezpośrednio nastawą **Str**, określa minimalny poziom sterowania przekazywany na wyjście podczas pracy procesu regulacji. Jest to zarazem wyjściowy poziom regulacji przyjmowany podczas uruchomienia procesu i teoretycznie utrzymywany podczas zerowej odchyłki temperatury od wartości zadanej. W praktyce, w trybie wentylatorowym poziom minimalny jest przyjmowany dla temperatury mniejsej, lub równej wartości zadanej, pod warunkiem prawidłowej współpracy ze składową progresywną. W wypadku wyzerowania wszystkich parametrów regulacji (współczynniki proporcji oraz szybkości progresji) stanowi jedyny składnik wyjściowego poziomu sterowania. Przy trybie promiennikowym ten składnik określa minimalny poziom ogrzewania obiektu utrzymywany również przy temperaturze wyższej od zadanej.

Składowa proporcjonalna

Reaguje bezpośrednio na bieżącą wartość odchyłki temperatury od wartości zadanej. Wartość odchyłki jest mnożona przez odpowiedni współczynnik (UP.H lub UP.L, zależnie od znaku odchyłki) a następnie przyjmowana ze znakiem narzuconym przez tryb pracy (wentylatorowy lub promiennikowy). W trybie wentylatorowym, temperatura wyższa, niż zadana podnosi poziom regulacji, niższa obniża. W trybie promiennikowym logika regulacji jest odwrotna. Składowa proporcjonalna reaguje od najmniejszej wartości odchyłki (0.1 °C), jednak ze względu na zaokrąglanie poziomu sterowania w dół do wartości całkowitych, reakcja na niewielkie odchyłki może być niewidoczna w wypadku małych wartości współczynników proporcji; np. dla wartości 5 %/°C, najmniejsza odchyłka wywołująca reakcję wynosi 0.2 °C (zmiana sterowania 1 %).

Składowa progresywna

Uaktywnia się, gdy odchyłka temperatury bieżącej od wartości zadanej przekroczy wartość określoną odpowiednią nastawą Od.H lub Od.L. W każdym kroku regulacji (w odstępach czasowych określonych nastawą dt.r) następuje zmiana poziomu składowej o wartość określoną nastawą odpowiednią do znaku odchyłki (dS.H dla temperatury wyższej, dS.L dla niższej od zadanej). Kierunek zmiany odpowiada logice regulacji wynikającej z wybranego trybu. Wartość składowej progresywnej jest ograniczana do przedziału 0 ÷ 100 %. Działanie składowej progresywnej jest wstrzymywane, jeżeli zostanie stwierdzona tendencja powrotu temperatury do wartości zadanej (wartość bezwzględna odchyłki jest mniejsza, niż w poprzednim kroku).

Po wykonaniu opisanych powyżej obliczeń następuje sumowanie składowych oraz kontrola zakresu. Jeżeli wynikowy poziom sterowania jest mniejszy od nastawionego minimum regulacji, wówczas jest przyjmowana wartość minimum; jeżeli jest większy, niż sto, przyjmowana jest wartość 100 % i następuje pełne załączenie mocy.

Praca w trybie promiennikowym przebiega identycznie, jak w wentylatorowym; następuje jedynie odwrócenie logiki sterowania. W trybie wentylatorowym temperatura wyższa od wartości zadanej powoduje zwiększenie poziomu regulacji, a niższa zmniejszenie. W trybie promiennikowym jest odwrotnie. Należy pamiętać, że oznaczenia H i L w opisach nastaw odnoszą się do znaku odchyłki temperatury od wartości zadanej, a nie do sposobu sterowania! Przykład: nastawa dS.H określa szybkość zmian progresji dla temperatury wyższej od wartości zadanej po przekroczeniu odchyłki określonej nastawą Od.H. W trybie wentylatorowym będzie następowało podnoszenie poziomu regulacji a w trybie promiennikowym obniżanie.

Przy zerowych wartościach nastaw składowej progresywnej realizowany jest algorytm proporcjonalny regulacji. Praktyczne znaczenie posiada wówczas tylko ta nastawa, która powoduje zwiększanie poziomu regulacji (UP.H lub UP.L, zależnie od trybu). Osiągnięcie temperatury zadanej jest możliwe pod warunkiem właściwego dobrania minimum regulacji. Dla trybu wentylatorowego przyjęcie zbyt małej wartości może doprowadzić do ustabilizowania temperatury na poziomie wyższym, gwarantującym uzupełnienie niedoboru wynikającego z wartości minimum. Zbyt duża wartość minimum może spowodować nadmierne przechłodzenie pomieszczenia spowodowane brakiem możliwości obniżenia wentylacji poniżej zadanego poziomu. W trybie promiennikowym wystąpią zjawiska analogiczne do opisanych (w ramach odwrotnej logiki regulacji).

Prawidłowo dobrana składowa progresywna stanowi rozwiązanie dla opisanych wyżej problemów, umożliwiając samoczynne dobranie właściwego poziomu regulacji do warunków panują-

cych w obiekcie. Proces regulacji jest wówczas rozłożony na dłuższy okres czasu, co pozwala na uniezależnienie od chwilowych zmian, spowodowanych np. ruchami powietrza wewnątrz pomieszczenia.

UWAGA! *W żadnym wypadku nie należy dopuszczać do ustawienia jednostronnej progresji (wyzerowanie nastawy progresji w jednym kierunku a pozostawienie w drugim), jak również silnej niesymetrii, zwłaszcza wprowadzającej przewagę dla podnoszenia poziomu regulacji. Może to doprowadzić do ustalenia regulacji na zbyt wysokim poziomie i uniemożliwienia powrotu do właściwych wartości.*

Zatrzymanie procesu regulacji powoduje natychmiastowe wyłączenie wyjścia sterującego, niezależnie od wartości nastawionego czasu reagowania.

9. Funkcja przewietrzania

Funkcja przewietrzania jest przeznaczona do współpracy z wentylatorami i jej celem jest cykliczne wentylowanie pomieszczenia. Może być stosowana jako alternatywa dla minimum regulacji lub jego uzupełnienie. Wybranie funkcji poprzez załączenie (pozycja ON) mikroprzełącznika nr 4 udostępnia trzy nastawy służące do określania parametrów przewietrzania. Zostały one szczegółowo opisane w rozdziale „Nastawy regulatora”.

Działanie funkcji jest następujące:

- § Jeżeli regulacja osiągnie poziom minimum (nastawa **Str**), wówczas rozpoczyna się odliczanie czasu przerwy określonego nastawą **Pr.N**. Odliczanie jest prowadzone niezależnie od nastawionego czasu reagowania (**dt.r**).
- § Jeżeli w trakcie odliczania poziom regulacji wzrośnie, to odliczanie zostaje przerwane i licznik czasu zostaje wyzerowany. Wznowienie odliczania nastąpi po ponownym osiągnięciu przez regulację poziomu minimum.
- § Po zakończeniu odliczania czasu przerwy rozpoczyna się przewietrzanie na wyjście regulatora zostaje podane sterowanie o poziomie określonym nastawą **Pr.P** i jest utrzymywane przez czas określonego nastawą **Pr.A**. W tym czasie proces regulacji zostaje zawieszony; dodatkowo następuje wyzerowanie składowej progresywnej.

UWAGA! *Przewietrzanie nie nastąpi, jeśli poziom sterowania **Pr.P** jest niższy od minimum regulacyjnego **Str**. (wentylator będzie pracował z nastawionym minimum regulacyjnym).*

- § Po zakończeniu przewietrzania następuje przywrócenie procesu regulacji, oraz rozpoczęcie odliczania czasu przerwy na warunkach określonych w pierwszym akapicie niniejszego opisu.

Jakkolwiek realizowany program pracy jest przeznaczony do przewietrzania pomieszczeń z wykorzystaniem wentylacji mechanicznej, pozostaje dostępny również w trybie promiennikowym. Może być wówczas stosowany w celu okresowego dogrzewania w zadanym cyklu.

10. Kontrola błędów pracy, komunikaty awaryjne

Regulator TERMISTAT-3 prowadzi ciągłą autokontrolę poprawności pracy oraz kontrolę poprawności pracy czujki temperatury. Wystąpienie nieprawidłowości wykrytej przez układ kontroli regulatora jest sygnalizowane komunikatem błędu na wyświetlaczu. W tabeli nr 2 został przedstawiony wykaz błędów oraz sposoby postępowania w przypadku ich wystąpienia.

Zastosowany przetwornik cyfrowy dostarcza wraz z wartością temperatury dodatkowe informacje, pozwalające wykryć uszkodzenia toru pomiaru temperatury. Dodatkowo prowadzona jest kontrola wartości temperatury (akceptowane są wartości z przedziału $-40 \div +70$ °C). Wykrycie nieprawidłowości powoduje odrzucenie otrzymanego pomiaru i korzystanie z poprzedniej wartości, natomiast pięć nieprawidłowości występujących bezpośrednio po sobie powoduje wyświetlenie informacji o błędzie w postaci migającego napisu **Er.t.** Wyświetlanie komunikatu blokuje pracę klawiatury. Trwa przez dwadzieścia pięć sekund, po czym następuje restart regulatora, reinicjacja i ponowna kontrola poprawności pracy czujki. Jeżeli wystąpienie błędu nastąpiło w czasie trwania procesu regulacji, wówczas na wyjście sterujące jest podawane minimum regulacji. Podczas restartu regulatora wyjście pozostaje wyłączone. Jeżeli czujka zacznie pracować poprawnie, nastąpi wznowienie sterowania wyjścia zgodnie z procesem regulacji.

Błędami kontrolowanymi przez regulator są zaburzenia zawartości nieulotnej pamięci nastaw. Dla zwiększenia niezawodności pracy regulatora oprogramowanie zostało wyposażone w procedury służące do kontroli poprawności danych i obsługi błędów pamięci. Wystąpienie zaburzenia powoduje wyświetlenie migającego komunikatu, który można skasować naciśnięciem dowolnego przycisku klawiatury.

Tabela nr 2. Wykaz błędów sygnalizowanych przez regulator

Symbol błędu	Sposób postępowania
Er.t	Sprawdzić poprawność działania czujki i kabla łączącego czujkę z regulatorem poprzez bezpośrednie dołączenie czujki do regulatora. Jeżeli po załączeniu zasilania regulatora błąd nie wystąpi – uszkodzony jest kabel (naprawić go lub wymienić na nowy). Jeżeli błąd wystąpi ponownie – sprawdzić poprawność działania czujki i regulatora poprzez dołączenie do regulatora sprawnej technicznie czujki. Jeżeli po załączeniu zasilania regulatora błąd nie wystąpi – uszkodzona jest czujka temperatury (wymienić na sprawną). Jeżeli błąd wystąpi ponownie – uszkodzony jest regulator (odesłać go do naprawy).
E1.1 lub E1.2	Sprawdzić wartość temperatury zadanej i minimum regulacji
E1.3	Przywrócić właściwe wartości temperatury zadanej i minimum regulacji (regulator pracuje z domyślnymi wartościami temperatury i minimum regulacji)
E1.4	Odesłać regulator do naprawy (pracuje z domyślnymi wartościami temperatury i minimum regulacji)
E2.1 lub E2.2	Sprawdzić parametry regulacji (UP.H, UP.L, dS.H, dS.L, Od.H, Od.L, dt.r)
E2.3	Przywrócić właściwe wartości parametrów regulacji (regulator pracuje z domyślnymi wartościami parametrów)
E2.4	Odesłać regulator do naprawy (pracuje z domyślnymi wartościami parametrów)
E3.1 lub E3.2	Sprawdzić ustawienia przewietrzania (Pr.N, Pr.A, Pr.P)
E3.3	Przywrócić właściwe wartości ustawień przewietrzania (regulator pracuje z ustawieniami domyślnymi)
E3.4	Odesłać regulator do naprawy (pracuje z ustawieniami domyślnymi)
E4.1 lub E4.2	Sprawdzić ustawienia kalibracji (LO.S, HI.S, LO.N, HI.N)
E4.3	Przywrócić właściwe wartości ustawień kalibracji (regulator pracuje z wartościami domyślnymi)
E4.4	Odesłać regulator do naprawy (pracuje z wartościami domyślnymi)

Tabela nastaw regulatora (wypełnić po ustawieniu wartości docelowych)		
Minimum regulacji	Str	
Parametry regulacji		
Współczynniki proporcji	UP.H	
	UP.L	
Szybkość progresji	dS.H	
	dS.L	
Pasma tolerancji	Od.H	
	Od.L	
Czas reagowania	dt.r	
Parametry przewietrzania		
Czas przerwy	Pr.N	
Czas pracy	Pr.A	
Poziom sterowania	Pr.P	
Ustawienia kalibracji		
Kalibracja 1%	LO.S	
Kalibracja 99%	HI.S	
Przedział zabroniony	LO.N	
	HI.N	