

INSTRUKCJA OBSŁUGI



AR602.B



AR652.B



AR642.B



Wejścia
RTD, TC, mA
V, mV, Ω, BIN



Wyjścia
3(2) x P/SSR
1 x mA/V



Regulacja
ON/OFF, PID
Program, Serwo



Alarmy
Funkcja STB
LATCH



Ochrona
dostępu
Hasło



Stopień
ochrony



RS485
MODBUS-RTU



USB
port COM
MODBUS-RTU



Ethernet
MODBUS-TCP
MQTT



Software
ARSOFT-CFG



AR682.B



AR632.B



AR662.B

REGULATORY UNIWERSALNE PROGRAMOWALNE



Dziękujemy za wybór naszego produktu.
 Niniejsza instrukcja ułatwi Państwu prawidłową obsługę, bezpieczne
 użytkowanie i pełne wykorzystanie możliwości regulatora.
Przed montażem i uruchomieniem prosimy o przeczytanie
i zrozumienie niniejszej instrukcji.
 W przypadku dodatkowych pytań prosimy o kontakt z doradcą technicznym.

SPIS TREŚCI

1. ZASADY BEZPIECZEŃSTWA	3
2. ZALECENIA MONTAŻOWE	3
3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA REGULATORÓW. AKCESORIA I ZAWARTOŚĆ ZESTAWU.....	3
4. DANE TECHNICZNE	5
5. WYMIARY OBUDÓW I DANE MONTAŻOWE	6
6. OPIS LISTEW ZACISKOWYCH I POŁĄCZEŃ ELEKTRYCZNYCH	7
7. OPIS FUNKCJI PRZYCISKÓW I WYŚWIETLACZA LED	8
7.1. PRZYCISKI FUNKCYJNE ORAZ WEJŚCIE BINARNE	9
8. USTAWIANIE PARAMETRÓW KONFIGURACYJNYCH	9
9. KONFIGURACJA PRACY WYJŚĆ	15
9.1. ZMIANA WARTOŚCI ZADANYCH DLA WYJŚĆ. MENU SZYBKIEGO DOSTĘPU.....	15
9.2. WYJŚCIE ANALOGOWE (mA/V).....	15
9.3. REGULACJA PID	16
9.4. AUTOMATYCZNY DOBÓR PARAMETRÓW PID	16
9.5. KOREKTA PARAMETRÓW PID	17
9.6. PROGRAMOWANA CHARAKTERYSTYKA PRACY. PRZYKŁADOWA KONFIGURACJA.....	18
9.7. STEROWANIE ZAWOREM MIESZAJĄCYM. PRZYKŁADOWA KONFIGURACJA.....	18
10. SYGNALIZACJA KOMUNIKATÓW I BŁĘDÓW	19
11. KOMUNIKACJA SZEREGOWA. DOSTĘPNE OPROGRAMOWANIE I STEROWNIKI USB.....	20
11.1. PROTOKÓŁ MQTT.....	21
11.2. PROTOKÓŁ TRANSMISJI SZEREGOWEJ MODBUS–TCP.....	22
11.3. INTERFEJS KOMUNIKACYJNY RS485 (wg EIA RS-485)	22
11.4. PROTOKÓŁ TRANSMISJI SZEREGOWEJ MODBUS–RTU (SLAVE)	22
11.5. MAPA REJESTRÓW URZĄDZENIA DLA MODBUS-RTU/TCP.....	23
12. NOTATKI WŁASNE	24



Należy zwrócić szczególną uwagę na teksty oznaczone tym znakiem

Producent zastrzega sobie prawo do dokonywania zmian w konstrukcji i oprogramowaniu urządzenia bez pogorszenia parametrów technicznych.

1. ZASADY BEZPIECZEŃSTWA



Przed rozpoczęciem użytkowania urządzenia należy dokładnie przeczytać niniejszą instrukcję

- a) w celu uniknięcia porażenia prądem elektrycznym bądź uszkodzenia urządzenia montaż mechaniczny oraz elektryczny należy zlecić wykwalifikowanemu personelowi
- b) przed włączeniem zasilania należy upewnić się, że wszystkie przewody zostały podłączone prawidłowo
- c) przed dokonaniem modyfikacji przyłączeń przewodów należy wyłączyć napięcia podłączone do urządzenia
- d) zapewnić właściwe warunki pracy, zgodnie z danymi technicznymi urządzenia (**rozdział 4**, napięcie zasilania, wilgotność, temperatura, itp.), nie narażać urządzenia na bezpośredni i silny wpływ promieniowania ciepłego

2. ZALECENIA MONTAŻOWE



Przyrząd został zaprojektowany tak, aby zapewnić odpowiedni poziom odporności na większość zaburzeń, które mogą wystąpić w środowiskach przemysłowych oraz domowych. W środowiskach o nieznanym poziomie zakłóceń zaleca się stosowanie następujących środków zapobiegających ewentualnemu zakłócaniu pracy przyrządu:

- a) nie zasilać urządzenia z tych samych linii co urządzenia wysokiej mocy bez odpowiednich filtrów sieciowych
- b) stosować ekranowanie przewodów zasilających, czujnikowych i sygnałowych, przy czym uziemienie ekranu powinno być jednopunktowe, wykonane jak najbliżej przyrządu
- c) unikać prowadzenia przewodów pomiarowych (sygnałowych) w bezpośrednim sąsiedztwie i równolegle do przewodów energetycznych i zasilających
- d) wskazane jest skręcanie parami przewodów sygnałowych lub użycie gotowego przewodu typu skrętka
- e) dla czujników oporowych w połączeniu 3-przewodowym stosować jednakowe przewody
- f) unikać bliskości urządzeń zdalnie sterowanych, mierników elektromagnetycznych, obciążeń wysokiej mocy, obciążeń z fazową lub grupową regulacją mocy oraz innych urządzeń wytwarzających duże zakłócenia impulsowe
- g) uziemiać lub zerować metalowe szyny, na których montowane są przyrządy listwowe

Przed rozpoczęciem pracy z urządzeniem należy usunąć folię zabezpieczającą okno wyświetlacza LED.

3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA REGULATORÓW. AKCESORIA I ZAWARTOŚĆ ZESTAWU

- regulacja i nadzór temperatury oraz innych wielkości fizycznych (wilgotność, ciśnienie, przepływ, poziom, prędkość, itp.) przetworzonych na standardowy sygnał elektryczny
- konfigurowalna architektura umożliwiająca zastosowanie w bardzo wielu dziedzinach i aplikacjach (przemysłowych, ciepłowniczych, spożywczych, energetycznych, itp.)
- **1 uniwersalne wejście pomiarowe** (termorezystancyjne RTD, termoparowe TC, analogowe 0/4÷20mA, 0÷10V, 0÷60mV, 0÷2,5kΩ)
- **2 (1 dla AR602.B) przyciski funkcyjne (F i SET) oraz wejście cyfrowe (BIN)** do szybkiej zmiany trybu pracy regulatora, programowalne oddzielnie: start/stop regulacji, tryb ręczny/automatyczny dla wyjść, skokowa zamiana wartości zadanej SP (dzienna/nocna, tj. **SE1-1** / **SE1-3**, z oddzielnymi parametrami regulacji), blokada klawiatury, kasowanie błędów i alarmów STB (LATCH), itp.
- **3 (2+1 alarm LED dla AR602.B) wyjścia regulacyjne/alarmowe** typu włącz/wyłącz (dwustanowe P/SSR) z niezależnymi funkcjonalnościami i algorytmami regulacji:
 - **ON-OFF z histerezą** (charakterystyki progowe dla grzania i chłodzenia, alarmy pasmowe w zakresie i poza zakresem oraz z przesunięciem dla regulacji trójstanowej)
 - **PID** (do wyboru **3 osobne zestawy parametrów**), zaawansowane funkcje automatycznego doboru parametrów PID **smart logic**
 - programowana charakterystyka pracy (**kontroler procesu z timerem, do 6 odcinków**, w tym 3 odcinki typu **ramping**-nachylenie dla grzania/schładzania lub chłodzenia/rozmrażania, 3 wartości zadane SP z regulacją ON-OFF lub PID, wybór wyjścia pomocniczego i jego stanu, wyświetlanie pozostałego czasu dla całego odcinka lub po przekroczeniu SP, itp.)
 - termostat/regulator/wyłącznik bezpieczeństwa **STB** (stan alarmowy otwarty lub zamknięty, kasowany F/SET/BIN, może być użyty też jako **pamięć alarmów** typu **LATCH**, np. po przekroczeniu minimum, maksimum czy pasma)
 - możliwość sterowania zaworem mieszającym trójdrożnym z siłownikiem (**regulacja krokowa, Serwo**) z dwoma wejściami stykowymi (otwórz - zamknij), realizowane na wyjściach 1 i 2
 - **tryb ręczny** (otwarta pętla regulacji) z wartością początkową sygnału sterującego (MV) pobraną z bieżącego

- trybu automatycznego lub zaprogramowaną przez użytkownika w zakresie 0÷100%, też dla awarii czujnika
- bezpośrednia lub odwrotna **kopia stanu wyjścia 1** (dotyczy wyjść 2 i 3, może być użyte np. do realizacji przekaźnika przełącznego **DPDT** lub przejścia funkcji uszkodzonego P1)
- **ograniczenie** maksymalnego poziomu sygnału wyjściowego (**mocy**), obejmuje również powiązane wyjście analogowe mA/V
- **wyjście analogowe 0/4÷20mA lub 0/2÷10V** do regulacji lub retransmisji pomiarów oraz wartości zadanych:
 - pobieranie parametrów regulacji z dowolnego powiązanego wyjścia/alarmu (1, 2, 3), zarówno w trybie automatycznym jak i ręcznym
 - bezuderzeniowe (łagodne) przełączanie sygnału wyjściowego, np. po zmianie trybu ręczny/automatyczny czy start/stop regulacji
 - korekta (kalibracja) zakresu zmian sygnału wyjściowego (przesunięcie dla wartości krańcowych pozwalające uzyskać niestandardowe zakresy np. 2÷16mA czy 1÷9V)
- szeroki zakres napięć zasilania (**18÷265 Vac / 22÷350 Vdc**) oraz wbudowany zasilacz przetworników obiektowych **24Vdc/30mA**
- **czytelny wyświetlacz LED** z regulacją jasności świecenia i sygnalizacją statusu pracy (komunikaty, błędy, itp.):
 - kolor biały - wartość mierzona PV (wiersz górny), typowe **jednostki** pomiarowe (°C, %, %RH, mA, A, mV, V, m oraz kPa, Pa, k dla AR632.B/652.B/682.B lub brak), symbole stanu wyjść i transmisji szeregowych (1, 2, 3, .)
 - czerwony, wiersz dolny - do wyboru wartości zadane SP lub 8-segmentowy **bargraf** dla MV (sygnału sterującego w zakresie 0÷100%), PV (pomiaru), sygnału wyjściowego mA/V lub brak
- opcjonalny interfejs szeregowy **RS485**, protokół **MODBUS-RTU** do odczytu pomiarów i konfiguracji parametrów
- opcjonalny interfejs **Ethernet**, protokoły **MODBUS-TCP** oraz **MQTT** (dla internetu rzeczy **IoT/M2M**, aplikacji chmurowych i mobilnych), możliwość wymiany danych pomiarowych i konfiguracyjnych poprzez **Internet**
- interfejs **USB** (złącze mikro USB, wyposażenie standardowe, do programowania parametrów, podglądu pomiarów oraz do aktualizacji oprogramowania sprzętowego)
- automatyczna/stała kompensacja rezystancji linii czujników RTD i R oraz temperatury zimnych końców termopar
- programowalny rodzaj wejścia, zakres wskazań (dla wejść analogowych), opcje regulacji, alarmów, wyświetlania, komunikacji, dostępu, oraz inne parametry konfiguracyjne
- dostęp do parametrów konfiguracyjnych chroniony hasłem użytkownika lub bez ochrony
- sposoby konfiguracji parametrów:
 - ręcznie z klawiatury foliowej umieszczonej na panelu przednim urządzenia
 - poprzez port USB, RS485 lub Ethernet i program ARSOFT-CFG (dla Windows 7/10) lub aplikację użytkownika (z wykorzystaniem protokołów komunikacyjnych MODBUS-RTU i TCP)
- **bezpłatne** oprogramowanie **ARSOFT-CFG** umożliwiające podgląd wartości mierzonej i szybką konfigurację pojedynczych lub gotowych zestawów parametrów zapisanych wcześniej w komputerze w celu ponownego wykorzystania, na przykład w innych regulatorach tego samego typu (powielanie konfiguracji)
- obudowa tablicowa, stopień ochrony **IP65** od czoła (po zastosowaniu dodatkowej uszczelki akcesoryjnej lub innego uszczelnienia), IP54 bez uszczelki, AR662.B - obudowa do montażu na listwie TS35 (DIN EN 60715), IP40 (IP20 od strony złącz), AR632.B - obudowa przemysłowa IP65 przystosowana do pracy w trudnych warunkach środowiskowych, montaż naścienny
- nowoczesne rozwiązania techniczne, intuicyjna i prosta obsługa, **wysoka dokładność** i stabilność długoterminowa oraz odporność na zakłócenia
- opcjonalnie do wyboru (w sposobie zamawiania): wyjścia sterujące dla SSR, wyjście analogowe 0/2÷10V (zamiast 0/4÷20mA) oraz interfejs RS485 (dla AR602.B wyklucza wyjście mA/V i wejście BIN) i Ethernet (złącze RJ45)
- **dostępne akcesoria** (zakup możliwy również poprzez sklep internetowy apar.sklep.pl):
 - uszczelka dla uzyskania szczelności IP65 od frontu (dotyczy obudów tablicowych)
 - kabel USB (A - mikro B) do połączenia z komputerem, długość 1,5m
 - konwerter USB na RS485 (z separacją galwaniczną)
- **zawartość zestawu:**
 - regulator (z uchwytami mocującymi dla obudów tablicowych) oraz instrukcja obsługi i karta gwarancyjna

UWAGA:

- przed rozpoczęciem pracy z regulatorem należy zapoznać się z niniejszą instrukcją obsługi i wykonać poprawnie instalację mechaniczną, elektryczną oraz konfigurację parametrów zgodnie z rozdziałami 5, 6 i 8 (nazewnictwo parametrów przyjęto według zasady: indeks z **Tabeli 8**: nazwa w kodzie 7-segmentowym, np. 0: **mn²**),
- **domyślnie** regulator skonfigurowany jest do prezentacji temperatury z czujnika Pt100, regulacji typu grzanie (algorytm ON-OFF z histerezą) dla wyjść P1/SSR1, P2/SSR2 i P3/SSR3 (alarm 3), opis w **rozdziale 9**.

4. DANE TECHNICZNE

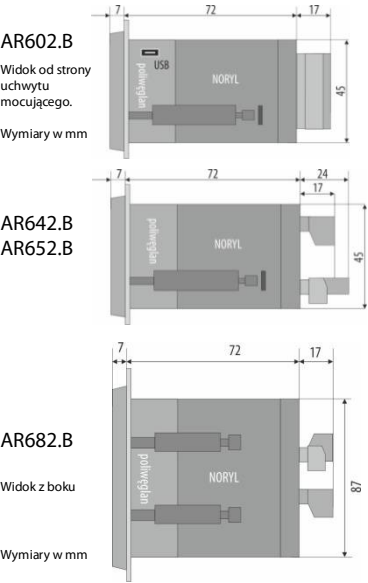
Wejście uniwersalne (1 programowalne - parametr 0: unP , 17 typów, przetwarzanie A/C 18 bitowe), zakresy pomiarowe			
- Pt100 (RTD, 3- lub 2-przewodowe)	-200 ÷ 850 °C	- termopara R (TC, PtRh13-Pt)	-40 ÷ 1600 °C
- Ni100 (RTD, 3- lub 2-przewodowe)	-50 ÷ 170 °C	- termopara T (TC, Cu-CuNi)	-25 ÷ 350 °C
- Pt500 (RTD, 3- lub 2-przewodowe)	-200 ÷ 620 °C	- termopara E (TC, NiCr-CuNi)	-25 ÷ 820 °C
- Pt1000 (RTD, 3- lub 2-przewodowe)	-200 ÷ 520 °C	- termopara N (TC, NiCrSi-NiSi)	-35 ÷ 1300 °C
- termopara J (TC, Fe-CuNi)	-40 ÷ 800 °C	- prądowe (mA, R _{we} = 50 Ω)	0/4 ÷ 20 mA
- termopara K (TC, NiCr-NiAl)	-40 ÷ 1200 °C	- napięciowe (V, R _{we} = 110 kΩ)	0 ÷ 10 V
- termopara S (TC, PtRh10-Pt)	-40 ÷ 1600 °C	- napięciowe (mV, R _{we} > 2 MΩ)	0 ÷ 60 mV
- termopara B (TC, PtRh30PtRh6)	300 ÷ 1800 °C	- rezystancyjne (R, 3-p lub 2-p)	0 ÷ 2500 Ω
Czas odpowiedzi dla pomiarów (10÷90%)		0,2 ÷ 3,5 s (programowalny), firmowo ~0,5 s	
Rezystancja doprowadzeń (RTD, Ω)		R _d < 25 Ω (dla każdej linii), kompensacja auto lub stała	
Prąd wejścia rezystancyjnego (RTD, Ω)		400 μA (Pt100, Ni100), 200 μA (Pt500, Pt1000, 2500 Ω)	
Błędy przetwarzania (w temperaturze otoczenia 25°C):			
- podstawowy	- dla RTD, mA, V, mV, Ω	0,1 % zakresu pomiarowego ±1 cyfra	
	- dla termopar	0,2 % zakresu pomiarowego ±1 cyfra	
- dodatkowy dla termopar		<2 °C (temperatura zimnych końców)	
- dodatkowy od zmian temperatury otoczenia		< 0,004 % zakresu wejścia /°C	
Rozdzielczość mierzonej temperatury		0,1 °C lub 1 °C, programowalna (parametrem 3: doE)	
Zakres wskazań (rozdzielczość dla wejść analogowych)		maksymalnie -1999 ÷ 9999, programowalny	
Pozycja kropki dziesiętnej dla wejść analogowych		programowalna (3:doE) w zakresie 0 ÷ 3, tj. 0 ÷ 0000	
Wejście cyfrowe BIN (stykowe lub napięciowe <24V)		dwustanowe, poziom aktywny: zwarcie lub < 0,8V	
Wyjścia dwustanowe P/SSR (3 niezależne, P3/SSR3 niedostępne dla AR602.B)	- przekątnikowe P (P1, P2, P3), standard dla wyjść 1 i 2, opcja dla wyjścia 3, (prąd dla obciążeń rezystancyjnych)	AR642.B/652.B/682.B: 8A /250Vac, 1xSPDT, 2xSPST-NO AR602.B/662.B: 5A /250Vac, 2(3 dla AR662.B)xSPST-NO AR632.B: 8A /250Vac (1xSPDT), 5A /250Vac (2xSPST-NO)	
	- SSR (SSR1 , SSR2 , SSR3), opcja	tranzystorowe typu NPN OC, 11V, prąd < 35mA	
Wyjście analogowe mA/V (1 prądowe lub napięciowe, nieseparowane galwanicznie od wejścia)	- prądowe 0/4 ÷ 20 mA, aktywne (standard)	maksymalna rozdzielczość 1,4 μA (14 bit) obciążalność wyjścia R _o < 1 kΩ	
	- napięciowe 0/2 ÷ 10 V (opcja, zamiast wyjścia 0/4 ÷ 20 mA)	maksymalna rozdzielczość 0,7 mV (14 bit) obciążalność wyjścia I _o < 3,7 mA (R _o > 2,7kΩ)	
	- błędy (% zakresu wyjściowego)	podstawowy<0,1%, dodatkowy<0,004%/°C, przy 25°C	
Zasilanie (Uzas, uniwersalne, zgodne ze standardami 24Vac/dc , 48Vac/dc, 110Vac, 230Vac , itp.)		18 ÷ 265 Vac, <3VA (napięcie przemienne, 50/60Hz)	
		22 ÷ 350 Vdc, <4W (napięcie stałe)	
Zasilacz przetworników obiektowych		24Vdc / 30mA	
Interfejsy komunikacyjne (niezależne, mogą być stosowane jednocześnie)	- USB (złącze mikro typ B, komunikacja z komputerem), standard	sterowniki dla Windows 7/8/10 (wirtualny port szeregowy COM, protokół MODBUS-RTU, Slave)	
	- RS485 (separowany), opcja (w AR602.B wyklucza wyjście mA/V i wejście BIN)	protokół MODBUS-RTU, Slave, szybkość 2,4÷115,2 kb/s, format znaku programowalny (8N1 , 8E1, 8o1, 8N2)	
	- Ethernet (separowany), opcja (w AR602.B jako zewnętrzny moduł)	złącze RJ45, 10base-T, protokoły TCP/IP: MODBUS-TCP (Serwer), MQTT (klient, v.3.1.1), DHCP (klient), ICMP (ping)	
Wyświetlacz (LED, 7-segmentowy, 2 linie po 4 cyfry, regulacja jasności, symbole sygnalizacji stanu wyjść, typowe jednostki pomiarowe)		- górny, biały	wysokość cyfr: 13 mm (AR632.B/652.B/682.B), 9 mm (AR602.B/642.B/662.B)
		- dolny, czerwony	wysokość cyfr: 10,5 mm (AR632.B/652.B/682.B), 7 mm (AR602.B/642.B/662.B)

Znamionowe warunki użytkowania		0 ÷ 50°C, <90 %RH, dla AR632.B <100 %RH, bez kondensacji pary wodnej wewnątrz urządzenia, środowisko pracy: powietrze i gazy neutralne
Stopień ochrony	IP65 dla AR632.B oraz dla AR602.B/642.B/652.B/682.B od frontu z uszczelką (IP54 bez uszczelki), IP40 dla AR662.B, IP20 od strony złącz (nie dotyczy AR632.B)	
Masa	~200g (AR652.B/642.B), ~280g (AR682.B), ~135g (AR602.B), ~160g (AR662.B), ~320g (AR632.B)	
Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)		odporność: wg normy PN-EN 61000-6-2, emisyjność: PN-EN 61000-6-4
Wymagania bezpieczeństwa wg normy PN-EN 61010-1	kategoria instalacji: II	stopień zanieczyszczenia: 2
	napięcie względem ziemi: 300 V dla obwodu zasilania i wyjść przekaźnikowych, 50 V dla pozostałych obwodów wejść i wyjść oraz interfejsów komunikacyjnych	
	rezystancja izolacji >20 MΩ	wysokość n.p.m. < 2000 m

5. WYMIARY OBUDÓW I DANE MONTAŻOWE

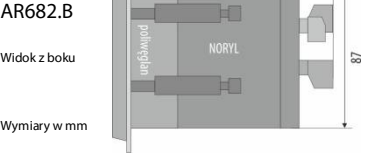
a) AR602.B, AR642.B, AR652.B

Mocowanie	tablicowe, uchwytami z boku obudowy
Materiał	samogasnący NORYL 94V-0, poliwęglan
Wymiary obudowy (S x W x G, bez złącz)	AR602.B: 48 x 48 x 79 mm, AR642.B: 48 x 96 x 79 mm, AR652.B: 96 x 48 x 79 mm
Okno tablicy (S x W)	AR602.B : 46 x 46 mm, AR642.B : 46 x 92 mm, AR652.B : 92 x 46 mm
Przekroje przewodów (dla złącz rozłącznych)	2,5 mm ² (zasilanie i wyjścia P/SSR), 1,5 mm ² (pozostałe)
Opcjonalny zewnętrzny moduł Ethernet dla AR602.B (dla innych wbudowany fabrycznie)	wymiary (S x W x G) 31 x 25 x 56 mm, złącze typu GOLD-PIN, montaż od góry po zamontowaniu regulatora w oknie tablicy (zalecane użycie taśmy lub opaski zaciskowej)



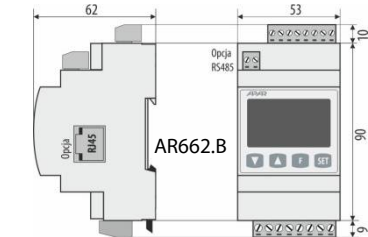
b) AR682.B

Mocowanie	tablicowe, uchwytami z boku obudowy
Materiał	samogasnący NORYL 94V-0, poliwęglan
Wymiary obudowy (S x W x G, bez złącz)	96 x 96 x 79 mm
Okno tablicy (S x W)	92 x 89 mm
Przekroje przewodów (dla złącz rozłącznych)	2,5mm ² (zasilanie i wyjścia P/SSR), 1,5mm ² (pozostałe)



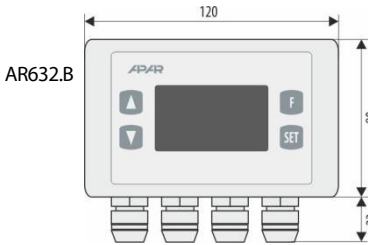
c) AR662.B

Typ obudowy	na listwę, Modułbox 3MH53
Materiał	PC/ABS samogasnący
Wymiary obudowy (S x W x G, bez złącz)	53 x 90 x 62 mm
Mocowanie	na listwie TS35 (DIN EN 60715)
Przekroje przewodów (dla złącz rozłącznych)	2,5mm ² (zasilanie i wyjścia P/SSR), 1,5mm ² (pozostałe)



d) AR632.B

Typ obudowy	przemysłowa IP65, Gainta G2104
Materiał	poliwęglan
Wymiary obudowy (S x W x G, bez dławnic)	120 x 80 x 55 mm
Mocowanie	4 otwory Φ4,3 mm, rozstaw 108x50 mm, dostępne po zdjęciu pokrywy czołowej
Przekroje przewodów (dla złącz rozłącznych)	2,5mm ² (zasilanie i wyjścia P/SSR), 1,5mm ² (pozostałe)

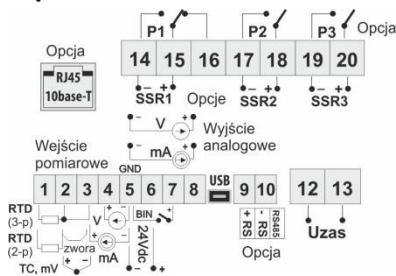


6. OPIS LISTEW ZACISKOWYCH I POŁĄCZEŃ ELEKTRYCZNYCH

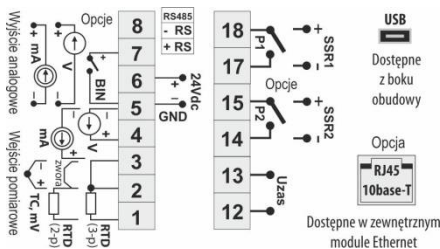
Tabela 7. Numeracja i opis listew zaciskowych

Zaciski / Złącza	Opis
1-2-3	wejście Pt100, Ni100, Pt500, Pt1000, rezystancyjne, (2- i 3-przewodowe)
2-3	wejście termoparowe TC (J, K, S, B, R, T, E, N) oraz napięciowe 0÷60mV
3-5	wejście prądowe 0/4÷20mA
4-5	wejście napięciowe 0÷10V
6	wyjście +24V (względem 5-GND) wbudowanego zasilacza przetworników obiektowych
5-7	wejście binarne BIN (stykowe lub napięciowe <24V)
5-8	wyjście analogowe prądowe (0/4÷20mA) lub napięciowe (0/2÷10V)
9-10 (7-8 dla AR602.B), opcja	interfejs szeregowy RS485 (protokół MODBUS-RTU), w AR602.B moduł RS485 wyklucza wyjście analogowe mA/V oraz wyjście binarne BIN (zgodnie z kodem zamówienia), <i>rozdz. 11</i>
12-13	wejście zasilające (uniwersalne)
14-15-16	wyjście przełącznika P1 lub SSR1 (14-15), dla AR602.B wyjście P2 lub SSR2: 14-15
17-18	wyjście przełącznika P2 lub SSR2, dla AR602.B wyjście P1 lub SSR1
19-20	wyjście przełącznika P3 lub SSR3 (oprócz AR602.B)
USB (mikro typ B)	interfejs szeregowy USB do współpracy z komputerem, <i>rozdział 11</i>
RJ45 (opcja)	interfejs szeregowy Ethernet (protokoły MODBUS-TCP, MQTT, itp.), <i>rozdział 11</i>

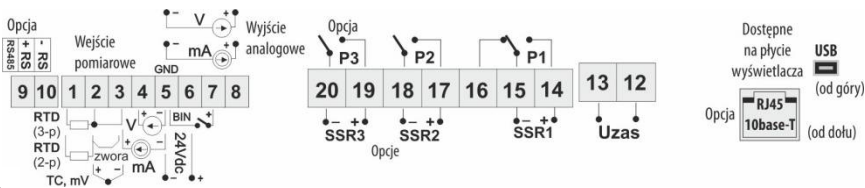
a.1) Złącza dla AR642.B, AR652.B, AR682.B



a.2) Złącza dla AR602.B



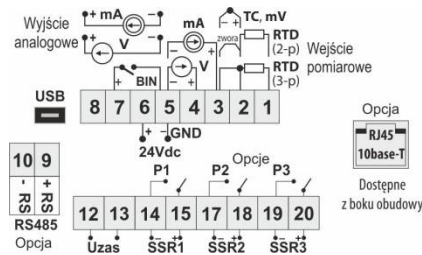
a.3) Złącza dla AR632.B (złącza dostępne są po zdjęciu pokrywy czołowej i płyty wyświetlacza, oprócz USB)



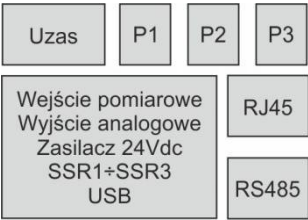
UWAGA:

- W celu wykonania montażu okablowania dla **AR632.B** należy postępować zgodnie z poniższymi wskazówkami:
- odkręcić 4 śruby w płycie czołowej i zdjąć ją z przyrządu
 - przyrząd można przykręcić do podłoża 4 wkrętami w otworach do mocowania
 - odkręcić 1 śrubę na płycie wyświetlacza i ostrożnie wysunąć płytkę z gniazd montażowych
 - dostępne stają się złącza do dołączenia przewodów sygnałowych, zasilania oraz wyjść przełącznikowych
 - przewody elektryczne wprowadzać do obudowy poprzez dławnice kablowe (i zacisnąć opcjonalny wtyk RJ45)
 - po wykonaniu montażu złożyć przyrząd w odwrotnej kolejności do wyżej opisaney
 - uzyskanie szczelności IP65 wymaga precyzyjnego dokręcenia nakrętek dławnic oraz pokrywy obudowy
 - dla uniknięcia ewentualnych uszkodzeń mechanicznych i elektrostatycznych należy zachować szczególną ostrożność przy czynnościach związanych z płytką wyświetlacza.

a.4) Złącza dla AR662.B (opis zacisków Tabela 7)

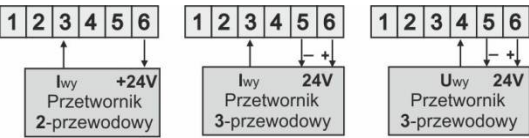


b) Separacja galwaniczna obwodów

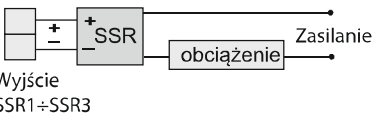


c) Podłączenie przetwornika 2- i 3-przewodowego

(I_{wy} - prąd, U_{wy} - napięcie wyjściowe)



d) Podłączenie przekaźnika typu SSR (do wyjścia sterującego regulatora)



UWAGA:

Dla obciążeń indukcyjnych należy rozważyć użycie układów gaszących, które ograniczą wypalanie styków przekaźników

7. OPIS FUNKCJI PRZYCISKÓW I WYŚWIETLACZA LED

a) funkcje przycisków w trybie wyświetlania pomiarów

Przycisk	Opis [oraz sposób oznaczenia w treści instrukcji]
 + 	[DOWN] i [UP] (jednocześnie): 1. wejście w menu konfiguracji parametrów (po czasie przytrzymania większym niż 1,5sek), postępować zgodnie z opisem w rozdziale 8, pkt 1, 2. kasowanie błędów (potwierdzone komunikatem EEA), rozdział 10
 lub 	szybka zmiana wyświetlanej wartości zadanej wyjścia (SEt ÷ SEt) lub WSEt , wybór wartości dla dolnego wiersza ustawia parametr 73: Ida , rozdział 8), krok x1 (lub x10 , opis pkt c)
SET	[SET] : 1. wejście w menu szybkiego dostępu (po krótkim wciśnięciu, rozdział 9.1), 2. aktywacja funkcji dodatkowej wybranej parametrem 66: FunS (wciśnięcie > 1,5s, rozdz. 7.1 i 8)
F	[F] (niedostępny w AR602.B): aktywacja funkcji wybranej parametrem 64: FunF (wciśnięcie dłuższe niż 1,5sek, opis w rozdziałach 7.1 i 8)
[UP]+[DOWN]+[SET] (jednocześnie) lub [F] , [SET] oraz wejście BIN , gdy brak funkcji (64: FunP /5/0 = nonE)	Status urządzenia : górny wiersz wyświetlacza - wersja firmware, dolny - stan interfejsu Ethernet (EE - brak, EE - dostępny, ale wyłączony parametrem 77: EEE lub niepodłączony do sieci LAN, EE - podłączony do sieci LAN, EE lub EE - otwarty port protokołu MODBUS-TCP, EE lub EE - nawiązane połączenie z brokerem MQTT) i RS485 (EE - brak, EE - dostępny), rodzaj wyjścia analogowego (jednostka mA – prądowe, V -napięciowe)

b) funkcje przycisków w menu konfiguracji parametrów i w menu szybkiego dostępu (rozdziały 8 i 9.1)

Przycisk	Opis [oraz sposób oznaczenia w treści instrukcji]
SET	[SET] : 1. wybór wyświetlanej pozycji w menu konfiguracyjnym (wejście w niższy poziom), 2. edycja aktualnego parametru (miganie wartości na dolnym wyświetlaczu), 3. zatwierdzenie i zapis edytowanej wartości parametru
 lub 	[UP] lub [DOWN] : 1. przejście do następnego lub poprzedniego parametru, 2. zmiana wartości edytowanego parametru z krokiem zmian x1 (lub x10 , opis pkt c)

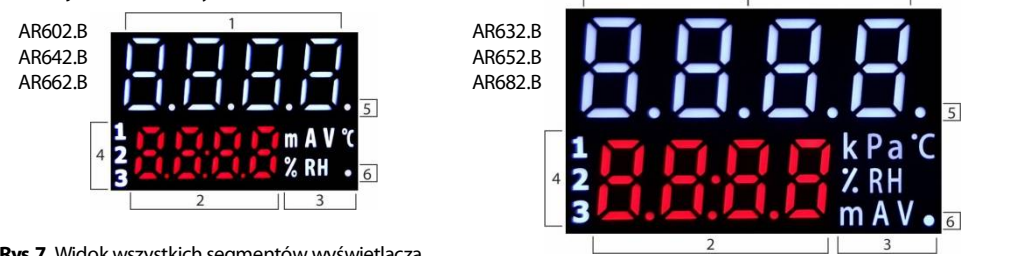
 +  lub 	[UP] i [DOWN] (jednocześnie) lub [F]: 1. powrót do poprzedniego menu (poziom wyżej), 2. anulowanie zmian edytowanej wartości (zatrzymanie migania), 3. powrót do trybu wyświetlania pomiarów (przy czasie przytrzymania > 0,5s, oprócz [F])
--	---

c) dodatkowe funkcje przycisków w trakcie zmiany (edycji) wartości zadanych i innych parametrów konfiguracyjnych

Przyciski	Opis
[SET] + [UP] lub [SET] + [DOWN]	zmiana wartości edytowanego parametru (z krokiem zmian x10 , przyciski wciśnięte jednocześnie)
[SET] + [UP] + [DOWN]	przywrócenie wartości firmowej edytowanego parametru (zgodnie z <i>Tabelą 8, rozdział 8</i>)

Ponadto szybkość zmian edytowanej wartości zależy od czasu przytrzymania przycisków (im dłużej tym szybciej).

d) funkcje elementów wyświetlacza LED



Rys.7. Widok wszystkich segmentów wyświetlacza

Element	Opis [oraz sposób oznaczenia w treści instrukcji]
1, 2	górny i dolny wiersz do prezentacji (w kodzie 7-segmentowym) wartości mierzonych PV i zadanych SP lub bargrafu (8-segmentowy, <i>rozdział 8</i> , parametr 73: [B] [B]) oraz innych komunikatów i błędów (<i>rozdział 10</i>)
3	jednostki dla wyświetlanych wartości (dla pomiarów ustawiane parametrem 72: [Un] [U] , opis w <i>rozdziale 8</i>)
4	[1] [2] [3] - sygnalizacja załączenia wyjść P1/SSR1, P2/SSR2, P3/SSR3 (alarmu LED dla AR602.B)
5	[T] : 1. sygnalizacja analizy obiektu dla tuningu (samostrojenia) PID w trybie [Auto] (smart logic, <i>rozdział 9.4</i>), 2. sygnalizacja odmierzenia czasu w algorytmie programowym (kontroler procesu z timerem, <i>rozdział 9.6</i>)
6	[Tx/Rx] - ikona obecności transmisji USB, RS485 lub Ethernet oraz zapisu parametrów w pamięci regulatora

7.1. PRZYCISKI FUNKCYJNE ORAZ WEJŚCIE BINARNE

Niezależne przyciski funkcyjne **[F]** (nieдоступny w AR602.B) i **[SET]** oraz wejście binarne **BIN** służą do szybkiego uruchomienia zaprogramowanych funkcji (parametrami 64: **[FunF]**, 66: **[FunS]** i 65: **[FunB]**, opisane w *rozdziale 8*). Wejście cyfrowe **BIN** współpracuje z sygnałem bistabilnym, tzn. doprowadzony sygnał (napięciowy lub przełącznik) musi mieć charakter trwały (typu włącz/wyłącz, poziom aktywny: zwarcie lub < 0,8V). Ponadto **BIN** ma priorytet wyższy niż przyciski **[F]** i **[SET]**. Uruchomienie bądź zatrzymanie funkcji sygnalizowane jest odpowiednimi komunikatami na dolnym wyświetlaczu (opisane w *Tabeli 8* oraz *rozdziale 10*). Akcja dla **[F]** i **[SET]** wykonywana jest tylko w trybie z wyświetlaniem pomiaru (po czasie przytrzymania > 1,5 sek), dla **BIN** zawsze (w każdym stanie pracy).

8. USTAWIANIE PARAMETRÓW KONFIGURACYJNYCH

Wszystkie parametry konfiguracyjne regulatora zawarte są w nieulotnej (trwałej) pamięci wewnętrznej. Przy pierwszym włączeniu urządzenia może pojawić się na wyświetlaczu sygnał błędu związany z brakiem czujnika lub dołączonym innym niż zaprogramowany fabrycznie. W takiej sytuacji należy dołączyć właściwy czujnik lub sygnał analogowy lub wykonać programowanie konfiguracji.

Dostępne są dwa sposoby konfiguracji parametrów (ręczna i zdalna, nie stosować jednocześnie):

1. Ręcznie z klawiatury foliowej umieszczonej na panelu przednim urządzenia:

- z trybu wyświetlania pomiarów wejść w menu konfiguracji (jednocześnie wcisnąć przyciski [UP] i [DOWN] na czas dłuższy niż 1,5sek.) Jeśli parametr 69:PPra=on (ochrona hasłem jest włączona) na wyświetlaczu pojawi się komunikat Code, a następnie 0000 z migającą pierwszą cyfrą, przyciskiem [UP] lub [DOWN] należy wprowadzić hasło dostępu (firmowo parametr 70:PASS=1111), do przesuwania na kolejne pozycje oraz zatwierdzenia kodu służy przycisk [SET], anulowanie zmian przyciskami [UP]+[DOWN] lub [F],
- po wejściu do menu głównego konfiguracji (z komunikatem Conf) na wierszu górnym pokazywana jest mnemoniczna nazwa podmenu (grupy parametrów: inCo <-> out1 <-> out2 <-> itd.), dolny wiersz jest wygaszony lub wyświetla none (brak modułu, w zależności od wersji sprzętowej regulatora),
- przyciskami [UP] lub [DOWN] przejść do odpowiedniego podmenu, a następnie przyciskiem [SET] zatwierdzić wybór (widoczna jest teraz nazwa parametru na górnym i wartość na dolnym wierszu wyświetlacza),
- przycisk [UP] powoduje przejście do następnego, [DOWN] do poprzedniego parametru (np.: inP <-> LrE <-> EJE <-> itd., dostępne są jedynie parametry zgodne z wersją sprzętową, zbiorcza lista w Tabeli 8),
- w celu zmiany wartości bieżącego parametru krótko wcisnąć przycisk [SET] (miganie w trybie edycji),
- kombinacją przycisków [UP], [DOWN] oraz [SET] dokonać zmiany wartości edytowanego parametru (z krokiem zmian x1 lub x10 lub załadować wartość firmową parametru, opis funkcji w rozdziale 7, pkt b i c),
- zmienioną wartości parametru zatwierdzić przyciskiem [SET] lub anulować przyciskiem [F] lub [UP]+[DOWN],
- ponowne wciśnięcie [UP]+[DOWN] lub [F] powoduje powrót do menu głównego konfiguracji (poziom wyżej),
- wyjście z konfiguracji: długie wciśnięcie klawiszy [UP]+[DOWN] lub samoczynnie po ok. 2min bezczynności

2. Zdalnie poprzez port USB, RS485 lub Ethernet i program komputerowy ARSOFT-CFG (rozdział 11):

- podłączyć regulator do portu komputera, uruchomić i skonfigurować aplikację ARSOFT-CFG,
- po nawiązaniu połączenia program wyświetla bieżący pomiar, ikona [Tx/Rx] sygnalizuje transmisję (rozdz. 7, pkt d)
- ustawianie i podgląd parametrów urządzenia dostępne jest w oknie konfiguracji parametrów
- nowe wartości parametrów muszą być zatwierdzone przyciskiem **Zatwierdź zmiany**
- bieżącą konfigurację można zapisać do pliku lub ustawić wartościami odczytanymi z pliku

UWAGA:

- przed odłączeniem urządzenia od komputera należy użyć przycisku **Odłącz urządzenie** (ARSOFT-CFG)
- w przypadku braku odpowiedzi:
 - sprawdzić ustawienia w **Edycji konfiguracji** (Rodzaj połączenia, Port COM, Adres MODBUS urządzenia, itp.)
 - dla USB sprawdzić czy sterowniki portu szeregowego w komputerze zostały poprawnie zainstalowane (rozdz. 11)
 - odłączyć na kilka sekund i ponownie podłączyć regulator lub konwerter RS485 do portu USB komputera
- wykonać restart ARSOFT-CFG i/lub komputera

W przypadku stwierdzenia rozbieżności wskazań z rzeczywistą wartością sygnału wejściowego możliwe jest dostrojenie zera i czułości do danego czujnika: parametry 7:ELa (zero) i 8:ELA (czułość).

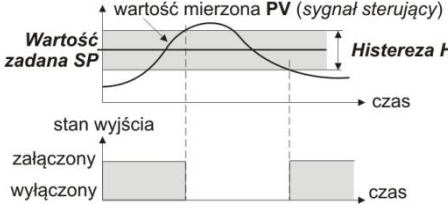
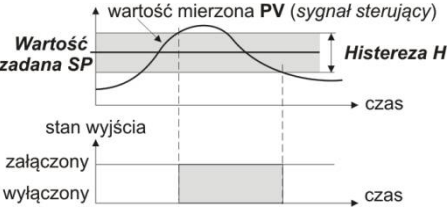
W celu przywrócenia ustawień firmowych należy w momencie włączenia zasilania wcisnąć jednocześnie przyciski [UP] i [DOWN] do momentu pojawienia się menu wprowadzania hasła (Code), a następnie wprowadzić kod 0112. Alternatywnie można użyć pliku z domyślną konfiguracją w programie ARSOFT-CFG.

Tabela 8. Zbiorcza lista parametrów konfiguracyjnych

Parametr (indeks:nazwa)	Wartość i zakres zmienności parametru (wartość:nazwa) i opis		Firmowo
I. KONFIGURACJA WEJŚCIA POMIAROWEGO, podmenu inCo			
0: inP rodzaj wejścia pomiarowego	0: Pt czujnik Pt100 (RTD, -200÷850°C)	1: n czujnik Ni100 (RTD , -50÷170°C)	Pt
	2: Pt-S czujnik Pt500 (RTD, -200÷620°C)	3: Pt-10 czujnik Pt1000 (RTD, -200÷520°C)	
	4: EL-J termopara typ J (-40÷800°C)	5: EL-K termopara typ K (-40÷1200°C)	
	6: EL-S termopara typ S (-40÷1600°C)	7: EL-B termopara typ B (300÷1800°C)	
	8: EL-R termopara typ R (-40÷1600°C)	9: EL-T termopara typ T (-25÷350°C)	
	10: EL-E termopara typ E (-25÷820°C)	11: EL-N termopara typ N (-35÷1300°C)	
	12/13: I/0-20 sygnały prądowe 4÷20 mA / 0÷20 mA		
	14/15: 0-10/50 sygnały napięciowe 0÷10 V / 0÷60 mV		
	16: RS sygnał rezystancyjny 0÷2500 Ω		

1: 1.7E rezystancja linii (1)	000 ÷ 5000 Ω	łączy opór linii dla 2-przewodowych czujników RTD i 2500Ω	000 Ω
2: 0.0E temperatura zimnych końców termopar	0: 0.0E 00 ÷ 600 °C	automatyczna lub stała kompensacja temperatury spiny odniesienia termopar, 0.0E = 0.0 °C	0.0E
3: 0.0E pozycja kropki/rozdzielczość	0 / 1 2 / 5	brak kropki/ 00 (2) lub rozdzielczość 1/0.1°C dla temperatury 000 / 0000 (2)	1 (0.1°C)
4: 1.0E limit dolny dla SP lub dół zakresu wskazań	499.9 ÷ 1800 4999 ÷ 9999 (2)	limit dolny nastaw dla wartości zadanych SP (11: 5E-1 ÷ 5E-3) początek skali dla wejścia 0/4mA, 0V, 0Ω oraz bargrafu PV	499.9 °C
5: 1.0E limit górny dla SP lub góra zakresu wskazań	499.9 ÷ 1800 4999 ÷ 9999 (2)	limit górny nastaw dla wartości zadanych SP (11: 5E-1 ÷ 5E-3) koniec skali dla wejść 20mA, 10V, 60mV, 2,5kΩ oraz bargrafu PV	850.0 °C
6: F.1E filtracja (3)	1 ÷ 20	stopień filtracji cyfrowej (czas odpowiedzi)	5 (~0,5s)
7: 0.0E kalibracja zera	przesunięcie zera dla pomiarów: -100.0 ÷ 100.0 °C lub -1000 ÷ 1000 jednostek (2)		0.0 °C
8: 0.0E wzmocnienie	85.0 ÷ 115.0 %	kalibracja nachylenia (czułość) dla pomiarów	100.0 %

II. KONFIGURACJA WYJŚĆ 1÷3 (P/SSR), podmenu **0.0E** ÷ **0.0E**, w 3-ch grupach **0.0E** 1/2/3 występują jednakowe zestawy parametrów różniące się indeksami i numeracją w nazwach (oraz ewentualnie zakresem zmienności), opis **rozdział 9**

9: 0.0E algorytm sterujący	0: 0.0E wyjście stale wyłączone 2/3/4: P.0E 1/2/3	1: 0.0E włącz/wyłącz (ON-OFF) z histerezą PID z zestawem parametrów 1/2/3 (rozdział 9.3)	0.0E
16: 0.0E dla wyjścia 2 (0.0E) 23: 0.0E dla wyjścia 3 (0.0E)	5/6: P.0E 1/2/3	programowy - wyjście główne/ pomocnicze (rozdział 9.6)	
Uwaga (dla wartości 8/9): jeśli do kasowania alarmu STB (LATCH) użyto [F]/[SET] lub BIN z funkcją start/stop pracy wyjść to do ponownego uruchomienia STB i regulacji zawsze potrzebny jest start	7: 0.0E M (manualny)	ręczny (z wartością zadaną ustawianą parametrem 67: 0.0E oraz okresem impulsowania wyjścia P/SSR, 14: P.0E 1/2/3)	
	8/9: 0.0E n	termostat bezpieczeństwa STB (alarm z pamięcią, LATCH), stan awaryjny otwarty/zamknięty (kasowany [F] , [SET] , BIN , roz. 7.1)	
	10/11: 0.0E 1/2/3	bezpośrednia/odwrotna kopia stanu wyjścia 1 (tylko dla parametrów 16/23: 0.0E 1/2/3), wyjścia 2/3, np. do realizacji wyjścia przełącznego typu DPDT)	
	12: 0.0E	sterowanie serwowazoworem na wyjściach 1-otwórz i 2-zamknij (tylko dla parametru 16: 0.0E , rozdział 9.7), regulacja krokowa	
10: 0.0E rodzaj regulacji/alarmu 17: 0.0E dla wyjścia 2 (0.0E) 24: 0.0E dla wyjścia 3 (0.0E) 1. dotyczy algorytmów sterujących: ON-OFF z histerezą, PID, programowego (wyjście główne), STB (LATCH) oraz regulacji krokowej (serwo) 2. dla algorytmów PID, programowego (wyjście główne) oraz serwo zastosowanie mają jedynie charakterystyki typu grzanie/odwrotny oraz chłodzenie/bezpośredni	0: 0.0E grzanie/odwrotny  (załączone poniżej SP) 1: 0.0E chłodzenie/bezpośredni  (załączone powyżej SP)	 Rys.8.1. Charakterystyka typu grzanie (dla ON-OFF)	0.0E
		 Rys.8.2. Charakterystyka typu chłodzenie (dla ON-OFF)	

3. wartości 4÷7
(tj. względem 11:SEt-1)
dostępne są tylko dla
parametrów Fun2/3
(wyjścia 2/3)

12

14/21/28: PFF 1/2/3 okres impulsowania wyjścia Tc	1: 550 s, dotyczy ograniczenia mocy oraz trybu ręcznego, algorytmu PID i serwo, dla wyjść P/SSR (impulsują ze współczynnikiem wypełnienia 0÷100%)		0 sek.
15/22/29: Fto 1/2/3 stan awaryjny wyjścia	dla braku/uszkodzenia czujnika/sygnału lub poza zakresem pomiarowym: 0: noh = bez zmian, 1: off = wyłączony, 2: on = załączony, 3: hAnd = tryb ręczny z zadany poziom sygnału wyjściowego (parametrem 67: WSE)		off
III. KONFIGURACJA WYJŚCIA ANALOGOWEGO mA/V , podmenu outR , szczegółowy opis w rozdziale 9.2			
30: outP rodzaj/standard wyjścia analogowego	w zależności od kodu zamówienia (wersji sprzętowej): dla wyjścia prądowego 0: 0-20 lub 1: 4-20 mA, dla napięciowego 0: 0-10 lub 1: 2-10 V		0-20 mA (0-10 V)
31: FunR funkcja wyjścia analogowego	0: off = stale wyłączone (0mA lub 0V), 1: FEtP = retransmisja pomiaru PV, 2/3/4: FSE 1/2/3 = retransmisja wartości zadanej SP (tj. 11/18/25: SEt 1/2/3), 5/6/7: con 1/2/3 = wyjście sterujące powiązane z parametrami wyjścia 1/2/3		off
32: Rt-d wskazanie dolne dla retransmisji	początek skali wyjściowej - dla wartości sygnału wyjściowego 0/4mA lub 0/2V (parametr aktywny jedynie dla retransmisji, gdy 31: FunR = FEtP lub FSE 1/2/3)		0.0 °C
33: Rt-H wskazanie górne dla retransmisji	koniec skali wyjściowej - dla wartości sygnału wyjściowego 20mA lub 10V (parametr aktywny jedynie dla retransmisji, gdy 31: FunR = FEtP lub FSE 1/2/3)		100.0 °C
34: ebot korekta dolna	0.00 ÷ 9.99 mA/V	kalibracja zakresu zmienności sygnału wyjściowego, z krokiem zmian 0.05 mA/V	dla 0/4mA lub 0/2V dla 20mA lub 10V 0.00 mA/V
35: ebop korekta górna	-4.00 ÷ 0.50 mA/V		
IV. KONFIGURACJA ALGORYTMU PID (1÷3), podmenu P_id 1 ÷ P_id 3 , w 3-ch grupach P_id 1/2/3 występują jednakowe zestawy parametrów różniące się indeksami oraz numeracją w nazwach, opis w rozdziałach 9.3÷9.5			
36/40/44: Fun 1/2/3 rodzaj tuningu (samostrojenia) PID	0: off = wyłączony, 1: Auto = tryb ciągły (smart logic), 2: SEtP = metoda odpowiedzi skokowej (szybka), 3: oscH = metoda oscylacyjna (dłuższa), rozdział 9.4		off
37/41/45: Pb 1/2/3 zakres proporcjonalności Pb	0.1 ÷ 100.0 lub 1 ÷ 9999 jednostek (2)		1.0 °C
38/42/46: Ti 1/2/3 stała całkowania Ti	0 ÷ 999.9 s, czas zdwojenia algorytmu PID, 0 wyłącza człon całkujący		0 sek.
39/43/47: Td 1/2/3 stała różniczkowania Td	0 ÷ 99.9 s, czas wyprzedzenia PID, 0 wyłącza człon różniczkujący		0 sek.
V. KONFIGURACJA KONTROLERA PROCESU (programowana ch-ka pracy, ramping), podmenu ProG , opis rozdział 9.6			
48/53/58: ETP 1/2/3 rodzaj etapu 1/2/3	0: Grt 	etap składający się z 2-ch odcinków: osiągnięcie wartości zadanej 11: SEt 1/2/3 z nachyleniem określonym przez parametr 49: Gr-R 1/2/3 (ramping) i odliczanie czasu (50: EnT 1/2/3) po jej osiągnięciu	
	1: EnT 	odliczanie czasu po osiągnięciu wartości zadanej SEt 1/2/3 ($\pm H/2$)	
	2: ebot 	odliczanie czasu dla całego etapu (niezależnie od wartości zadanej)	
	3: EndL 	ciągły - bez limitu czasowego	
	4: SEtOP 	koniec – ostatni etap programu, dostępne tylko dla etapu 2/3	
49/54/59: Gr-R 1/2/3 nachylenie odcinka etapu 1/2/3	szybkość zmian (gradient) dla 1-go odcinka etapu rodzaju Grt , ramping, -99.9 ÷ 99.9 °C/min lub -99.9 ÷ 99.9 jednostek/min (2)		1.0 °C/min
50/55/60: EnT 1/2/3 czas dla etapu 1/2/3	0 ÷ 144.0 min, czas trwania odcinka dla etapu z odliczaniem czasu 		60 min
51/56/61: PSE 1/2/3 algorytm sterujący dla etapu 1/2/3	1: onoff = ON-OFF z histerezą, 2/3/4: P_id 1/2/3 = PID z zestawem parametrów 1/2/3 (rozdz. 9.3, nie zalecany dla etapu Grt - gradient może zaburzać działanie PID)		onoff
52/57/62: RSE 1/2/3 stan wyjścia pomocniczego <u>trakcie</u> etapu 1/2/3, 63: RSE po zakończeniu etapu 3	1: off = wyłączony, 2: on = załączony, 3: hAnd = tryb ręczny z zadany poziom sygnału wyjściowego (parametrem 67: WSE), wybór wyjścia pomocniczego (1/2/3) definiuje parametr 9/16/23: ETP 1/2/3 = ProG		off
VI. OPCJE PRZYCISKÓW, DOSTĘPU ORAZ INNE PARAMETRY KONFIGURACYJNE , podmenu otbE			
64: FunF funkcja przycisku [F]	0: none	nieaktywna - status urządzenia (opis rozdział 7 pkt a)	
	1: SEtE	skokowa zamiana wartości zadanej z <u>zestawem parametrów</u> dla wyjść 1 i 3 (dzienna=11: SEt 1/ nocna=25: SEt 3), oba wyjścia działają <u>tak samo</u> (kopia)	

65: Fun5 funkcja wejścia binarnego BIN	2: bl oc	blokada klawiatury, komunikaty bl of (stop)/ bl on (start, domyślnie)	
66: Fun5 funkcja dodatkowa przycisku [SET]	3: hd 1R 5: hd2R 7: hd3R	bezwartukowy tryb ręczny dla wyjścia 1/2/3 poziomem sygnału wyjściowego (MV) zadawanym parametrem 67: WSEt , komunikaty hnd 1/2/3 (start)/ hoF 1/2/3 (stop)	start (bez zmian) z wartością początkową dla 67: WSEt pobraną z bieżącego automatycznego trybu sterującego
1. szczegółowy opis w <i>rozdziale 7.1)</i>	4: hd 1U 6: hd2U 8: hd3U		start (skokowy) z ustawioną wcześniej wartością parametru 67: WSEt
2. wartości 3÷8 (szybki tryb ręczny) przerywa i zeruje tuning i algorytm PID oraz programowy dla danego wyjścia (1/2/3)	9: cl ER 10: SP SE 11: SE SP	kasowanie błędów i pamięci alarmów (LATCH) regulatora bezpieczeństwa STB z komunikatem cl ER lub honB (gdy brak błędów i alarmów) start/stop pracy wyjść 1/2/3 z funkcją 9: cl ER , komunikaty SE tRn / SE oP / cl ER	po włączeniu zasilania domyślnie stop domyślnie start (tylko dla [F] i [SET])
67: WSEt wartość zadana sygnału sterującego (MV) dla wyjść w trybie ręcznym	0 ÷ 100 % M	dotyczy wszystkich wyjść (1, 2, 3 i analogowego), 100 % oznacza maksymalną dostępną moc wyjściową (ustawioną parametrami 13/20/27: SPF 1/2/3), skok co 1% (4)	500 %
68: SEtE blokada szybkich zmian wartości zadanych SEt 1/2/3 , (<i>rozdział 9.1</i>)	0: off = bez blokad, 1/2/3: SEt 1/2/3 = blokada jednej z nastaw (SEt 1/2/3), 4: SE t2 = jednoczesna dla SEt 1 i SEt 2 , 5: SE t3 = dla SEt 1 i SEt 3 , 6: SE t3 = dla SEt 2 i SEt 3 , 7: RtL = dla wszystkich nastaw (SEt 1 , SEt 2 i SEt 3)		off
69: PP rd ochrona konfiguracji hasłem dostępu	0: off = wejście do menu konfiguracji ręcznej i zdalnej <u>nie</u> jest chronione hasłem, 1: on = konfiguracja ręczna i zdalna (<u>tylko</u> dla ARSOFT-CFG) <u>jest</u> chroniona hasłem		on
70: PRSS hasło dostępu	0000 ÷ 9999	hasło wejścia do menu konfiguracji oraz dla MQTT (<i>rozdział 11.1</i>)	1111
VII. OPCJE WYŚWIETLANIA , podmenu W tSP			
71: br tD jasność świecenia	10 ÷ 100 %	jasność świecenia wyświetlacza, skok co 10%	100 %
72: Un tE jednostka pomiarowa wyświetlacza	0: none = brak, 1: m = m, 2: mA = mA, 3: A = A, 4: mV = mV, 5: V = V, 6: °C = °C, 7: PRH = %RH, 8: PRFc = %, <u>tylko dla AR632.B/652.B/682.B</u> : 9: k = k, 10: Pa = Pa, 11: kPa = kPa		°C
73: W tba wartość wyświetlana dla dolnego wiersza	0: off = brak, 1/2/3: con 1/2/3 = wartość zadana dla wyjścia 1/2/3, 4/5/6: BAR 1/2/3 = bargraf MV1/2/3 (sygnał sterujący MV wyjścia 1/2/3 w zakresie 0÷100%), 7: BAR r = bargraf dla wyjścia mA/V, 8: BAR P = bargraf PV (pomiar w zakresie 4: IRtL ÷ 5: IRH i)		con 1
VIII. OPCJE KOMUNIKACJI DLA RS485 I ETHERNET , podmenu E tRn , opis w <i>rozdziałach 11÷11.5</i>			
74: W tba prędkość dla RS485	szybkość transmisji kbit/s, 0: 2M , 1: 40 , 2: 96 , 3: 192 , 4: 384 , 5: 576 , 6: 1152		192 kbit/s
75: W tba format znaku RS485	wyбір bitów parzystości i stopu, 0: on 1 (none), 1: 8E 1 (even), 2: 8o 1 (odd), 3: 8n 2		8n 1
76: R tba adres MODBUS-RTU	1 ÷ 247	adres urządzenia dla RS485 oraz sufiks (przyrostek) dla nazwy, (5)	1
77: Et ER tryb pracy interfejsu Ethernet (adres sprzętowy MAC dostępny z ARSOFT-CFG i MODBUS-RTU/TCP)	0: off 1: R tbo 2: SE tRt	Ethernet stale <u>wyłączony</u> (zalecane gdy nie używany) klient DHCP <u>włączony</u> , parametry sieci (od 78: E tP3 do 89: EGAR , tj. adres IP urządzenia, maska oraz brama) ustawiane są <u>automatycznie</u> klient DHCP <u>wyłączony</u> , parametry sieci ustawiane są <u>ręcznie</u>	off
78÷81: E tP3/2/1/0 adres IP	0 ÷ 255	adres IPv4 urządzenia w sieci lokalnej (Ethernet), 4 kolejne oktety	192.168.0.200
82÷85: ES t3/2/1/0 maska IP	0 ÷ 255	maska adresu IPv4 w sieci lokalnej (Ethernet), 4 kolejne oktety	255.255.255.0
86÷89: EGAR/3/2/1/0 brama IP	0 ÷ 255	adres IPv4 routera w sieci lokalnej (Ethernet), 4 kolejne oktety	192.168.0.1
90: Et ER port MODBUS-TCP	1 ÷ 9999	numer portu TCP dla protokołu MODBUS-TCP (też dla ARSOFT-CFG)	502
91: PRPR tryb pracy i rodzaj publikowanych wiadomości MQTT (Ethernet) (szczegółowy opis komunikacji MQTT <i>rozdział 11.1</i>)	0: off 1: PV 2: P tUn 3: PRPV 4: F tUL	protokół MQTT <u>wyłączony</u> (zalecane gdy nie używany) protokół MQTT włączony, w treści publikacji <u>tylko pomiar (PV)</u> , np., „4,5” protokół MQTT włączony, w treści publikacji <u>pomiar (PV) i jednostka</u> MQTT włączony, w treści <u>nazwa urządzenia, PV i jednostka</u> , (5) publikacja pełnego statusu pracy (PV, MV, stan wyjścia mA/V, BIN, itp.)	off

92÷95: 9953 ÷ 0 adres MQTT	0 ÷ 255	adres IPv4 bokera MQTT (Ethernet), 4 kolejne oktety	192.168.0.10
96: 9952 port brokera MQTT	1 ÷ 9999	numer portu TCP brokera MQTT	1883
97: 9953 okres publikacji MQTT	1 ÷ 8599 s	interwał wysyłania wiadomości do brokera MQTT (Ethernet)	10 sek.
98: 9954 poziom tematu MQTT	1 ÷ 8999	sufiks liczbowy dla nazwy tematu publikacji MQTT (APAR/ 9954)	APAR/ 1

- Uwagi:** (1) – dla czujników 3-przewodowych parametr **9953** musi być równy **0** (automatyczna kompensacja),
(2) – dotyczy wejść analogowych (mA, V, mV, Ω),
(3) – dla **9954** = **1** czas odpowiedzi wynosi 0,25sekundy, dla **9954** = **20** co najmniej 3s. Wyższy stopień filtracji oznacza bardziej „wygładzoną” wartość mierzoną i dłuższy czas odpowiedzi, zalecany dla pomiarów o turbulentnym charakterze (np. temperatura wody w kotle),
(4) – dla wyjść dwustanowych (P/SSR) mogą wystąpić duże zaokrąglenia, 1% możliwe jest dopiero dla okresu impulsowania (parametry 14/21/28: **9951**÷**9953**) większego od 20s, dla 4s jest 5%, dla 2s 10%, dla 1s aż 20%.
 Sygnał sterujący **MV=100%** oznacza maksymalną dostępną moc wyjściową (ograniczoną przez 13/20/27: **9951**÷**9953**),
(5) – nazwa urządzenia tworzona jest według szablonu: AR6x2_ **9954** (np. "AR6x2_1" dla 76: **9954** = **1**). Używana jest w treści publikowanej wiadomości MQTT (*rozdział 11.1*) oraz przez klienta DHCP (gdy 77: **9954** = **9954**).

9. KONFIGURACJA PRACY WYJŚĆ

Programowalna architektura regulatora umożliwia jego zastosowanie w bardzo wielu dziedzinach i aplikacjach. Przed rozpoczęciem pracy urządzenia należy ustawić parametry do indywidualnych potrzeb (takie jak algorytm sterujący 9/16/23: **9951**÷**9953**, rodzaje regulacji/alarmów 10/17/24: **9951**÷**9953**, wartości zadane 11/18/25: **9951**÷**9953** oraz inne opisane w Tabeli 8, *rozdział 8*). Jeśli zachodzi potrzeba uruchomienia regulacji na określony czas (funkcja timera) należy dodatkowo posłużyć się możliwościami oferowanymi przez regulację programową (*rozdział 9.6*). Szczegółowy opis konfiguracji pracy wyjść zawarty jest w *rozdziałach 9.1÷9.7*.

Domyślna (fabryczna) konfiguracja jest następująca: wyjścia 1, 2 i 3 (alarm dla AR602.B) w trybie regulacji typu grzanie (algorytm ON-OFF z histerezą), wyjście analogowe jest wyłączone (*Tabela 8*, kolumna ustawienia *firmowe*).

9.1. ZMIANA WARTOŚCI ZADANYCH DLA WYJŚĆ. MENU SZYBKIEGO DOSTĘPU.

W trybie wyświetlania pomiaru (PV) wiersz dolny prezentuje wartość zadaną SP dla wybranego wyjścia lub bargraf lub może być wygaszony (wybór parametrem 73: **9954**, *rozdział 8*). Najprostszym sposobem zmiany widocznej w tym trybie wartości zadanej **SP** jest użycie kombinacji przycisków **[DOWN]**, **[UP]** oraz **[SET]** opisanych w *rozdziale 7* (ze skokiem x1 lub x10). Wszystkie wartości zadane SP (tj. parametry 11/18/25: **9951**÷**9953** oraz opcjonalnie 67: **9954** - gdy wyjście pracuje w trybie ręcznym) dostępne są w menu szybkiego dostępu oraz w trybie konfiguracji parametrów (sposoby zmian opisano w *rozdziale 8*). Wejście w menu szybkiego dostępu następuje po wciśnięciu przycisku **[SET]**, bez konieczności wprowadzania hasła. Opcjonalnie, w celu zablokowania szybkich zmian SP (z komunikatem **9954**), można użyć parametru 68: **9954** (*Tabela 8*). Wyjście z menu następuje poprzez długie wciśnięcie przycisków **[DOWN]** + **[UP]** lub samoczynnie po 7 sekundach bezczynności.

9.2. WYJŚCIE ANALOGOWE (mA/V)

Standard sygnału wyjściowego ustala parametr 30: **9954** (*rozdział 8, Tabela 8, pkt III*). Wyjście analogowe można zaprogramować (parametrem 31: **9954**) do pracy w jednym z następujących trybów: retransmisji pomiaru PV lub wartości zadanej SP oraz jako wyjście sterujące powiązane z parametrami wybranego wyjścia 1, 2 lub 3. W trybie retransmisji pomiaru lub wartości zadanej sygnał wyjściowy jest proporcjonalny do sygnału PV lub SP w zakresie ustawionym przez parametry 32: **9954** i 33: **9954**. (np. 0mA dla wartości mierzonej 0°C gdy **9954** = 0°C, 20mA dla 100°C gdy **9954** = 100°C i odpowiednio 10mA dla połowy zakresu tj. 50°C). Innymi słowy wyjście pracujące w trybie retransmisji umożliwia konwersję sygnału wejściowego na sygnał wyjściowy (w zakresie **9954**÷**9954**). W trybie wyjścia sterującego parametry regulacji oraz pełnione funkcje są identyczne jak dla powiązanego wyjścia 1/2/3, przy czym zakres zmienności sygnału analogowego jest ciągły (0÷100%) jedynie dla algorytmu PID (*rozdział 9.3*) oraz pracy ręcznej, dla regulacji typu ON-OFF z histerezą wyjście przyjmuje wartości krańcowe (wartość dolna lub górna, np. 0mA=0%=OFF lub 20mA=100%=ON) bez wartości pośrednich co może być wykorzystane np. do załączania przekaźnika SSR.

Wartości sygnału wyjściowego (mA/V) można zaprezentować w postaci bargrafu na dolnym wierszu wyświetlacza (parametr 73: $\text{d} \cdot \text{ba} = \text{barr}$) lub odczytać z poziomu protokołów MODBUS-RTU/TCP i MQTT, [rozdział 11](#). Ponadto istnieje możliwość korekty (kalibracji) zakresu zmian sygnału wyjściowego (parametry 34: $\text{c} \cdot \text{ba} \cdot \text{t}$ i 35: $\text{c} \cdot \text{to} \cdot \text{p}$).

9.3. REGULACJA PID



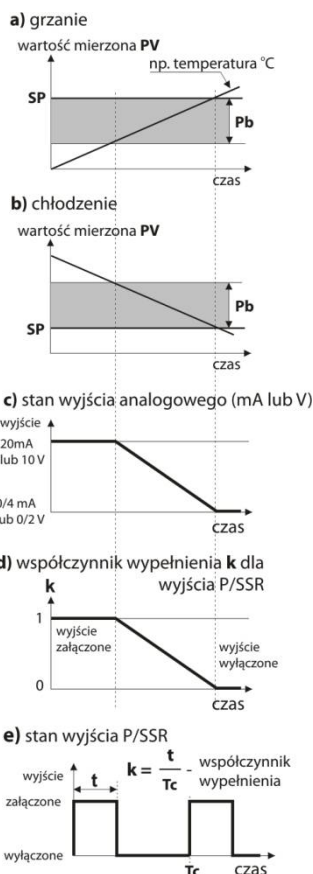
Algorytm PID umożliwia uzyskanie mniejszych błędów regulacji (np. temperatury) niż metoda typu ON-OFF z histerezą. Algorytm ten wymaga jednak doboru parametrów charakterystycznych dla konkretnego obiektu regulacji (np. pieca). W celu uproszczenia obsługi regulator wyposażony został w zaawansowane funkcje doboru parametrów PID opisane w [rozdziale 9.4](#). Dodatkowo zawsze istnieje możliwość ręcznej korekty nastaw ([rozdział 9.5](#)).

Regulacja PID dla danego wyjścia sterującego jest **aktywna**, gdy wybrano (parametrem $\text{c} \cdot \text{t} \cdot \text{t} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$, opis w [rozdziale 8, Tabela 8, pkt II](#), lub parametrem $\text{p} \cdot \text{se} \cdot \text{t} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$, [pkt V](#)) jeden z trzech zestawów parametrów PID, tj. $\text{p} \cdot \text{r} \cdot \text{d} \cdot \text{t} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$. Położenie zakresu proporcjonalności **Pb** ($\text{p} \cdot \text{b} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$, [Tabela 8, pkt IV](#)) względem wartości zadanej **SP** ($\text{se} \cdot \text{t} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$) przedstawiają rysunki 9.3 a) i b). Za wpływ członu całkującego i różniczkującego regulacji PID odpowiadają parametry $\text{t} \cdot \text{r} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ oraz $\text{t} \cdot \text{d} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$. Parametr $\text{p} \cdot \text{e} \cdot \text{r} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ ustala okres impulsowania **Tc** dla wyjścia typu P/SSR (jest to również czas aktualizacji jego stanu), natomiast $\text{o} \cdot \text{p} \cdot \text{f} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ dostępną moc użytą przy doborze parametrów PID. W przypadku, gdy algorytm PID realizowany jest przez wyjście analogowe 0/4÷20mA lub 0/2÷10V okres **Tc** jest nieistotny. Sygnał wyjściowy mA/V jest aktualizowany wówczas co 1 s i może przyjmować wartości pośrednie z całego zakresu zmienności wyjścia (0÷100%).

Zasadę działania regulacji typu P (regulacja proporcjonalna) dla wyjścia P/SSR przedstawiają rysunki d), e) dla wyjścia analogowego rysunek c).

Rys. 9.3. Zasada działania regulacji PID:

- położenie zakresu proporcjonalności **Pb** względem wartości zadanej **SP** dla rodzaju regulacji typu **grzanie** ($\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v} = \text{indR}$)
- położenie zakresu proporcjonalności **Pb** względem wartości zadanej **SP** dla rodzaju regulacji typu **chłodzenie** ($\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v} = \text{dirR}$)
- stan wyjścia analogowego 0/4÷20 mA lub 0/2÷10V
- współczynnik wypełnienia **k** dla wyjścia dwustanowego typu P/SSR
- stan wyjścia dla wartości mierzonej **PV** znajdującej się w zakresie **Pb**



9.4. AUTOMATYCZNY DOBÓR PARAMETRÓW PID



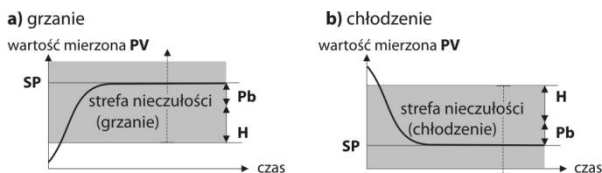
W celu użycia funkcji doboru parametrów PID dla danego wyjścia sterującego (1/2/3) należy najpierw wybrać zestaw parametrów PID (sposobem opisanym w [rozdziale 9.3](#)) do którego zostaną zapisane obliczone dane, a następnie ustawić rodzaj autotuningu (parametrem $\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ opis w [rozdziale 8, Tabela 8, pkt IV](#)). Samostrojenie uruchamiane jest w chwili startu regulacji (automatycznie po włączeniu zasilania lub ręcznie przyciskami funkcyjnymi **[F]**, **[SET]** lub wejściem binarnym **BIN** zaprogramowanymi jako start/stop pracy wyjść, [rozdział 7.1](#)). Autotuning wykonywany jest niezależnie dla każdego z wyjść z maksymalną dostępną mocą (zdefiniowaną parametrem $\text{o} \cdot \text{p} \cdot \text{f} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ [Tabela 8, pkt II](#)) i sygnalizowany jest cyklicznymi komunikatami $\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ (dla metody $\text{st} \cdot \text{e} \cdot \text{e} \cdot \text{p}$) lub $\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ (dla $\text{o} \cdot \text{se} \cdot \text{t}$) lub miganiem górnej prawej kropki podczas analizy obiektu dla $\text{Ru} \cdot \text{to} \cdot \text{d}$ ([rozdział 7, pkt d](#)). Wartość parametru 36/40/44: $\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v}$ decyduje o wyborze metody doboru parametrów PID:

- $\text{Fun} \cdot \text{v} / \text{v} / \text{v} = \text{Ru} \cdot \text{to} \cdot \text{d}$ (**tryb ciągły, smart logic**) – regulator bada w sposób ciągły czy występują warunki do uruchomienia tuningu oraz testuje obiekt w celu wyboru odpowiedniej metody. Algorytm nieprzerwanie wymusza pracę w trybie PID. Warunkiem koniecznym do zainicjowania procedury doboru parametrów PID jest

położenie aktualnej wartości mierzonej **PV** poza strefą nieczułości zdefiniowaną jako suma wartości parametrów zakresu proporcjonalności **Pb** oraz powiązanej histerezy **H** względem wartości zadanej **SP**, jak na rysunkach 9.4.

Rys.9.4.

Położenie strefy nieczułości dla rodzaju regulacji typu grzanie ($F_{un} I/P/E = indH$) oraz chłodzenie ($F_{un} I/P/E = dirC$)



Aby uniknąć zbędnego załączania tuningu, co może opóźnić przebieg procesu, zaleca się ustawienie histerezy **H** na możliwie dużą wartość, nie mniejszą niż 10÷30% zakresu zmienności wartości procesu (np. mierzonej temperatury). Testowanie obiektu z chwilowym wyłączeniem wyjścia i miganiem górnej prawej kropki zachodzi również w pasmie nieczułości w przypadku wykrycia gwałtownych zmian wartości mierzonej **PV** lub wartości zadanej **SP**. Wybór metody doboru parametrów uzależniony jest od charakteru warunków początkowych. Dla ustabilizowanej wielkości regulowanej wybrana zostanie **metoda odpowiedzi skokowej (szybka)**, w przeciwnym przypadku uruchomiona zostanie **metoda oscylacyjna (dłuższa)**.

Wybór automatyczny (tryb ciągły) umożliwia optymalny dobór parametrów PID dla aktualnie panujących warunków na obiekcie, bez ingerencji użytkownika. Zalecany jest do regulacji zmiennowartościowej (zaburzenie warunków ustalonych w trakcie pracy poprzez zmianę np. wartości zadanej **SP** czy masy wsadu pieca).

- b) $F_{un} I/P/E = SETP$ (metoda odpowiedzi skokowej, szybka)** – dobór parametrów w fazie rozbiegowej (odpowiedź na wymuszenie skokowe). W trakcie wyznaczania charakterystyki obiektu algorytm nie powoduje dodatkowego opóźnienia w osiągnięciu wartości zadanej **SP**. Metoda ta jest dedykowana dla obiektów o ustabilizowanej początkowej wartości wielkości regulowanej (np. temperatura w zimnym piecu). Aby nie zaburzyć warunków początkowych, przed włączeniem autotuningu należy wyłączyć zasilanie elementu wykonawczego (np. grzałki) zewnętrznym łącznikiem lub używać funkcji start/stop regulacji (przyciski **[F]**, **[SET]** lub wejście **BIN**). Zasilanie należy załączyć natychmiast po uruchomieniu tuningu, w fazie opóźnienia załączenia wyjścia. Załączenie zasilania na późniejszym etapie spowoduje błędną analizę obiektu i w rezultacie niewłaściwy dobór parametrów PID.
- c) $F_{un} I/P/E = OSC$ (metoda oscylacyjna, dłuższa)** – dobór parametrów metodą oscylacyjną. Algorytm polega na pomiarze amplitudy oraz okresu oscylacji na poziomie nieco niższym (dla grzania lub wyższym dla chłodzenia) niż wartość zadana **SP** eliminując tym samym niebezpieczeństwo przekroczenia docelowej wartości **SP** na etapie badania obiektu. W trakcie wyznaczania charakterystyki obiektu algorytm powoduje dodatkowe opóźnienia w osiągnięciu wartości zadanej. Metoda ta jest dedykowana dla obiektów o niestabilizowanej początkowej wartości wielkości regulowanej (np. temperatura w nagrzanym już piecu).

Algorytmy z podpunktów **b** oraz **c** składają się z następujących etapów:

- opóźnienie załączenia wyjścia (ok.15 sek - czas na załączenie zasilania elementu wykonawczego, tj. mocy grzejnej/chłodzącej, wentylatora, itp.) i wyznaczanie charakterystyki obiektu,
- obliczenie i trwałe zapisanie parametrów (**Pb**, **Ti**, **Td** do wybranego zestawu PID oraz **Tc**, tj. $P_{Er} I/P/E$, *rozdział 8*),
- włączenie regulacji dla danego wyjścia z nowymi nastawami PID

Przerwanie programowe samostrojenia **b** lub **c** (z komunikatem $SETP I/P/E$) może zająć w następujących sytuacjach:

- wartość początkowa **PV** jest większa od zadanej **SP** dla grzania lub mniejsza od zadanej dla chłodzenia,
- zmieniono wartość zadaną **SP** lub wartość mierzona procesy **PV** zmienia się zbyt szybko lub za wolno,
- przekroczony został maksymalny czas tuningu (4 godz.)

Wskazane jest ponowne uruchomienie autotuningu **b** lub **c** po znaczącej zmianie progu **SP** lub parametrów obiektu regulacji (np. mocy grzejnej/chłodzącej, masy wsadowej, temperatury początkowej, itp.).

Autotuning nie działa w trybie regulacji programowej (**kontrolera procesu**) oraz sterowania zaworami (**serwo**).

9.5. KOREKTA PARAMETRÓW PID



Funkcja autotuningu poprawnie dobiera parametry regulacji PID dla większości procesów, czasami jednak może zaistnieć potrzeba ich skorygowania. Ze względu na silną współzależność tych parametrów (opisanych w *rozdziałach 9.3 i 8, Tabela 8*), należy dokonywać zmiany tylko jednego z nich i obserwować wpływ na proces:

- a) oscylacje wokół progu - zwiększyć zakres proporcjonalności **Pb**, zwiększyć czas całkowania **Ti**, zmniejszyć czas różniczkowania **Td**, (ewentualnie zmniejszyć o połowę okres impulsowania wyjścia, parametr **Tc**)

- b) wolna odpowiedź - zmniejszyć zakres proporcjonalności **Pb**, czasy różniczkowania **Td** i całkowania **Ti**
- c) przeregulowanie - zwiększyć zakres proporcjonalności **Pb**, czasy różniczkowania **Td** i całkowania **Ti**
- d) niestabilność - zwiększyć czas całkowania **Ti**.

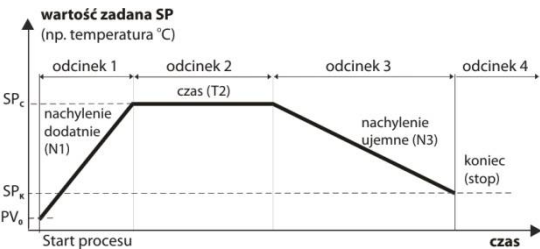
9.6. PROGRAMOWANA CHARAKTERYSTYKA PRACY. PRZYKŁADOWA KONFIGURACJA.

Regulator pozwala na utworzenie programu regulacji (kontrolera procesu) składającego się maksymalnie z 6 odcinków (3 etapy konfigurowane parametrami opisanymi w rozdziale 8, Tabela 8, pkt V). Przy czym każdy etap (1/2/3) działa zgodnie z parametrami regulacji przypisanej do niego wartości zadanej SP (1/2/3), opis Tabela 8, pkt II. Program może być przypisany do dowolnego z wyjść sterujących (1/2/3) za pomocą parametru 9/16/23: **CTY 1/2/3** ustawionego na wartość **PrGr**. Dodatkowo istnieje możliwość zdefiniowania wyjścia pomocniczego (**PrEr**) co może być przydatne do sygnalizacji stanu pracy dla poszczególnych etapów programu jak również do załączania dodatkowych urządzeń (wentylatory, dodatkowe sekcje grzewcze, itp.) z opcją pracy ręcznej (gdy parametr 52/57/62/63: **ASB 1/2/3/4 = hRnd**).

Program uruchamia się w momencie startu regulacji (automatycznie po włączeniu zasilania lub ręcznie przyciskami funkcyjnymi **[F]**, **[SET]** lub wejściem binarnym **BIN** zaprogramowanymi jako start/stop pracy wyjść, rozdział 7.1) i zawsze wykonywany jest od początku (1-go etapu/odcinka). Kolejne etapy procesu (1/2/3) sygnalizowane są przez pojawiające co kilka sekund komunikaty **Pr-1/2/3** naprzemiennie z aktualną wartością zadaną SP (lub inną zaprogramowaną parametrem 73: **dibo**) oraz opcjonalnie pozostałym czasem etapu (w formacie gg:mm z jednostką **m** lub 00:ss, gdy czas < 1 min, bez jednostki). W trakcie odmierzania czasu dodatkowo miga prawa górna kropka (rozdział 7, pkt d). Program kończy się z komunikatem **PrEnd** i wyłączeniem wyjścia sterującego.

Schemat przykładowej konfiguracji programu składającego się z 4-ch odcinków dla rodzaju regulacji typu grzanie (**Fun 1/2/3 = mch**) przedstawiono na diagramie obok. W chwili startu procesu (regulacji) początkową wartością zadaną dla odcinka 1 jest aktualna wartość mierzona (PV₀, np. 25°C), wartością docelową SP_c = **SEt 1**, która jest osiągnana z szybkością (nachyleniem) N1 = **GrR 1** (np. 25°C/min). Po osiągnięciu wartości SP_c i regulacji na tym poziomie przez zadany dla odcinka 2-go czas T2 = **t-n 1** następuje przejście do odcinka 3-go, dla którego przewidziano funkcję schładzania z prędkością N3 = **GrR 2** (np. -10°C/min) do poziomu SP_k = **SEt 2**. Podczas schładzania można użyć wyjścia pomocniczego do załączenia np. wentylatora. Zatrzymanie programu (z wyłączeniem wyjścia sterującego) następuje po osiągnięciu SP_k i przejściu do odcinka 4-go. Podstawowe parametry konfiguracyjne dla poszczególnych etapów zestawiono w poniższej tabeli:

Rys.9.6. Schemat przykładowego programu.



Parametry etapu	Etap 1		Etap 2	Etap 3
	odcinek 1 	odcinek 2 	odcinek 3 	odcinek 4 
Rodzaj etapu	48: EYP 1 = Grt 1 (2 odcinki)		53: EYP 2 = Grt 1	58: EYP 3 = StOp
Wartość zadana SP etapu	SP _c = SEt 1 (np. 700°C)		SP _k = SEt 2 (np. 60°C)	nie istotne
Nachylenie (°C/min)	N1 = GrR 1 (np. 25°C/min)		N3 = GrR 2 (np. -10°C/min)	nie istotne
Czas etapu/odcinka	T2 = t-n 1 (np. 90min)		t-n 2 = 0 (brak odcinka 2)	nie istotne

9.7. STEROWANIE ZAWOREM MIESZAJĄCYM. PRZYKŁADOWA KONFIGURACJA.

Przyrząd umożliwia sterowanie serwowaworem z dwoma wejściami stykowymi typu otwórz-zamknij, bez sygnału zwrotnego. Dla zaworów sterowanych sygnałem analogowym mA/V obowiązują (opisane powyżej) standardowe charakterystyki (grzanie/chłodzenie) oraz tryby pracy (ON-OFF, PID) i nie wymagają dodatkowych komentarzy. Algorytm typu serwo realizowany jest na wyjściach 1 (otwórz) i 2 (zamknij), jako regulacja trójstawna krokowa. Wymaga on ustawienia parametru 16: **CTY 2** na wartość **GrAL c** (co zapobiega również jednoczesnemu załączeniu

obu wyjść) oraz innych parametrów konfiguracyjnych (opisanych w przykładzie poniżej oraz w [rozdziale 8](#)).
 Całkowity czas otwarcia/zamknięcia zaworu definiują parametry 14/21: [P_{Er1}](#)/[P_{Er2}](#).
 Sterowanie zaworem uruchamiane jest w chwili startu regulacji (automatycznie po włączeniu zasilania lub ręcznie przyciskami funkcyjnymi **[F]**, **[SET]** lub wejściem binarnym **BIN** zaprogramowanymi jako start/stop pracy wyjść, [rozdział 7.1](#)) i rozpoczyna się procedurą pozycjonowania (całkowitego zamknięcia) zaworu (z komunikatem [U_{RL}](#)).
 Procedura ta odbywa się również po każdej zmianie okresu impulsowania dla wyjścia 2 (parametr 21: [P_{Er2}](#)).
Przykładowa konfiguracja (ON-OFF, dla grzania, zadaną temperaturą 50°C i czasem otwarcia/zamknięcia zaworu 100s):
 - parametry wyjścia 1 ([Tabela 8, pkt II](#), grupa [out1](#)): [C_{Y1}](#)=[onof](#) (zalecana), [Fun1](#)=[indH](#), [H1](#)=0°C, [Set1](#)=50°C, [oPF1](#)=1%, [P_{Er1}](#)=100s,
 - parametry wyjścia 2 (grupa [out2](#)): [C_{Y2}](#)=[uRLc](#), [Fun2](#)=[deof](#) (odchyłka od [Set1](#), [Tabela 8, Rys.8.Z](#)), [H2](#)=0°C, [Set2](#)=0.5°C (wartość odchyłki), [oPF2](#)=100%, [P_{Er2}](#)=100s, [F_{to2}](#)=[on](#) (stan awaryjny załączony)
Wskazówki dotyczące korekty nastaw (dokonywać zmiany tylko jednego z czynników i obserwować wpływ na proces):
 a) zwiększenie szybkości zmian - zwiększać parametr [oPF1](#) (zalecane 1÷5%) oraz zmniejszać [P_{Er1}](#),
 b) zmniejszenie przeregulowań i oscylacji - zmniejszać [oPF1](#) (zalecane 1÷5%), zwiększać [P_{Er1}](#), ustawić niewielką strefę martwą ([Set2](#), np. 0.5°C), zalecane [H1/2](#)=0°C
 Alternatywnie dla wyjścia 1 można też zastosować regulację PID ([rozdział 9.3](#)) z większą wartością [oPF1](#) (sugerowane 10÷20%) co będzie skutkowało szybszym osiąganiem wartości zadanej, ale jednocześnie, przy źle dobranych parametrach PID regulacja może być mniej dokładna (z powodu przeregulowań i oscylacji). W zakresie Pb długość impulsu otwierającego (kroku) będzie zmienna (w zależności od wartości mierzonej PV, zgodnie z zasadą działania PID). W przypadku użycia algorytmu PID zalecana jest regulacja w wariancie P (proporcjonalna, np. Pb=5°C, Ti=Td=0s) lub PD (proporcjonalno-różniczkowa, np. Pb=5°C, Ti=0, Td=30s).

10. SYGNALIZACJA KOMUNIKATÓW I BŁĘDÓW

a) błędy pomiarowe:

Kod	Możliwe przyczyny błędu
----	- przekroczenie zakresu pomiarowego czujnika/sygnału od góry (P₋₋₋₋) lub od dołu (P₋₋₋₋)
----	- źle dołączony lub inny czujnik/sygnał niż ustawiony w konfiguracji (rozdział 8, parametr 0: inP)
----	- brak czujnika/sygnału pomiarowego lub uszkodzenie wejścia (---- z komunikatem krytycznym E inP)

b) komunikaty i błędy chwilowe (jednokrotne oraz cykliczne):

Kod	Opis komunikatu
EodE	tryb wprowadzania hasła dostępu do parametrów konfiguracyjnych, rozdział 8
Errr	wprowadzono błędne hasło dostępu do menu konfiguracji parametrów, rozdział 8
EonF	wejście w menu konfiguracji parametrów, rozdział 8
bLoc	- blokada szybkich zmian wartości zadanych (parametrem 68: bSet , rozdział 9.1), - blokada innych parametrów (np. P_{RS5} , gdy P_{Pr0} = oFF) lub adresów IP w trybie klienta DHCP), - blokada klawiatury przyciskami [F] , [SET] oraz wejściem BIN (rozdział 7.1), - przycisk [F]/[SET] zablokowany przez <u>aktywne</u> wejście BIN pełniące tą samą funkcję, - szybki tryb ręczny dla [F]/[SET]/BIN zablokowany przez <u>aktywny (stały)</u> tryb ręczny wyjścia
Eun1/2/3 , Euo1/2/3	realizacja funkcji tuningu PID (metoda odpowiedzi skokowej lub oscylacyjna), rozdział 9.4
E_{tP}1/2/3	- błąd przerwania tuningu PID (rozdz.9.4) lub regulacji programowej z powodu zmiany lub błędnej konfiguracji (np. gdy ch-ka jest inna niż grzanie/chłodzenie dla PID, czy serwo) - kasowanie błędu przyciskami [UP]+[DOWN] lub [F] , [SET] oraz wejściem BIN (rozdz.7.1)
C_{LEA} / nonE (gdy brak)	kasowanie błędów (pojedynczo) lub wszystkich funkcją przypisaną do [F]/[SET]/BIN
StAr / StoP	start/stop regulacji funkcją przypisaną do [F]/[SET]/BIN , rozdział 7.1
Set1 / Set3	zamiana wartości zadanej (dzienna/nocna) dla wyjścia 1 i 3 funkcją [F]/[SET]/BIN , rozdz.7.1

bLoK / bLoF	blokada klawiatury włączona/wyłączona funkcją przypisaną do [F]/[SET]/BIN , <i>rozdz.7.1</i>
hnd 1/2/3 / hoF 1/2/3	bezwartunkowy tryb ręczny włączony/wyłączony, funkcja [F]/[SET]/BIN , <i>rozdział 7.1</i>
Pr- 1/2/3 , PEnd	realizacja funkcji kontrolera procesu (ramping) na wyjściu 1/2/3, <i>rozdział 9.6</i>
Stb 1/2/3	alarm STB (LATCH) dla wyjść 1/2/3 (kasowany przez [F]/[SET]/BIN funkcją CLER lub start/stop)
uRLC	wykonywana jest procedura pozycjonowania (zamknięcia) serwowozoru (<i>rozdział 9.7</i>)
LoRd DEF	zapis firmowych wartości parametrów (opis procedury w <i>rozdziale 8</i>)
ErrE	potencjalny błąd pamięci danych (kasowany [UP]+[DOWN] przy starcie zasilania, z ładowaniem wartości firmowych), jeśli problem nie ustępuje odesłać przyrząd do naprawy

11. KOMUNIKACJA SZEREGOWA. DOSTĘPNE OPROGRAMOWANIE I STEROWNIKI USB

Komunikacja z regulatorem możliwa jest poprzez każdy z dostępnych interfejsów szeregowych (*niezależnie*, tj. RS485, Ethernet oraz USB) i może być przydatna (lub konieczna) w następujących sytuacjach:

- zdalny monitoring i rejestracja aktualnych pomiarów oraz kontrola stanu pracy i algorytmów sterujących dla wyjść,
- konfiguracja parametrów, w tym również kopiowanie ustawień na inne regulatory tego samego typu

W celu nawiązania komunikacji na duże odległości należy zestawić połączenie w standardzie **RS485** (protokół MODBUS-RTU, *rozdziały 11.3 i 11.4*) lub **Ethernet** z wykorzystaniem protokołów MODBUS-TCP (*rozdział 11.2*) oraz MQTT (*rozdział 11.1*). Przy pierwszym podłączeniu regulatora (lub konwertera RS485) do komputera poprzez port USB system uruchomi proces automatycznej instalacji sterownika portu szeregowego COM (z witryny **Windows Update**). Alternatywnie można wskazać ręcznie lokalizację sterownika na dysku komputera z poziomu **Menadżera urządzeń** postępując zgodnie ze wskazówkami kreatora instalacji (dla regulatora wybrać sterowniki „AR2xx...” pobrane ze strony www.apar.pl lub z folderu instalacyjnego programu ARSOFT-CFG, standardowo „C:\Program Files (x86)\ARSOFT\Drivers\AR2xx...”). Dostępne są następujące aplikacje (dla systemów operacyjnych Windows 7/8/10, do pobrania ze strony www.apar.pl/oprogramowanie.html lub opcjonalnie z płyty CD lub e-mail z Działu Handlowego):

Nazwa	Opis programu
ARSOFT-CFG (bezpłatny)	- wyświetlanie aktualnych danych pomiarowych z podłączonego urządzenia produkcji Apar - konfiguracja rodzaju wejścia pomiarowego, zakresu wskazań, opcji regulacji, alarmów, wyświetlania, komunikacji, dostępu, itp. (<i>rozdział 8</i>) - tworzenie na dysku pliku z rozszerzeniem „.cfg” zawierającego aktualną konfigurację parametrów w celu ponownego wykorzystania (powielanie konfiguracji)
APSystem-PC (płatny)	- wyświetlanie i rejestracja aktualnych pomiarów z wielu urządzeń (poprzez MODBUS-RTU/TCP/ASCII) - alarmy wizualne, dźwiękowe, wiadomości e-mail, raportowanie zdarzeń, itp.

Szczegółowe opisy w/w aplikacji znajdują się w folderach instalacyjnych.

UWAGA:

Przed nawiązaniem połączenia poprzez **RS485** należy upewnić się, że parametry urządzenia (74: **r-4br**, 76: **Rddr** oraz 75: **R-4CF**) są zgodne z ustawieniami programu komputerowego. Ponadto ustawić w opcjach programu numer używanego portu szeregowego COM (dla konwertera RS485 nadany przez system w trakcie instalacji sterowników).

W zależności od używanego protokołu, połączenie poprzez **Internet** wymaga znanego adresu publicznego IP brokera dla protokołu MQTT oraz IP sieci w przypadku MODBUS-TCP (dla ułatwienia dostępu do sieci ze zmiennym publicznym adresem IP można uruchomić usługę DDNS, np. w routerze). **Dobór parametrów sieciowych w regulatorze oraz konfigurację routera** (w tym np. przekierowanie portu dla MODBUS-TCP, port forwarding) **należy zlecić osobie wykwalifikowanej (administratorowi sieci)**. Ponadto trzeba zwrócić uwagę aby firewall nie blokował używanych portów i aplikacji (np. ARSOFT-CFG). Unikatowy adres sprzętowy **MAC** (EUI-48) interfejsu Ethernet regulatora dostępny jest w ARSOFT-CFG (Parametry->Opcje komunikacji) oraz mapie rejestrów protokołów MODBUS-RTU/TCP. Najprostszym sposobem przetestowania poprawności pracy regulatora w sieci LAN jest ustawienie interfejsu Ethernet w trybie automatycznym (parametr 77: **ETEd** = **Auto**), a następnie (z nadanym przez serwer DHCP adresem IP odczytanym z urządzenia) nawiązać połączenie z programem ARSOFT-CFG lub wykonać z wiersza poleceń komputera polecenie *ping* (oraz opcjonalnie *arp -a* dla Windows lub *arp-scan* dla Linux, gdzie otrzymamy również adres **MAC**).

11.1. PROTOKÓŁ MQTT

Popularny w aplikacjach IoT/M2M (internetu rzeczy) protokół MQTT jest lekkim protokołem transmisji danych, opartym o wzorzec publikacja/subskrypcja (do/z serwera). Korzystanie z protokołu wymaga poprawnie skonfigurowanego interfejsu sieciowego Ethernet oraz parametrów MQTT (rozdział 8, Tabela 8, pkt VIII), a także dostępu do brokera (serwera) ze stałym adresem numerycznym IP (regulator nie obsługuje protokołu DNS - tekstowych nazw domenowych). Broker MQTT można uruchomić samodzielnie (np. Mosquitto) lub skorzystać z dostępnych w Internecie (płatnych lub darmowych jak np. EMQX). Znając nazwę strony brokera można sprawdzić jego adres IP, np. poleceniem *ping* (z wiersza poleceń komputera). Do odczytu (subskrypcji) z brokera wiadomości publikowanych przez regulator można użyć własnych rozwiązań lub jednej z wielu dostępnych w Internecie aplikacji (jak np. bezpłatny i prosty w obsłudze „*MQTT Dash*” dla Android). Nawiązanie połączenia z brokerem może trwać jakiś czas (zazwyczaj < 1,5 min, restart urządzenia może przyspieszyć ten proces). Aktualny stan połączenia regulatora z brokerem MQTT dostępny jest z poziomu klawiatury (rozdział 7 pkt a, status urządzenia) oraz protokołów MODBUS-TCP/RTU (rejestr pod adresem 31:*status połączenia Ethernet*, rozdział 11.5).

Za wybór treści wiadomości wysyłanych cyklicznie do brokera MQTT odpowiada parametr 91:997a (opis w Tabeli 8). Przykładowa treść dla najbardziej rozbudowanej opcji (gdy 91:997a = Full, maksymalny rozmiar 99B):

"AR6x2_1;PV=36.6 °C;MV1=100 %;MV2=100 %;MV3=0 %;cstat=0x0000;outA=7.320 mA;BIN=0" (AR6x2_997a = nazwa urządzenia;PV=wartość pomiaru i jednostka;MV1=wartość sygnału sterującego wyjścia 1;MV2 dla wyjścia 2;MV3 dla wyjścia 3;cstat=status pracy algorytmów sterujących, opis w rozdziale 11.5;outA=wartość sygnału wyjścia analogowego mA/V;BIN=stan wejścia binarnego, 0=zwarte, tj. aktywne).

Dodatkowo, w celu opcjonalnej autoryzacji połączenia, w pakiecie MQTT ustawiane są następujące pola: ID klienta (tworzone według szablonu „*aparMAC*”, gdzie **MAC** to adres sprzętowy EUI-48 regulatora, np. „*aparFCC23D21C54A*”) oraz nazwa użytkownika (jako „*apar9955*”, 2 ostatnie cyfry parametru 70: 9955, np. „*apar11*”) i hasło (parametr 70: 9955). Parametry protokołu przydatne dla zaawansowanych potrzeb: wersja 3.1.1, QOS=0, retain=1, keep alive=0 (off). W przypadku częstego zrywania się połączenia z brokerem należy sprawdzić niezawodność połączenia (przełącznika) sieciowego/internetowego, przetestować ewentualny wpływ okresu publikacji wiadomości (wydłużyć, zalecane >5s, parametr 97: 99EP), a także komunikacji MODBUS-TCP (chwilowo zatrzymać jeśli jest używana).

11.2. PROTOKÓŁ TRANSMISJI SZEREGOWEJ MODBUS–TCP

Protokół MODBUS-TCP dostępny jest dla interfejsu Ethernet (RJ45) i używa warstwy transportowej TCP/IP. Parametry wykorzystywane przez tą usługę jak np. numer portu TCP opisane są w rozdziale 8, Tabela 8, pkt VIII. Timeout dla transmisji MODBUS-TCP, po którym nastąpi zamknięcie otwartego, ale nieużywanego portu wynosi 60s. Dostępne funkcje : READ - 3 lub 4, WRITE - 6

Tabela 11.2.1. Format ramki żądania protokołu MODBUS-TCP dla funkcji READ oraz WRITE (długość ramki - 12B)

Nagłówek protokołu MODBUS (7 bajtów)			Kod funkcji (READ lub WRITE)	adres rejestru z Tabeli 11.5 (rozdział 11.5)	ilość rejestrów do odczytu (1 ÷ 13) lub wartość rejestru do zapisu
Identyfikatory transakcji i protokołu	Pole długości (wartość = 6)	Identyfikator jednostki			
4 bajty	2 bajty	1 bajt	1 bajt	2 bajty (HB-LB)	2 bajty (HB-LB)

Przykład 11.2.1. Odczyt rejestru o adresie 0: 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x06 - 0xFF - 0x04 - 0x0000 - 0x0001

Tabela 11.2.2. Format ramki odpowiedzi dla funkcji READ (minimalna długość ramki - 11 Bajtów):

Nagłówek protokołu MODBUS (7 bajtów)			Kod funkcji (READ)	ilość bajtów w polu dane (2 ÷ 26)	pole danych - wartość rejestru (2B)
Identyfikatory transakcji i protokołu	Pole długości (maksymalnie 29)	Identyfikator jednostki			
4 bajty	2 bajty	1 bajt	1 bajt	1 bajt	2÷26 bajtów (HB-LB)

Przykład 11.2.2. Ramka odpowiedzi dla wartość rejestru równej 0: 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x05 - 0xFF - 0x04 - 0x01 - 0x0000

Tabela 11.2.3. Format ramki odpowiedzi dla funkcji WRITE (długość ramki - 12 Bajtów)

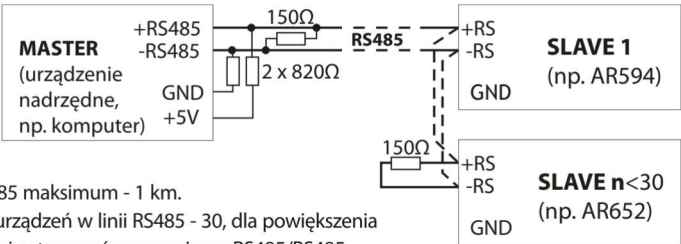
kopia ramki żądania dla funkcji WRITE (Tabela 11.2.1)

Kody błędów są identyczne jak dla protokołu MODBUS-RTU (Tabela 11.4.5)

Przykład 11.2.3. Ramka błędu dla nieistniejącego adresu rejestru do odczytu:
0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x00 - 0x05 - 0xFF - 0x84 - 0x02 - 0x0001

11.3. INTERFEJS KOMUNIKACYJNY RS485 (wg EIA RS-485)

Specyfikacja montażowa dla interfejsu RS485 jest następująca:



Długość kabla RS485 maksimum - 1 km.

Maksymalna ilość urządzeń w linii RS485 - 30, dla powiększenia ilości urządzeń należy stosować wzmacniacze RS485/RS485.

Rezystory terminacyjne gdy MASTER jest na początku linii (rys. powyżej):

- na początku linii - 2 x 820Ω do masy i +5V MASTERA oraz 150Ω między liniami,
- na końcu linii - 150Ω pomiędzy liniami.

Rezystory terminacyjne gdy MASTER jest w środku linii:

- przy konwerterze - 2 x 820Ω, do masy i +5V konwertera,
- na obu końcach linii - po 150Ω między liniami.

Urządzenia różnych producentów tworzące sieć RS485 (np. konwertery RS485/USB) mogą mieć wbudowane rezystory polaryzujące oraz terminujące i wtedy nie ma konieczności stosowania zewnętrznych elementów. Konfigurując sieć należy szczególnie przestrzegać zaleceń montażowych okablowania podanych w rozdziale 2.

11.4. PROTOKÓŁ TRANSMISJI SZEREGOWEJ MODBUS-RTU (SLAVE)

Prędkość transmisji oraz format znaku dla RS485 i adres MODBUS-RTU ustawiane parametrami 74: 0x4b, 75: 0x4f, 76: 0x4f (rozdział 8, Tabela 8, pkt VIII). Dostępne funkcje: READ = 3 lub 4, WRITE = 6.

Tabela 11.4.1. Format ramki żądania dla funkcji READ (długość ramki - 8 Bajtów):

adres urządzenia	funkcja	adres rejestru do odczytu:	ilość rejestrów do odczytu:	suma kontrolna CRC
4 lub 3		z Tabeli 11.5 (rozdz. 11.5)	1 ÷ 13	
1 bajt	1 bajt	2 bajty (HB-LB)	2 bajty (HB-LB)	2 bajty (LB-HB)

Przykład 11.4.1. Odczyt rejestru o adresie 0: 0x01 - 0x04 - 0x0000 - 0x0001 - 0x31CA

Tabela 11.4.2. Format ramki żądania dla funkcji WRITE (długość ramki - 8 Bajtów):

adres urządzenia	funkcja	adres rejestru do zapisu:	wartość rejestru do zapisu	suma kontrolna CRC
4 lub 3		z Tabeli 11.5 (rozdz. 11.5)		
1 bajt	1 bajt	2 bajty (HB-LB)	2 bajty (HB-LB)	2 bajty (LB-HB)

Przykład 11.4.2. Zapis rejestru o adresie 10 (0xA) wartością 0: 0x01 - 0x06 - 0x000A - 0x0000 - 0xA9C8

Tabela 11.4.3. Format ramki odpowiedzi dla funkcji READ (minimalna długość ramki - 7 Bajtów):

adres urządzenia	funkcja	ilość bajtów w polu dane, (maks. 13*2=26 bajtów)	pole danych - wartość rejestru	suma kontrolna CRC
4 lub 3				
1 bajt	1 bajt	1 bajt	2 ÷ 26 bajtów (HB-LB)	2 bajty (LB-HB)

Przykład 11.4.3. Ramka odpowiedzi dla wartości rejestru równej 0: 0x01 - 0x04 - 0x02 - 0x0000 - 0xB930

Tabela 11.4.4. Format ramki odpowiedzi dla funkcji WRITE (długość ramki - 8 bajtów):

kopia ramki żądania dla funkcji WRITE (Tabela 11.4.2)

Tabela 11.4.5. Odpowiedź szczegółowa (błędy: pole funkcja = 0x84 lub 0x83 gdy była funkcja READ oraz 0x86 gdy była funkcja WRITE):

Kod błędu (HB-LB w polu danych)	Opis błędu
0x0001	nieistniejący adres rejestru
0x0002	błędna wartość rejestru do zapisu
0x0003	niewłaściwy numer funkcji

Przykład 11.4.5. Ramka błędu dla nieistniejącego adresu rejestru do odczytu:

0x01 - 0x84 - 0x02 - 0x0001 -0x5130

11.5. MAPA REJESTRÓW URZĄDZENIA DLA MODBUS-RTU/TCP

Tabela 11.5. Mapa rejestrów dla protokołu MODBUS-RTU i MODBUS-TCP

Adres rejestru HEX (DEC)	Wartość (HEX lub DEC)	Opis rejestru oraz typ dostępu (R-rejestr tylko do odczytu, R/W-do odczytu i zapisu)	
0x00 (0)	-1999 ÷ 19999	aktualna wartość pomiaru (PV)	R
0x01 (1)	6520 ÷ 6529	identyfikator typu urządzenia	R
0x02 (2)	400 ÷ 999	wersja oprogramowania (firmware) regulatora	R
0x03 ÷ 0x05	0	nie używany lub zarezerwowany	R
0x06 (6)	0 ÷ 65535	Status algorytmów i funkcji sterujących oraz stan wyjść/alarmów: - stan wyjść/alarmów 1, 2, 3 (bity 0, 1, 2 , bit=1= wyjście załączone), - alarmy STB (LATCH) dla wyjść 1, 2, 3 (bity 3, 4, 5 , bit=1=aktywny), - szybki tryb ręczny dla wyjść 1, 2, 3 (bity 6, 7, 8 , bit=1=aktywny), - stan tuningu PID dla któregośkolwiek z wyjść (bit 12 , bit=1=aktywny), - błąd EEPROM PID, itp. (bit 13 , bit=1=aktywny), opis <i>rozdział 10</i> , pkt b, - zamiana wartości zadanej 555.4/555.3 (bit 14 , bit=1= 555.3), <i>rozdz. 10 b</i> , - stan funkcji start/stop dla (F)/ (SET)/BIN (bit 15 , bit=1=start), <i>rozdz. 7.1</i>	R
0x07 (7)	0 ÷ 20000	aktualny stan wyjścia analogowego (0 ÷ 20000 µA lub 0 ÷ 10000 mV)	R
0x08 (8)	-100 ÷ 700	temperatura zimnych końców dla termopar (rozdzielczość 0,1°C)	R
0x09 ÷ 0x0B	0 ÷ 100	wartość sygnału sterującego MV [%] dla wyjść 1, 2 i 3	R
0x0C (12)	0 ÷ 65535	status urządzenia: - rodzaj wbudowanego wyjścia analogowego mA/V (bit 0 , bit=1=V), - stan wejścia BIN (bit 1 , bit=1=wejście aktywne=zwarte), <i>rozdział 7.1</i> , - obecność modułów Ethernet i RS485 (bity 4, 5 , bit=1=dostępny), - znacznik typu AR602.B (bit 6 , bit=1=AR602.B), - typ wyświetlacza LED (bit 7 , bit=1=mały=AR602/642/662.B), <i>rozdz. 7d</i> , - stan połączenia USB (bit 8 , bit=1=połączony),	R
0x0D ÷ 0x1E	0	nie używane lub zarezerwowane	R
0x1F (31)	0 ÷ 65535	status połączenia interfejsu Ethernet oraz protokołów MODBUS-RTU i MQTT: - stan podłączenia do sieci LAN, link-up (bit 0 , bit=1=połączony), - stan połączenia z brokerem MQTT (bity 1, 2 , bit1=bit2=1=połączony), - stan portu TCP dla MODBUS-TCP (bity 3, 4, 5 , bit3=bit4=1=połączony),	R
0x20 ÷ 0x22	0 ÷ 65535	unikatowy adres sprzętowy MAC interfejsu Ethernet (EUI-48)	
Parametry konfiguracyjne (zbiorcza lista parametrów znajduje się w <i>rozdziale 8, Tabela 8</i>)			
Adres rejestru (parametru) = 35 + indeks parametru z <i>Tabeli 8</i> (np. adres=35 dla parametru 0: inP), Wartość rejestru (parametru) = wartość z <i>Tabeli 8</i> (np. 0 dla 0: inP)			R/W

