

ZARZĄD, BIURO HANDLOWE: 63-500 Ostrzeszów ul. Przemysłowa 7 tel. (062) 730-96-10, 730-16-10 fax 730-96-30
BIURA PROJEKTOWO-KONSTRUKCYJNE: 63-400 Ostrów Wlkp. ul. Krotoszyńska 35 tel./fax (062) 737-49-10
INTERNET: www.mikrob.pl E-mail: Info@mikrob.pl



REGULATOR CYFROWY MRC-03

Dokumentacja użytkowa (wersja 3.33)

Ostrów Wielkopolski – wrzesień 2007

Spis treści

1. OPIS OGÓLNY.....	3
1.1. Funkcje regulatora.....	3
1.2. Budowa.....	4
1.2.1. Płyta czołowa	5
1.2.1.1. Stacyjka sterowania.....	6
1.2.1.2. Panel operatorski.....	6
1.2.2. Płyta tylna.....	7
1.3. Dane techniczne.....	9
1.4. Sposób zamawiania	12
2. KONFIGUROWANIE REGULATORA.....	13
2.1. Definicje podstawowych pojęć i parametrów.....	13
2.2. Zestawienie nastaw konfiguracyjnych.....	16
2.3.1. Opis nastaw konfiguracyjnych.....	20
2.4. Tryby pracy regulatora.....	35
2.4.1. Tryb KONFIGURACJA OFF_LINE.....	35
2.4.2. Tryb REGULACJA.....	35
2.4.3. Tryb KONFIGURACJA ON_LINE.....	36
2.5. Ręczne wprowadzanie nastaw.....	37
2.5. Komputerowe wprowadzanie nastaw.....	39
3. SZCZEGÓŁOWY OPIS REGULATORA.....	40
3.1. Obsługa sygnałów wejściowych.....	41
3.1.1. Sposób przetwarzania sygnałów X1, X2, X3.....	41
3.1.2. Sposób przetwarzania sygnałów Xz, Xs.....	46
3.2. Układ regulacji stało-wartościowej.....	47
3.3. Układ regulacji stosunku.....	56
3.4. Układ regulacji kaskadowej.....	63

1. OPIS OGÓLNY

1.1. Funkcje regulatora

Regulator MRC-03 zapewnia realizację następujących funkcji:

- regulację stało-wartościową, stosunku lub kaskadową wg algorytmów P,PI,PID z wyjściem ciągłym lub/i trój stanowym,
- ciągłą diagnostykę obwodów regulacji,
- separację galwaniczną, sprawdzanie wiarygodności i filtrację dla wszystkich sygnałów wejściowych,
- możliwość dodatkowej obróbki (linearyzacja, ograniczanie, obliczanie pochodnej i pierwiastkowanie) dla sygnałów wejściowych X1, X2, X3,
- separację galwaniczną wyjścia analogowego oraz wyjść binarnych regulatora,
- przejście na POZIOM BEZPIECZNY regulatora tj. ustawienie na zadanym poziomie wyjścia analogowego i wyłączenie wyjść trój stanowych w przypadkach: niewiarygodności któregośkolwiek sygnału wejściowego oraz wymuszenia zewnętrznego WEPB,
- możliwość aplikacji dwóch regulatorów MRC-03 do pracy w "gorącej rezerwie",
- możliwość ręcznego sterowania elementami wykonawczymi ze stacyjki znajdującej się na płycie regulatora lub ze stacyjki oddalonej,
- możliwość konfigurowania regulatora przez Użytkownika tj. wybór algorytmu regulacji oraz jego parametrów statycznych i dynamicznych,
- możliwość zmian wyróżnionych parametrów konfiguracyjnych w czasie normalnej pracy regulatora (konfiguracja ON_LINE),
- możliwość współpracy z komputerem IBM PC poprzez łącze RS 485 lub RS232C,
- zabezpieczenie przed przypadkową zmianą konfiguracji,
- wyświetlanie na wskaźnikach cyfrowych oraz na "linii diodowej" płyty czołowej regulatora wartości dowolnego wejścia lub wyjścia oraz wartości błędu regulacji,
- pamiętanie ustalonej konfiguracji oraz jej parametrów w nieulotnej pamięci EEPROM.

1.2. Budowa

Regulator MRC-03 jest urządzeniem zbudowanym na bazie mikroprocesora INTEL 80C88.

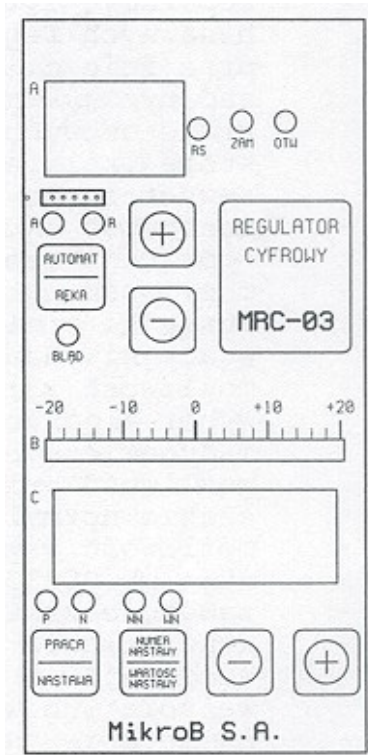
W części powiązań obiektowych regulator posiada:

- 4 oddzielone galwanicznie wejścia dla sygnałów pochodzących z regulowanego obiektu,
- 2 wejścia dwustanowe umożliwiające:
 - przyjęcie rozkazu zewnętrznego, realizującego przejęcie regulatora na poziom bezpieczny tj. ustawienie wyjścia analogowego na zadanej wartości oraz wyłączenie wyjścia trój stanowego,
 - przyjęcie sygnału AUTOMATYKA/RĘKA z zewnętrznej stacyjki.
- 2 wyjścia dwustanowe do sygnalizowania: rodzaju pracy "A" lub "R" i przejęcia regulatora na POZIOM BEZPIECZNY,
- 1 wyjście trój stanowe do sterowania elementem wykonawczym i/lub 1 wyjście trój stanowe do sygnalizacji ograniczenia dolnego i górnego,
- 1 wyjście ciągle analogowe do sterowania elementem wykonawczym $0\div 5\text{mA}$ lub $0(4)\div 20\text{mA}$,

Układy elektroniczne zestawione są w aparacie o gabarytach 72x144x245mm z możliwością zabudowania w szafach i pulpitych sterowniczych.

1.2.1. Płyta czołowa

Płyta czołowa regulatora (rys. nr 1.2.1.) wyposażona jest w przyciski, linijkę diodową, wskaźniki cyfrowe, diody sygnalizacyjne. Płyta spełnia jednocześnie rolę stacyjki sterowania oraz panelu operatorskiego.



Rys. nr 1.2.1. Płyta czołowa regulatora MRC-03

1.2.1.1. Stacyjka sterowania

Stacyjkę sterowania tworzą wyświetlacze cyfrowe "A" i "C" oraz znajdująca się pomiędzy nimi linijka diodowa, przyciski koloru żółtego i diody sygnalizacyjne. Stacyjka umożliwia wybór rodzaju pracy regulatora: AUTOMATYKA LUB RĘKA. Wyboru rodzaju pracy dokonuje się przyciskiem AUTOMAT/REKA, znajdującym się w górnej części płyty czołowej. Rodzaj pracy w jakim znajduje się regulator sygnalizowany jest przez diodą z odpowiednim opisem "A" lub "R".

W rodzaju pracy AUTOMATYKA sterowanie elementem wykonawczym odbywa się automatycznie (reguluje regulator) w/g ustalonego w trakcie konfigurowania algorytmu i parametrów regulacji. W rodzaju pracy RĘKA sterowanie elementem wykonawczym odbywa się ręcznie przyciskami "+" i "-" koloru żółtego umieszczonymi w górnej części płyty czołowej regulatora. Regulator wtedy nie reguluje i jest w trybie śledzenia.

W obu rodzajach pracy jako wskaźniki wielkości mierzonych lub regulowanych służą: linijka diodowa "B" oraz wyświetlacze cyfrowe "A" i "C". Wyboru wskazań wielkości mierzonych na dany wskaźnik dokonuje się podczas konfigurowania regulatora.

1.2.1.2. Panel operatorski

Panel operatorski tworzą wyświetlacze cyfrowe "A" i "C", znajdujące się pod wyświetlaczem "C" diody sygnalizacyjne, przyciski koloru zielonego oraz gniazdo 5- stykowe. Gniazdo 5-stykowe służy do podłączenia komputera serwisowego oraz zabezpieczenia (za pomocą klucza zabezpieczającego) przed możliwością wprowadzenia zmian konfiguracyjnych przez osoby do tego nie upoważnione. Panel operatorski umożliwia:

- stawienie regulatora w odpowiedni tryb pracy: REGULACJA, KONFIGURACJA ON_LINE, lub KONFIGURACJA OFF-LINE,
- ręczne wprowadzanie nastaw do nieulotnej pamięci regulatora.

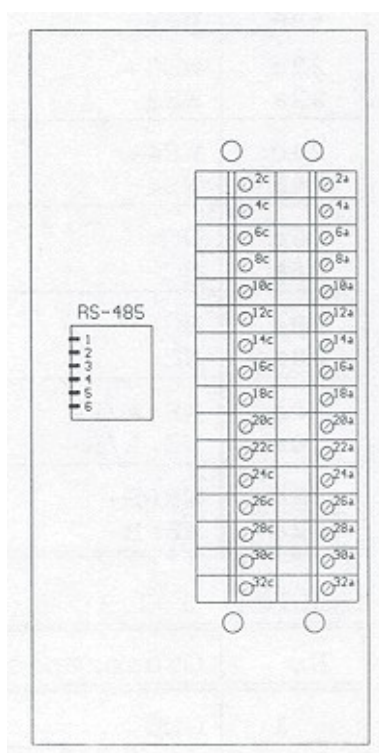
W trakcie konfigurowania regulatora o wyborze funkcji lub parametru informują diody umieszczone nad przyciskami wyboru: PRACA/NASTAWA oraz NUMER NASTAWY/WARTOŚĆ NASTAWY.

Numery nastaw oraz ich wartości liczbowe wskazują wyświetlacze cyfrowe "A" i "C". Zielone przyciski "+" i "-" w dolnej części płyty czołowej regulatora umożliwiają wybór numeru nastawy oraz zmianę wartości nastaw.

1.2.2. Płyta tylna

Na płycie tylnej regulatora (rys. nr 1.2.2.) umieszczona jest listwa zaciskowa, służąca do podłączenia zasilania, sygnałów wejściowych i wyjściowych. Do zacisków można podłączyć przewody o maksymalnym przekroju 1,5 mm². Dodatkowo wyprowadzone jest również gniazdo RJ-6 do podłączenia interfejsu RS485.

Rozmieszczenie poszczególnych sygnałów wraz z opisami listew przedstawia tablica 1.2.2. i tablica 1.2.3.



Rys. nr 1.2.2. Płyta tylna regulatora MRC-03

TABLICA 1.2.2 LISTWA ZACISKOWA L1

Nr	Oznaczenie	Nazwa sygnału
<u>2c</u> <u>2a</u>	L N	Zasilanie (przewód fazowy) Zasilanie (przewód zerowy)
<u>4c</u> <u>4a</u>	NC GNDO	Nie wykorzystane Zero ochronne
<u>6c</u> <u>6a</u>	WYPB WYPB	Sygnalizacja stanu POZIOM BEZPIECZNY Sygnalizacja stanu POZIOM BEZPIECZNY
<u>8c</u> <u>8a</u>	WY A/R WY A/R	Sygnalizacja stanu A/R regulatora Sygnalizacja stanu A/R regulatora
<u>10c</u> <u>10a</u>	WYT1com WYT1-	Zacisk wspólny wyjścia trój stanowego 1 Wyjście trój stanowe 1 (kier. ZAMYKAJ)
<u>12c</u> <u>12a</u>	WYT2com WYT1+	Zacisk wspólny wyjścia trój stanowego 2 Wyjście trój stanowe 1 (kier. OTWIERAJ)
<u>14c</u> <u>14a</u>	WYT2- WYT2+	Wyjście trój stanowe 2 (kier. ZAMYKAJ) Wyjście trój stanowe 2 (kier. OTWIERAJ)
<u>16c</u> <u>16a</u>	WYAN+ WYAN-	Wyjście ciągłe Y regulatora + Wyjście ciągłe Y regulatora -
<u>18c</u> <u>18a</u>	WE1+ WE1-	Wejście X1 + Wejście X1 -
<u>20c</u> <u>20a</u>	WE2+ WE2-	Wejście X2 + Wejście X2 -
<u>22c</u> <u>22a</u>	WE3+ WE3-	Wejście X3/Xz + Wejście X3/Xz -
<u>24c</u> <u>24a</u>	WE4+ WE4-	Wejście Xs + (położenie organu wykonawczego) Wejście Xs - (położenie organu wykonawczego)
<u>26c</u> <u>26a</u>	NC NC	Nie wykorzystane Nie wykorzystane
<u>28c</u> <u>28a</u>	NC NC	Nie wykorzystane Nie wykorzystane
<u>30c</u> <u>30a</u>	WE A/R+ WE A/R-	Wejście bin. śledzenia ze stacyjki + Wejście bin. śledzenia ze stacyjki -
<u>32c</u> <u>32a</u>	WEPB+ WEPB-	Wejście bin. POZIOMU BEZPIECZNEGO + Wejście bin. POZIOMU BEZPIECZNEGO -

TABLICA 1.2.3. **GNIAZDO L2**

Nr	Oznaczenie	Nazwa sygnału
<u>1</u>	GND	Masa cyfrowa
<u>2</u>	KLUCZ	Wejście klucza zabezpieczającego
<u>3</u>	GND RS485	Masa RS485
<u>4</u>	GND RS485	Masa RS485
<u>5</u>	RS485+	Sygnał "+" RS485
<u>6</u>	RS485-	Sygnał "-" RS485

1.3. Dane techniczne

WEJŚCIA ANALOGOWE

- ilość wejść 4
- zakresy sygnałów 0(4)÷20mA, 0÷5mA
- błąd podstawowy 0,2%
- błąd dodatkowy od temp. 0,1%/10°C
- oddzielenie galwaniczne istnieje (od obiektu i między sobą)

WEJŚCIA DWUSTANOWE

- ilość wejść 2
- przeznaczenie
 - rozkaz przejścia na POZIOM BEZPIECZNY
 - stan przełącznika A/R zewnętrznej stacyjki
- poziom sygnału log. "0" 0÷1,5V
- poziom sygnału log. "1" +24V ± 5%
- oddzielenie galwaniczne istnieje

WYJŚCIA ANALOGOWE

- ilość wyjść	1 (tylko dla wersji MRC-03 xxxxx2)
- zakresy sygnałów	0(4)÷20mA, 0÷5mA
- błąd podstawowy	0,2%
- błąd dodatkowy od temp.	0,1% /10 °C
- rezystancja obciążenia	10÷ 500 Ω
- oddzielenie galwaniczne	istnieje

WYJŚCIA BINARNE (przełącznikowe)

- ilość wyjść	2
- przeznaczenie	- sygnalizacja stanu POZIOM BEZPIECZNY - sygnalizacja stanu AUTOMATYKA/RĘKA
- typ wyjścia	styki przełącznika
- napięcie komutacji	max. 250V AC
- prąd komutacji	0,5 A

WYJŚCIA TRÓJSTANOWE

- ilość wyjść	1 (wersja MRC-03 xxxxx2) 2 (wersja MRC-03 xxxxx1)
- przeznaczenie -	WYT1- wyjście trój stanowe regulatora lub sygnalizacja ograniczenia dolnego i górnego WYT2 - wyjście trój stanowe regulatora (tylko dla MRC-03 xxxxx1)

UWAGA !

Sygnalizacja ograniczenia dolnego i górnego wyprowadzana jest na zaciski WYT1, wyjście trójstanowe regulatora na WYT2 lub WYT1 (wg nastawy 20)

- typ wyjść	- triakowe
- napięcie przełączania	20÷250 V AC

- prąd obciążenia 25÷500 mA
- oddzielenie galwaniczne istnieje

WARUNKI UŻYTKOWANIA

- temperatura pracy 5 ÷ 50 °C
- wilgotność względna 30 ÷ 80 %
- ciśnienie atmosferyczne 800÷1200 hPa
- natężenie pola magnetycznego 0÷400A/m f=50 Hz
- skład atmosfery bez agresywnych par i gazów
- zapylenie nieznaczne
- pozycja pracy dowolna
- zasilanie 220V (-15%,+10%), 50Hz
- maksymalny pobór mocy 10 VA
- czas nagrzewania 1 min.

WYMIARY GABARYTOWE

72 x 144 x 245 mm

WYMIARY OKNA POD ZABUDOWĘ REGULATORA

68.5 x 138.5 mm

MINIMALNY ODSTĘP MIĘDZY OKNAMI

12 mm

WARUNKI MAGAZYNOWANIA

- temperatura -25 ÷ +65 °C
- wilgotność względna do 93% przy 40 °C

1.4. Sposób zamawiania

W zamówieniu należy ograniczyć się do podania pełnego symbolu wyrobu, który składa się z liter i cyfr określających typ regulatora oraz grupę siedmiu cyfr kodujących wykonanie regulatora.

MRC 03 -	X X X X X X
<u>RODZAJE WYJŚĆ</u>	<p>1 - trójstanowe (WYT1 i WYT2) 2 - ciągłe (+WYT1)</p>
<u>ZAKRES WYJŚCIA CIĄGŁEGO</u>	<p>0 - brak 1 - 0 ÷ 20 mA (4 ÷ 20 mA) 2 - 0 ÷ 5 mA</p>
<u>WEJŚCIE X1</u>	<p>1 - 0 ÷ 20 mA (4 ÷ 20 mA) 2 - 0 ÷ 5 mA</p>
<u>WEJŚCIE X2</u>	<p>1 - 0 ÷ 20 mA (4 ÷ 20 mA) 2 - 0 ÷ 5 mA</p>
<u>WEJŚCIE X3/Xz</u>	<p>1 - 0 ÷ 20 mA (4 ÷ 20 mA) 2 - 0 ÷ 5 mA</p>
<u>WEJŚCIE Xs</u>	<p>1 - 0 ÷ 20 mA (4 ÷ 20 mA) 2 - 0 ÷ 5 mA</p>

Uwaga !!!

Zalecana wartość prądów wejściowych i wyjściowego 4÷ 20 mA.

2. KONFIGUROWANIE REGULATORA

Konfigurowanie polega na ręcznym lub komputerowym wprowadzaniu do nieulotnej pamięci regulatora nastaw określonych w pkt. 2.2.

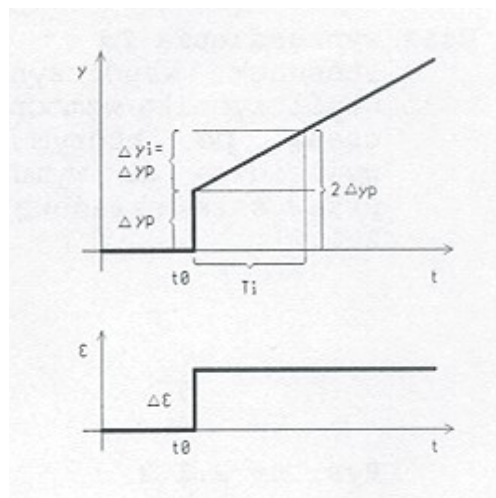
2.1. Definicje podstawowych pojęć i parametrów

Składowa proporcjonalna wielkości wyjściowej regulatora y_p

- składowa wielkości wyjściowej regulatora zależna jest od chwilowej wartości błędu regulacji \dot{l} , a niezależna od całki czy pochodnej błędu regulacji względem czasu (rys.nr 2.1.1)

Współczynnik wzmocnienia proporcjonalnego k_p

- stosunek przyrostu składowej proporcjonalnej wielkości wyjściowej regulatora do przyrostu błędu regulacji \dot{l}



Rys. nr 2.1.1.

Odpowiedź regulatora na skok \dot{l} przy wyłączonym działaniu D.

Zakres proporcjonalności regulatora Xp

- wyrażona w procentach odwrotność współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego kp wyznaczonego w przypadku, gdy za jednostkę błędu przyjęto umowny zakres jego zmian, a za jednostkę składowej proporcjonalnej yp zakres zmian wielkości wyjściowej w regulatorze.

$$xp = \frac{100\%}{kp} \quad \text{lub} \quad xp = \frac{\Delta l}{yp} * 100\%$$

Składowa całkowita wielkości wyjściowej regulatora yi

- składowa wielkości wyjściowej regulatora zależna jest od całki błędu, a niezależna od chwilowej jego wartości czy też jego pochodnej względem czasu (rys. nr 2.1.1)

Współczynnik wzmocnienia całkowego ki

- stosunek prędkości zmian przyrostów składowej całkowitej wielkości wyjściowej regulatora do wartości błędu.

Czas zdwojenia Ti

- stosunek współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego do współczynnika wzmocnienia całkowego określa się jako czas, po którym zmiana wielkości wyjściowej regulatora spowodowana działaniem całkującym będzie równa zmianie powodowanej działaniem proporcjonalnym.

Składowa różniczkowa wielkości wyjściowej regulatora yd

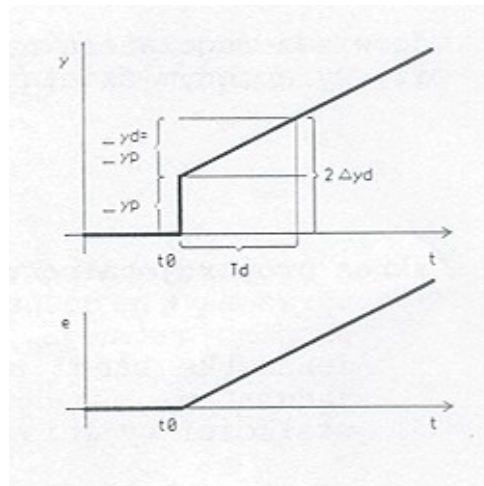
- składowa wielkości wyjściowej regulatora zależna od pochodnej sumy algebraicznej sygnałów pomiarowych e , a niezależna od chwilowej wartości tej sumy.

Współczynnik wzmocnienia różniczkowego kd

- stosunek wartości składowej różniczkowej wielkości wyjściowej regulatora do prędkości zmian sumy algebraicznej sygnałów pomiarowych e .

Czas wyprzedzenia T_d

- stosunek współczynnika wzmocnienia różniczkowego do współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego określa się jako czas, po którym składowa proporcjonalna wielkości wyjściowej na wymuszenie liniowo narastające w czasie przewyższa składową różniczkową tej odpowiedzi (rys. nr 2.1.2)



Rys. nr 2.1.2

Odpowiedź regulatora na przebieg e liniowo narastający przy wyłączonym działaniu I i $k_p = 1$

Ograniczenie całkowania

- zmiana algorytmu działania regulatora w przypadku, gdy jego sygnał wyjściowy osiągnie wartość graniczną (poziom ograniczenia całkowania), polegającego na takiej zmianie składowej całkowej sygnału wyjściowego regulatora, aby wartość sygnału wyjściowego nie przekroczyła nastawionej wartości granicznej.

Wewnętrzna wartość zadana X_0

- jest reprezentowana przez nastawę regulatora. Zmiana tej wartości może się odbywać na etapie konfiguracji w trybie konfiguracji OFF_LINE lub ON_LINE

Zewnętrzna wartość zadana X_z

- jest reprezentowana przez standardowy sygnał prądowy $(0)4 \div 20$ mA.

Sygnał od położenia organu wykonawczego X_s

- jest reprezentowany przez standardowy sygnał prądowy $(0)4 \div 20$ mA.

2.2. Zestawienie nastaw konfiguracyjnych

Zbiór wszystkich nastaw konfiguracyjnych regulatora MRC-03 przedstawia tablica 2.2.1.

Tablica 2.2.1 Zestawienie nastaw konfiguracyjnych (wersja 3.33)

Nr	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Typ nastawy
0	Typ regulacji	0- stało-wartościowa 1- stosunku 2- kaskadowa	OFF-LINE
1	Algorytm regulacji	0-PID 1-PI 2-P	OFF-LINE
2	Zakres proporcjonalności	3 ... 500% (100%)	ON_LINE
3	Czas zdwojenia	0,03 ... 60 min (1min)	ON_LINE
4	Czas wyprzedzenia	0,01 ... 10 min (0,05sek)	ON_LINE
5	Strefa nieczułości (wyjście trój stanowe)	0,2 ... 2 % (1,2%)	ON_LINE
6	Strefa histerezy (wyjście trój stanowe)	0,1 ... 0,995 (0,2)	ON_LINE
7	Strefa nieczułości regulacji PID	0,1 .. 40% (0,5%)	ON_LINE
8	Ograniczenie górne regulatora PID	0 ... 125% (100%)	ON_LINE
9	Ograniczenie dolne regulatora PID	0 ... 125% (0%)	ON_LINE
10	Działanie regulatora PID	0 – proste 1 – odwrotne	OFF_LINE
11	Wartość zadana X0 regulatora PID (dla regulatora stosunku)----->	P13 .. P12 (35%) ^{a)} [0,2 ... 5.0 (1.0)]	ON_LINE
12	Granica górna wartości zadanej X0	P11 ... 9999 (100) ^{a)}	ON_LINE
13	Granica dolna wartości zadanej X0	-999 ... P11 (0) ^{a)}	ON_LINE
14	Numer regulatora (komunikacyjny)	0 ... 255	OFF_LINE
15	Rodzaj sygnalizacji	0 - błąd 1 – przekroczenie X1 2 – przekroczenie X2 3 – przekroczenie X3	OFF_LINE
16	Stała błędu regulacji	-999 ... 1000 (0)	ON_LINE
17	Diagnostyka – niewiarygodne wejście	0 ... 9999	OFF_LINE
18	Diagnostyka – restart	0 ... 9999	OFF_LINE
19	Diagnostyka – zewnętrzny poziom bezpieczny	0 ... 9999	OFF_LINE
20	Rodzaj wyjścia	0 – ciągle 1 – trój stanowe 2 2 – quasi trój stanowe 2 3 – trój stanowe 1 4 – quasi trój stanowe 1 5 – dwu położeniowa_1 6 - komparator	OFF_LINE
21	Wyjście Y (zakres prądowy)	0 – (0...20mA)	OFF_LINE

Nr	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Typ nastawy
		1 – (4...20mA)	
22	Działanie wyjścia Y	0 – <u>proste</u> 1 – odwrotne	OFF_LINE
23	Minimalny czas pomiędzy impulsami	0 ... 30sek (0sek)	ON_LINE
24	Maksymalny czas trwania impulsu	0,02 ... 5sek (1sek)	ON_LINE
25	Czas przestawienia siłownika	0 ... 9999sek (60sek)	ON_LINE
26	Poziom bezpieczny - (wartość)	0 ... 125% (50%)	ON_LINE
27	Wyświetlacz cyfrowy „A” <i>(X0 – wartość zadana wewnętrzna, X1,X2,X3 – sygnały wejściowe, Xz – wartość zadana zewnętrzne, Xs – położenie organu wykonawczego, Y – wyjście ciągle regulatora, Xs' – symulowane położenie obiektu Yn – wyjście regulatora nadrzędnego)</i>	0 – X0 1 – X1 2 – X2 3 – X3 4 – Xz 5 – Xs 6 – Xs' 7 – Y 8 – Yn	ON_LINE
28	Granica dolna (wyświetlacz „A”)	0 ... 100 (0)	ON_LINE
29	Granica górna (wyświetlacz „A”)	0 ... 100 (100)	ON_LINE
30	Wyświetlacz cyfrowy „C” <i>(X0 – wartość zadana wewnętrzna, X1,X2,X3 – sygnały wejściowe, Xz – wartość zadana zewnętrzna, Xs – położenie organu wykonawczego, Y – wyjątkie ciągle regulatora, Xs' – symulowane położenie obiektu, błąd regulacji, X1',X2',X3' – przetworzone sygnały wejściowe, Yn – wyjście regulatora nadrzędnego, błąd regulatora nadrzędnego)</i>	0 – X0 1 – X1 2 – X2 3 – X3 4 – Xz 5 – Xs 6 – Xs' 7 – Y 8 – błąd regulacji 9 – X1' 10 – X2' 11 – X3' 12 – Yn 13 – błąd regulatora nadrzędnego	ON_LINE
31	Linia diodowa „B”	0 – błąd regulacji 1 – zmiana sumy Xwe 2 – błąd reg. (odwrotny) 3 – błąd regulatora nadrzędnego 4 – zmiana sumy Xwen 5 – błąd reg.n (odwrot.)	ON_LINE
32	Sposób wyświetlania (wyświetlacz „C”) <i>(j. def. - jednostki fizyczne, j.n. - jednostki naturalne [%mA])</i>	0 - % 1 - j.def. 2 - j.n. bit	ON_LINE
33	Granica dolna (jednostki fizyczne „C”)	-999 ... 9999 (0)	ON_LINE
34	Granica górna (jednostki fizyczne „C”)	-999 ... 9999 (500)	ON_LINE
35	Wejście Xz (zakres prądowy)	0 ... 5 (0) ^{b)}	OFF_LINE
36	Znak wejścia Xz	0 - <u>minus</u> 1 - plus	OFF_LINE
37	Czas filtracji wejścia Xz	0 ... 3600sek (0sek)	ON_LINE

Nr	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Typ nastawy
38	Kierunek wejścia Xs	0 – <u>prosty</u> 1 – odwrotny	OFF_LINE
39	Wejście Xs (zakres prądowy)	0 ... 5 (0) ^{b)}	OFF_LINE
40	Czas filtracji wejścia Xs	0 ... 3600sek (0sek)	ON_LINE
41	Kierunek działania wejścia X1	0 – <u>prosty</u> 1 – odwrotny	OFF_LINE
42	Wejście X1 (zakres prądowy)	0 ... 5 (0) ^{b)}	OFF_LINE
43	Współczynnik linearyzacji X1 (Y50_X1)	0 ... 100% (50%)	ON_LINE
44	Działanie ogranicznika X1	0 ... 3 (0) ^{c)}	OFF_LINE
45	Ograniczenie górne X1	0 ... 110% (100%)	ON_LINE
46	Ograniczenie dolne X1	0 ... 110% (0%)	ON_LINE
47	Czas filtracji wejścia X1	0 ... 3600sek (0)	ON_LINE
48	Charakterystyka X1	0 – <u>liniowa</u> 1 – pierwiastek 2 – pochodna 3 – liniowa+pochodna	OFF_LINE
49	Współczynnik A (współczynnik wejścia X1)	-10 ... 10 (1)	OFF_LINE
50	Czas inercji pochodnej X1	0 ... 1800sek (5sek)	ON_LINE
51	Wzmocnienie pochodnej X1	-10 ... 10 (0)	OFF_LINE
52	Wejście X2 (zakres prądowy)	0 ... 5 (0) ^{b)}	OFF_LINE
53	Współczynnik linearyzacji X2 (Y50_X2)	0 ... 100% (50%)	ON_LINE
54	Działanie ogranicznika X2	0 ... 3 (0) ^{c)}	OFF_LINE
55	Ograniczenie górne X2	0 ... 110% (100%)	ON_LINE
56	Ograniczenie dolne X2	0 ... 110% (0%)	ON_LINE
57	Czas filtracji wejścia X2	0 ... 3600sek (0)	ON_LINE
58	Charakterystyka X2	0 – <u>liniowa</u> 1 – pierwiastek 2 – pochodna	OFF_LINE
59	Współczynnik B (współczynnik wejścia X2)	-10 ... 10 (0)	OFF_LINE
60	Czas inercji pochodnej X2	0 ... 1800sek (5)	ON_LINE
61	Wejście X3 (zakres prądowy)	0 ... 5 (0) ^{b)}	OFF_LINE
62	Współczynnik linearyzacji X3 (Y50_X3)	0 ... 100% (50%)	ON_LINE
63	Działanie ogranicznika X3	0 ... 3 (0) ^{c)}	OFF_LINE
64	Ograniczenie górne X3	0 ... 110% (100%)	ON_LINE
65	Ograniczenie dolne X3	0 ... 110% (0%)	ON_LINE
66	Czas filtracji wejścia X3	0 ... 3600sek (0)	ON_LINE
67	Charakterystyka X3	0 – <u>liniowa</u> 1 – pierwiastek 2 – pochodna	OFF_LINE
68	Współczynnik C (współczynnik wejścia X3)	-10 ... 10 (0)	OFF_LINE
69	Czas inercji pochodnej X3	0 ... 1800sek (5)	ON_LINE

Nr	Nazwa nastawy	Zakres nastawy	Typ nastawy
70	Rodzaj wejścia (Xz / X3)	0 – Xz 1 – <u>X3</u>	OFF_LINE
71	(Regulator nadrzędny) Algorytm regulacji	0 – PID 1 – <u>PI</u> 2 – <u>P</u>	OFF_LINE
72	(Regulator nadrzędny) Zakres proporcjonalności	3 ... 500% (100%)	ON_LINE
73	(Regulator nadrzędny) Czas zdwojenia	0,03 ... 60min (1min)	ON_LINE
74	(Regulator nadrzędny) Czas wyprzedzenia	0,01 .. 10min (0,05min)	ON_LINE
75	(Regulator nadrzędny) Ograniczenie górne	-100 .. +100% (+100%)	ON_LINE
76	(Regulator nadrzędny) Ograniczenie dolne	-100..+100% (-100%)	ON_LINE
77	(Regulator nadrzędny) Działanie regulatora	0 – proste 1 – <u>odwrotne</u>	OFF_LINE
78	(Regulator nadrzędny) Wartość zadana X0N	0 ... 100% (50%)	ON_LINE
79	(Regulator nadrzędny) Znak wyjścia Y <i>(znak wyjścia regulatora nadrzędnego w algorytmie obliczania błędu regulatora podrzędnego)</i>	0 – minus 1 – <u>plus</u>	OFF_LINE
80	(Regulator nadrzędny) Przełącznik X1	0 – <u>regulator podrzędny</u> 1 – regulator nadrzędny	OFF_LINE
81	(Regulator nadrzędny) Stała błędu regulacji	-999 ... +1000 (0)	ON_LINE
82	Współczynnik D (X4-POD) (wyj. ciągłe)	-10 ... +10 (1)	OFF_LINE

Uwaga !!!

a) Symbol PXX w kolumnie zakres nastawy oznacza wartość aktualną nastawy o numerze XX.

b) Zakres nastawy:

- 0 - sprawdzanie wiarygodności sygnału 0 ÷ 20 mA
- 1 - sprawdzanie wiarygodności sygnału 4 ÷ 20 mA
- 2 - sygnał_ 0 ÷ 20 mA bez sprawdzania wiarygodności
- 3 - sygnał_ 4 ÷ 20 mA bez sprawdzania wiarygodności
- 4 - sygnalizacja utraty wiarygodności po ~3sek 0 ÷ 20 mA
- 5 - sygnalizacja utraty wiarygodności po ~3sek 4 ÷ 20 mA

c) Zakres nastawy:

- 0 - sygnalizacja przekroczenia granic
- 1 - sygnalizacja przekroczenia i ograniczenie sygnału na zadanym poziomie
- 2 - odwrotne działanie ogranicznika
- 3 – łamana

2.3.1. Opis nastaw konfiguracyjnych

W niniejszym opisie zostaną bliżej przedstawione nastawy konfiguracyjne regulatora MRC-03.

0. TYP REGULACJI

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany

- 0 - STAŁOWARTOŚCIOWA
- 1 - STOSUNKU
- 2 - KASKADOWA

- parametr ten decyduje o typie realizowanej regulacji, decyduje również o tym, które z następujących parametrów są istotne.

UWAGA !!!

Przy zmianie tego parametru następuje zainicjowanie wszystkich pozostałych parametrów. Po zmianie TYPU REGULACJI należy ustawić wszystkie pozostałe parametry.

1. ALGORYTM REGULACJI

71. ALGORYTM REGULACJI_N (nadrzędny)

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany

- 0 - PID
- 1 - PI
- 2 - P

- parametr określa algorytm regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego i nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ

2. ZAKRES PROPORCJONALNOŚCI

72. ZAKRES PROPORCJONALNOŚCI_N (nadrzędny)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 3 ÷ 500 %
- parametr charakterystyczny regulatora PID regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ

3. CZAS ZDWOJENIA

73. CZAS ZDWOJENIA_N (nadrzędny)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0,03÷60 min.
- parametr charakterystyczny regulatora PID regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ

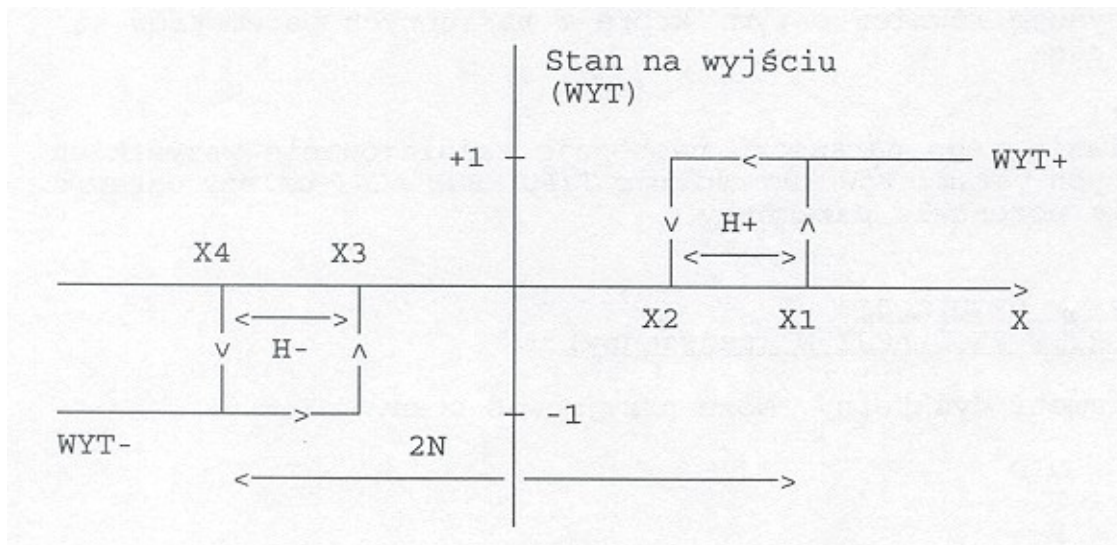
4. CZAS WYPRZEDZENIA

74. CZAS WYPRZEDZENIA_N (nadrzędny)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0,01÷10 min.
- parametr charakterystyczny regulatora PID regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ

5. STREFA NIECZUŁOŚCI

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0,2÷2%
- parametr charakterystyczny regulacji trój stanowej

**Rys. nr 2.3.1.1.** Regulacja trój stanowa

Połowa strefy nieczułości N

$$N=(X1-X4)/2$$

Połowa procentowej strefy nieczułości n

$$n=(N/X_{max})*100\%$$

strefa histerezy

$$H+=X1-X2 \quad H-=X3-X4$$

Względna strefa histerezy

$$h+=(X1-X2)/N$$

$$h-=(X3-X4)/N$$

UWAGA!!!

Użytkownik definiuje połowę procentowej strefy nieczułości n (oznaczenie zgodnie z rysunkiem).

6. STREFA HISTEREZY

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0,1-0,995

- parametr charakterystyczny regulacji trój stanowej

UWAGA !!!

Użytkownik definiuje względną strefę histerezy h (oznaczenie na rysunku $h+=h-=h$).

7. STREFA NIECZUŁOŚCI BŁĘDU

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0,1 ÷ 40%
- parametr określa czułość regulatora PID (maksymalna wartość błędu regulacji na którą nie reaguje regulator PID). Parametr charakterystyczny błędu regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, błędu regulatora podrzędnego regulacji KASKADOWEJ

UWAGA !!!

Nastawa zmieniała znaczenie w stosunku do starszych wersji regulatora.

8. OGRANICZENIE GÓRNE regulatora PID

75. OGRANICZENIE GÓRNE_N (nadrzędny) PID

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0 (-100%) ÷ 125%
- parametr określa maksymalny, dopuszczalny poziom sygnału wyjściowego regulatora na wyjściu ciągłym (wyjścia PID). Dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ

UWAGA !!!

Parametr dotyczy również wykonania regulatora bez wyjścia ciągłego - określa górny poziom wewnętrznej wartości wyjścia Y regulatora PID.

9. OGRANICZENIE DOLNE regulatora PID

76. OGRANICZENIE DOLNE_N (nadrzędny) PID

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $0 (-100\%) \div 125\%$
- parametr określa minimalny, dopuszczalny poziom sygnału wyjściowego regulatora na wyjściu ciągłym (wyjścia PID). Dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ.

UWAGA !!!

Parametr dotyczy również wykonania regulatora bez wyjścia ciągłego - określa dolny poziom wewnętrznej wartości wyjścia Y regulatora PID.

UWAGA !!!

Dolna wartość ograniczenia -100% (regulator nadrzędny regulacji kaskadowej) pozwala na skonfigurowanie symetrycznego zakresu działania regulatora nadrzędnego w zakresie -100% ... +100% - symetryczna korekcja działania regulatora podrzędnego.

10. DZIAŁANIE REGULATORA

77. DZIAŁANIE REGULATORA_N (nadrzędny)

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

- 0 - proste
- 1 - odwrotne

- parametr dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ. Określa on rodzaj wprowadzonego do obwodu regulacji sprzężenia zwrotnego.

11. WARTOŚĆ ZADANA X0

78. WARTOŚĆ ZADANA X0N (nadrzędny)

- parametr liniowy.

Zmienny w zakresie określonym nastawami 12 i 13 dla regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ lub dla regulatora nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ (wartość zadana jest przeliczana na zakres procentowy),

- w zakresie $0.2 \div 5.0$ dla regulacji STOSUNKU,
- w zakresie $0 \div 100\%$ dla regulatora podrzędnego regulacji KASKADOWEJ
- określa wewnętrzną wartość zadaną regulatora STAŁOWARTOŚCIOWEGO regulatora podrzędnego lub nadrzędnego regulacji KASKADOWEJ, oraz zadany stosunek regulacji STOSUNKU $0.2 \div 5.0$.

12. GRANICA GÓRNA WARTOŚCI ZADANEJ X0

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie określonym od dołu wartości_ nastawy 11 i wartości_ 9999 od góry.

UWAGA !!!

Nie można zmienić nastawy 12 poniżej aktualnej wartości nastawy 11.

- określa granicę górną definiowanej wartości zadanej.

13. GRANICA DOLNA WARTOŚCI ZADANEJ X0

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie określonym od góry wartości nastawy 11 i wartości_ -999 od dołu.

UWAGA !!!

Nie można zmienić nastawy 13 powyżej aktualnej wartości nastawy 11.

- określa granicę dolną definiowanej wartości zadanej.

14. NUMER REGULATORA (komunikacyjny)

- parametr dyskretny. Jest to liczba całkowita z zakresu $0 \div 255$

- pozwala określić komunikacyjny numer regulatora. NUMER REGULATORA jest jego cechą indywidualną (unikalną) dla danego obiektu.

15. RODZAJ SYGNALIZACJI

- parametr dyskretny. Liczba całkowita z zakresu $0 \div 3$.

- określa rodzaj sygnalizacji przekroczenia na zaciskach zewnętrznych regulatora (WYT1)

0 - nieaktywny

1 - sygnalizacja przekroczenia ograniczenia wejścia X1

2 - sygnalizacja przekroczenia ograniczenia wejścia X2

3 - sygnalizacja przekroczenia ograniczenia wejścia X3

UWAGA !!!

Parametr nie jest aktywny dla wartości nastawy 20 równej 3 i 4

16. STAŁA BŁĘDU REGULACJI

81. STAŁA BŁĘDU REGULACJI N (nadrzędny)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $-1000 \div 1000$. Pozwala na manipulację poziomem sygnałów wejściowych (względnie przetworzonych sygnałów wejściowych). Np. jeżeli sygnał wejściowy X1 zostanie ograniczony od dołu nastawą 46 na wartość 30%, można sprowadzić układ odniesienia wejścia X1 do zera dla błędu regulacji przez ustalenie przy współczynniku A (nastawa 49) równym 1 stałej błędu regulacji na wartość -30.

17. DIAGNOSTYKA - NIEWIARYGODNE WEJŚCIE18. DIAGNOSTYKA - RESTART19. DIAGNOSTYKA - ZEWN. POZIOM BEZPIECZNY

- parametr dyskretny. Zmienny w zakresie $0 \div 9999$.

Parametry diagnostyczne mają na celu umożliwienie sprawdzenia warunków pracy regulatora tj.:

17 - rejestruje (zwiększając wartość parametru o 1) wystąpienie niewiarygodnego sygnału wejściowego

18 - rejestruje wystąpienie zaniku napięcia zasilającego regulator (restart regulatora)

19 - rejestruje wystąpienie aktywnego sygnału POZIOM BEZPIECZNY ($0 \div 24V$) doprowadzonego do zewnętrznego wejścia regulatora

Procedura kontroli pracy regulatora jest następująca:

należy zapamiętać stan nastaw 17,18,19 regulatora (ustawić je wszystkie np. na wartość 0) i pozostawić na okres testowania, po czym ponownie odczytać stan parametrów

20. RODZAJ WYJŚCIA

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

- 0 - ciągłe
- 1 - trój stanowe 2
- 2 - q_ trój stanowe 2 (bez sprzężenia od położenia organu wykonawczego)
- 3 - trój stanowe 1
- 4 - q_ trój stanowe 1 (bez sprzężenia od położenia organu wykonawczego)
- 5 - regulacja dwupołożeniowa
- 6 - komparator

UWAGA !!!

Rozróżnienie pomiędzy wyjściem trój stanowym 1 i 2 dotyczy wersji sprzętowej regulatora specyfikowanej w zamówieniu. Przy wybraniu wyjścia 1 nie są sygnalizowane przekroczenia: zadanej strefy błędu regulacji lub wybranego sygnału wejściowego.

- parametr dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, i KASKADOWEJ. Określa sposób oddziaływania regulatora na obiekt. W przypadku wybrania wartości 0 regulator musi posiadać wyjście ciągłe i oddziaływanie na obiekt regulacji odbywa się w postaci sterowania prądem o wartości $0 \div 20mA$ ($4 \div 20mA$).

W przypadku wybrania wartości 1 lub 3 regulator pracuje w klasycznym układzie regulacji trój stanowej z wprowadzonym do regulatora sprzężeniem zwrotnym od położenia organu wykonawczego.

W przypadku wybrania wartości 2 lub 4 regulator pracuje w układzie regulacji trój stanowej bez sprzężenia od położenia organu wykonawczego.

21 WYJŚCIE Y (próg dolny wyjścia ciągłego regulatora)

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - 0÷ 20mA

1 - 4÷ 20mA

35 WEJŚCIE Xz (zakres prądowy)39 WEJŚCIE Xs (zakres prądowy)42 WEJŚCIE X1 (zakres prądowy)52 WEJŚCIE X2 (zakres prądowy)61 WEJŚCIE X3 (zakres prądowy)

- parametry te są parametrami dyskretnymi. Mogą przyjmować stany:

0 - sprawdzanie wiarygodności 0-20mA

1 - sprawdzanie wiarygodności 4-20mA

2 - sygnał 0-20mA bez sprawdzania wiarygodności

3 - sygnał 4-20mA bez sprawdzania wiarygodności

4 - sygnalizacja utraty wiarygodności po ~3sek 0-20mA

5 - sygnalizacja utraty wiarygodności po ~3sek 4-20mA .

22 DZIAŁANIE WYJŚCIA Y

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - PROSTE

1 - ODWROTNE (100%-Y)

23. MINIMALNY CZAS POMIĘDZY IMPULSAMI

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0 ÷ 30 sek.

- parametr określa minimalny okres przerwy pomiędzy kolejnymi impulsami sterującymi na wyjściu trój stanowym w następujących warunkach:

1. parametr ma wartość większą niż 0,2 sek.

2. błąd regulacji jest mniejszy niż 15%.

W przypadku, gdy parametr ma wartość 0 sek (0÷0,2 sek) parametr nie zmienia działania regulatora.

24. MAKSYMALNY CZAS TRWANIA IMPULSU.

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie 0,02 ÷ 5 sek.

- parametr określa maksymalny czas trwania impulsu sterującego na wyjściu trój stanowym w następujących warunkach:

1. nastawa 23 ma wartość większą niż 0.2sek.

2. błąd regulacji jest mniejszy niż 15%.

W powyższych warunkach czas trwania impulsu na wyjściu trój stanowym może zostać skrócony, jeśli odchylenie organu wykonawczego od położenia optymalnego jest niewielkie (wymaga krótszego sterowania). Jako położenie optymalne rozumiane jest położenie siłownika wynikające z równania regulacji trój stanowej.

25. CZAS PRZESTAWIANIA SIŁOWNIKA.

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $2 \div 9999$ sek.
- parametr określa czas przejścia siłownika organu wykonawczego od położenia 0% do położenia 100%. Powinien zostać określony (zwłaszcza przy krótkich czasach) z uwzględnieniem nieliniowości elementów sterowanych siłownikami (np. zaworów) jako aproksymacja liniowa otwarcia zaworu w punkcie pracy układu regulacji od 0% do 100%.

26. POZIOM BEZPIECZNY - WARTOŚĆ

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $0 \div 125\%$
- parametr określa poziom sygnału na wyjściu ciągłym regulatora w stanie POZIOM BEZPIECZNY

27. WYŚWIETLACZ CYFROWY "A"

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

- 0 - wartość X0
- 1 - wejście X1
- 2 - wejście X2
- 3 - wejście X3
- 4 - wejście Xz
- 5 - wejście Xs
- 6 - wejście Xs_symulowane (nie należy wyświetlać go w czasie eksploatacji)
- 7 - wejście Y
- 8 - wejście Yn

- parametr określa, która z wymienionych wielkości będzie w czasie regulacji wyświetlana na wyświetlaczu "A" w zakresie zdefiniowanym nastawami 28, 29

28. GRANICA DOLNA (jednostki fizyczne A)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $0 \div 100$.
- parametr określa granicę dolną wielkości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym "A". Odpowiada ona wartości fizycznej wielkości przy prądzie 0mA (lub 4mA).

29. GRANICA GÓRNA (jednostki fizyczne A)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $0 \div 100$.
- parametr określa granicę górną wielkości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym "A". Odpowiada ona wartości fizycznej wielkości przy prądzie 20mA.

30. WYŚWIETLACZ CYFROWY "C"

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

- 0 - wartość X0
- 1 - wejście X1
- 2 - wejście X2
- 3 - wejście X3
- 4 - wejście Xz
- 5 - wejście Xs
- 6 - wejście Xs_symulowane
- 7 - wejście Y
- 8 - błąd regulacji
- 9 - przetworzone wejście X1
- 10 - przetworzone wejście X2
- 11 - przetworzone wejście X3
- 12 - wyjście Yn
- 13 - błąd regulatora nadrzędnego

- parametr określa, która z wymienionych wielkości będzie w czasie regulacji wyświetlana na wyświetlaczu cyfrowym w sposób określony przez nastawę 32.

31. LINIA "B" -20% ÷ +20%

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

- 0 - błąd regulacji
- 1 - zmiana sumy sygnałów wejściowych
- 2 - błąd regulacji odwrócony
- 3 - błąd regulatora nadrzędnego
- 4 - zmiana sumy sygnałów wejściowych regulatora nadrzędnego
- 5 - błąd regulatora nadrzędnego odwrócony

- parametr określa, która z wymienionych wielkości będzie w czasie regulacji wyświetlana na linii -20% ÷ +20%.

32. SPOSÓB WYŚWIETLANIA

- parametr dyskretny, określający sposób wyświetlania na wyświetlaczu "C". Może przyjmować stany:

0 - wielkości w [%]

1 - wielkości w jednostkach fizycznych określonych nastawami 30 i 31.

2 - wielkości w jednostkach naturalnych [%mA]

X0, X0N, błędy, Yn - wyświetlane w [%]

X1, X2, X3, Xz, Xs, Y - wyświetlane w [mA]

3 - bit, wielkości wyświetlane w wewnętrznych wartościach przetworników A/C,

C/A

Uwaga !!!

Ustawienie nastawy 30 = 0, przy SPOSOBIE WYŚWIETLANIA = 2 powoduje wyświetlenie na wyświetlaczu cyfrowym "C" wersji programu regulatora.

33. GRANICA DOLNA (jednostki fizyczne C)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie -999 ÷ 9999.

- parametr określa granicę dolną wielkości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym "C", w czasie gdy nastawa 32 ma wartość równą 1. Odpowiada ona wartości fizycznej wielkości przy prądzie 0mA (lub 4mA).

34. GRANICA GÓRNA (jednostki fizyczne C)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie -999 ÷ 9999.

- parametr określa granicę górną wielkości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym "C", w czasie gdy nastawa 32 ma wartość równą 1. Odpowiada ona wartości fizycznej wielkości przy prądzie 20mA.

36. ZNAK WEJŚCIA Xz

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - minus

1 - plus

- parametr określa znak sygnału na wejściu Xz w algorytmie obliczania błędu regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ i KASKADOWEJ.

37. CZAS FILTRACJI WEJŚCIA Xz40. CZAS FILTRACJI WEJŚCIA Xs47. CZAS FILTRACJI WEJŚCIA X157. CZAS FILTRACJI WEJŚCIA X266. CZAS FILTRACJI WEJŚCIA X3

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $0 \div 3600$ sek.
- określa czas filtracji wejścia (odpowiednio Xz, Xs, X1, X2, X3). Jest istotny dla wszystkich rodzajów regulacji.

38. KIERUNEK WEJŚCIA Xs

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - prosty

1 - odwrotny

- parametr dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU, KASKADOWEJ. Określa sposób oddziaływania wejścia Xs na błąd regulacji trój stanowej. Dla działania prostego wejście Xs podstawiane jest wprost do równania błędu regulacji trój stanowej, dla działania odwrotnego do równania błędu podstawiana jest w miejsce Xs wartość $(100\% - Xs[\%])$.

41. KIERUNEK WEJŚCIA X1

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - prosty

1 - odwrotny

- parametr dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU i KASKADOWEJ. Określa sposób oddziaływania wejścia X1 na błąd regulacji. Dla działania prostego wejście X1 podstawiane jest wprost do równania błędu regulacji, dla działania odwrotnego do równania błędu podstawiana jest w miejsce X1 wartość $(100\% - X1[\%])$.

43. WSPÓLCZYNNIK LINEARYZACJI X1 (Y50_X1)53. WSPÓLCZYNNIK LINEARYZACJI X2 (Y50_X2)62. WSPÓLCZYNNIK LINEARYZACJI X3 (Y50_X3)

- parametr liniowy. Zmienny w zakresie $0 \div 100\%$.
- parametr ustalający współczynniki aproksymacji równaniem kwadratowym charakterystyki sygnału wejściowego. Jest określony jako procentowa wartość zakresu wejściowego przy prądzie wejściowym równym 50%. (patrz punkt 3.1).

44. DZIAŁANIE OGRANICZNIKA X1

54. DZIAŁANIE OGRANICZNIKA X2

63. DZIAŁANIE OGRANICZNIKA X3

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

- 0 - wyłącznie sygnalizacja przekroczenia granic określonych parametrami OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi i OGRANICZENIE_DOLNE_Xi
- 1 - ograniczenie wartości sygnału Xi i sygnalizacja przekroczenia granic określonych parametrami OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi i OGRANICZENIE_DOLNE_Xi
- 2 - sygnalizacja przekroczenia granic i działanie odwrotne ogranicznika (patrz punkt 3.1).

45. OGRANICZENIE GÓRNE X1

55. OGRANICZENIE GÓRNE X2

64. OGRANICZENIE GÓRNE X3

- parametr liniowy zmienny w zakresie $0 \div 110\%$. Określa poziom maksymalny wejścia Xi na wyjściu bloku ogranicznika (patrz punkt 3.1).

46. OGRANICZENIE DOLNE X1

56. OGRANICZENIE DOLNE X2

65. OGRANICZENIE DOLNE X3

- parametr liniowy zmienny w zakresie $0 \div 110\%$. Określa poziom minimalny wejścia Xi na wyjściu bloku ogranicznika. (patrz punkt 3.1).

48. CHARAKTERYSTYKA WEJŚCIA X1

58. CHARAKTERYSTYKA WEJŚCIA X2

67. CHARAKTERYSTYKA WEJŚCIA X3

- parametr dyskretny przyjmuje wartości 0, 1, 2 i 3.

- określa sposób przetwarzania sygnału wejściowego:

- 0 - przetwarzanie proporcjonalne
- 1 - pierwiastek kwadratowy
- 2 - pochodna sygnału wejściowego względem czasu (patrz punkt 3.1).
- 3 - suma pochodnej sygnału wejściowego i składowej proporcjonalnej - tylko dla X1 (patrz punkt 3.1).

49. WSPÓŁCZYNNIK A59. WSPÓŁCZYNNIK B68. WSPÓŁCZYNNIK C82. WSPÓŁCZYNNIK D

- parametry te są parametrami liniowymi zmiennymi w zakresie : -10 ÷ +10.
- parametry te są parametrami skalującymi wejścia X1 (WSPÓŁCZYNNIK A), X2 (WSPÓŁCZYNNIK B), X3 (WSPÓŁCZYNNIK C), X4 (WSPÓŁCZYNNIK D) – wejście We4 w układzie regulacji kaskadowej. Pozwalają one określić proporcje w jakich sygnały X2 i X3 biorą udział w obliczaniu błędu regulacji. Współczynniki te dotyczą błędu regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ, STOSUNKU i KASKADOWEJ .

50. CZAS INERCJI POCHODNEJ X160. CZAS INERCJI POCHODNEJ X269. CZAS INERCJI POCHODNEJ X3

- parametr liniowy zmienny w zakresie 0 ÷ 1800 sek
- określa czas inercji pochodnej wejścia Xi (patrz punkt 3.1).

51. WZMOCNIENIE POCHODNEJ X1

- parametr liniowy zmienny w zakresie -10 ÷ +10.
- określa wzmocnienie części pochodnej wejścia X1.

70. RODZAJ WEJŚCIA

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - wejście Xz

1 - wejście X3

- dotyczy regulacji STAŁOWARTOŚCIOWEJ i KASKADOWEJ. Pozwala w zależności od potrzeb zdefiniować sposób wykorzystania trzeciego wejścia obiektowego regulatora:

wejście XZ - zewnętrzna wartość zadana lub

wejście X3 - trzeci sygnał wejściowy z obiektu

79. ZNAK WYJŚCIA Yn (nadrzędny)

- parametr dyskretny. Może przyjmować stany:

0 - minus

1 - plus

- parametr określa znak sygnału Yn (wyjście regulatora nadrzędnego PID) w algorytmie obliczania błędu regulatora podrzędnego regulacji KASKADOWEJ.

80. PRZEŁĄCZNIK X1

- parametr dyskretny. Konfiguruje wejście X1 w regulatorze kaskadowym.

- przyjmuje wartości:

0 - wejście X1 podłączone do regulatora podrzędnego

1 - wejście X1 podłączone do regulatora nadrzędnego

2.4. Tryby pracy regulatora

Regulator MRC-03 swoje funkcje realizuje w następujących trybach pracy:

- **KONFIGURACJA OFF_LINE**
- **REGULACJA**
- **KONFIGURACJA ON_LINE**

2.4.1. Tryb KONFIGURACJA OFF_LINE

Ustawienie regulatora w tryb pracy **KONFIGURACJA OFF_LINE** podczas pracy w trybie **REGULACJA** możliwe jest poprzez naciśnięcie przycisku "NUMER NASTAWY/WARTOŚĆ NASTAWY" tylko w obecności klucza zabezpieczającego przed przypadkową (niepożądaną) zmianą parametrów. Klucz należy włożyć w gniazdo umieszczone na płycie czołowej regulatora. Klucz dostarczany jest w komplecie z regulatorem.

W trybie **KONFIGURACJI OFF_LINE** regulator umożliwia zmianę wszystkich parametrów. W tym trybie pracy regulator nie reguluje.

Tryb **KONFIGURACJA OFF_LINE** jest sygnalizowany na płycie czołowej regulatora świeceniem diody "BŁĄD" oraz diody "N"-nastawa, dioda "P"-praca jest zgaszona.

Diody "NN"-numer nastawy, "WN"-wartość nastawy sygnalizują stan konfiguracji.

Z trybu pracy **KONFIGURACJA OFF_LINE** można przejść tylko do trybu **REGULACJA** poprzez naciśnięcie przycisku "PRACA/NASTAWA". Od momentu ustawienia regulatora w tryb pracy **REGULACJA** jego działanie uwzględnia wszystkie nastawy wprowadzone w trybie **KONFIGURACJA OFF_LINE**.

2.4.2. Tryb REGULACJA

Ustawienie regulatora w tryb pracy **REGULACJA** możliwe jest z trybu **KONFIGURACJA OFF_LINE** lub **KONFIGURACJA ON_LINE** poprzez naciśnięcie przycisku "PRACA/NASTAWA". W trybie pracy **REGULACJA** realizowane są funkcje regulacyjne zdefiniowane na etapie konfigurowania regulatora.

Tryb **REGULACJA** na płycie czołowej regulatora sygnalizowany jest świeceniem diody "P"-praca.

Diody "A"-automatyka lub "R"-ręka sygnalizują rodzaj pracy AUTOMATYKA/REKA. Zmiana rodzaju pracy następuje przez przyciśnięcie przycisku "AUTOMAT/REKA".

W rodzaju pracy AUTOMATYKA oddziaływanie na obiekt regulowany (poprzez zainstalowany tam element wykonawczy) odbywa się automatycznie (reguluje regulator) zgodnie z ustalonym w trakcie konfigurowania algorytmem i parametrami regulacji.

W rodzaju pracy REKA oddziaływanie na obiekt odbywa się przez obsługę żółtymi przyciskami "+" i "-", znajdującymi się w górnej części płyty czołowej. W tym czasie regulator znajduje się w trybie śledzenia, co zapewnia bez uderzeniowe przejście przy przestawieniu na rodzaj pracy AUTOMATYKA.

W obu rodzajach pracy jako wskaźniki wielkości mierzonej lub parametrów regulacji służą wskaźniki cyfrowe "A" i "C" oraz linijka diodowa "B". Wyboru sposobu wyświetlania oraz przydział parametru do wskaźnika dokonuje się na etapie konfigurowania regulatora (nastawy 27,30,31,32). Po włożeniu klucza zabezpieczającego (dostarczanego wraz z regulatorem) w gniazdo na płycie czołowej, można przejść z trybu **REGULACJA** do innych trybów w sposób następujący:

- do trybu **KONFIGURACJA ON_LINE**, poprzez naciśnięcie przycisku "PRACA/NASTAWA"
- do trybu **KONFIGURACJA OFF_LINE**, poprzez naciśnięcie przycisku "NUMER NASTAWY/WARTOŚĆ NASTAWY"

Uwaga !!!

Bez klucza zabezpieczającego można wywołać w sposób j.w. tryb **KONFIGURACJA ON_LINE** umożliwiający zmianę tylko wartości zadanej:

- dla regulacji stało-wartościowej i stosunku - nastawa 11,
- dla regulacji kaskadowej - nastawa 78.

Zmiany tej dokonuje się zielonymi przyciskami "+" i "-", umieszczonymi w dolnej części płyty czołowej regulatora. W tym czasie aktualna wartość zadana jest wskazywana przez wyświetlacz cyfrowy "C" (niezależnie od zadeklarowania nastawy 30).

2.4.3. Tryb KONFIGURACJA ON_LINE

Ustawienie regulatora w tryb pracy **KONFIGURACJA ON_LINE** możliwe jest tylko z trybu **REGULACJA**, poprzez naciśnięcie przycisku "PRACA/NASTAWA" w obecności klucza, zabezpieczającego przed przypadkową (niepożądaną) zmianą parametrów. Klucz należy włożyć w gniazdo umieszczone na płycie czołowej regulatora. Klucz dostarczany jest w komplecie z regulatorem.

W trybie **KONFIGURACJA ON_LINE** regulator realizuje wszystkie funkcje związane z regulacją (jak w trybie **REGULACJA**) oraz dodatkowo umożliwia modyfikację konfiguracji regulatora przez wprowadzenie innych nastaw wg tablicy 2.2.1., tylko dla parametrów określonych typem ON-LINE. W trybie **KONFIGURACJA ON_LINE** nie ma

możliwości wywołania numerów nastaw dla parametrów typu OFF-LINE. Na płycie czołowej regulatora tryb ten sygnalizowany jest świeceniem diody:

- "P"-praca
- "N"-nastawa

Diody "NN"-numer nastawy, "WN"-wartość nastawy sygnalizują stan konfiguracji.

Z trybu **KONFIGURACJA ON_LINE** można przejść tylko do trybu **REGULACJA**, poprzez naciśnięcie przycisku "PRACA/NASTAWA"

2.5. Ręczne wprowadzanie nastaw

Do ręcznego wprowadzania nastaw służy panel operatorski stanowiący dolną część płyty czołowej regulatora. Panel operatorski tworzą wyświetlacze cyfrowe "A" i "C", przyciski koloru zielonego i diody sygnalizacyjne: "P"-praca, "N"-nastawa, "NN"-numer nastawy, i "WN"-wartość nastawy oraz gniazdo na płycie czołowej. Udostępnienie obsługi funkcji panelu operatorskiego następuje po włożeniu klucza zabezpieczającego (dostarczanego wraz z regulatorem) w gniazdo na płycie czołowej.

Wywołanie stanu **KONFIGURACJA ON_LINE** bez KLUCZA KONFIGURACJI umożliwia wyłącznie zmianę wartości zadanej regulatora (nastawa 11 dla regulacji stałowartościowej i stosunku oraz nastawa 78 dla regulacji kaskadowej).

W trybie **KONFIGURACJA OFF_LINE** wyświetlacz "A" wskazuje numer nastawy, wyświetlacz "C" wartość nastawy.

W trybie **KONFIGURACJA ON_LINE** wartość nastawy i numer nastawy ukazują się na wyświetlaczu cyfrowym "C" zgodnie ze stanem diod sygnalizacyjnych "NN"-numer nastawy i "WN"-wartość nastawy. Wyświetlacz cyfrowy "A" w trybie **KONFIGURACJA ON_LINE** wyświetla zdefiniowaną dla niego nastawą 27 wartość.

Przy ręcznym wprowadzaniu nastaw postępujemy w sposób niżej opisany "krok po kroku":

- Krok 1.** Decydujemy, jakie nastawy będą wprowadzone.
- Krok 2.** Wkładamy klucz zabezpieczający w gniazdo 9-stykowe.
- Krok 3.** W sposób opisany w pkt. 2.4. wybieramy tryb pracy regulatora w jakim mają być wprowadzane nastawy (tryb **KONFIGURACJA ON_LINE** dla nastaw oznaczonych tylko typem parametru ON_LINE, tryb **KONFIGURACJA OFF_LINE** dla wszystkich nastaw)
- Krok 4.** Przyciskiem "NUMER_NASTAWY/WARTOŚĆ_NASTAWY" doprowadzamy do zapalenia się diody "NN"-numer nastawy. Wówczas na wyświetlaczu cyfrowym "C"-ON_LINE lub "A"-OFF_LINE ukaże się liczba, wskazująca zgodnie z tablicą 2.2.1. numer nastawy, który aktualnie jest wybrany.
- Krok 5.** Przyciskami zielonymi "+" lub "-" panelu operatorskiego wybieramy

- numer nastawy, który aktualnie chcemy wprowadzić lub sprawdzić (numer nastawy wskazuje wyświetlacz cyfrowy "C"-ON_LINE lub "A"-OFF_LINE) - np. 3.
- Krok 6.** Naciskamy przycisk NUMER_NASTAWY / WARTOŚĆ_NASTAWY.
Powoduje to zgaszenie diody "NN"-numer nastawy, a zapalenie się diody "WN"-wartość nastawy. Na wyświetlaczu cyfrowym "C" pojawi się liczba wskazująca aktualną wartość nastawy wybranej w poprzednim kroku (Dla trybu OFF_LINE liczba ta ukazuje się już podczas wyboru numeru nastawy).
Dla nastawy nr 3 będzie to np. 30.0.
- Krok 7.** Naciskamy przycisk zielony "+" lub "-" i obserwując wyświetlacz cyfrowy "C" ustawiamy właściwą wartość nastawy z zakresu, określonego w tablicy 2.2.1.
- Krok 8.** Naciskamy ponownie przycisk NUMER_NASTAWY/WARTOŚĆ_NASTAWY. Zgaśnie dioda "WN"-wartość nastawy, a zaświeci dioda "NN"-numer nastawy, której wartość ustawiana była w kroku 7 (wyświetlacz cyfrowy "C"-ON_LINE lub "A"-OFF_LINE wskaże liczbę np. 3 jak w kroku 5).
Dla trybu OFF_LINE numer zmienianej nastawy jest obecny cały czas również podczas zmiany wartości nastawy.
- Krok 9.** Obserwując wyświetlacz cyfrowy "C"-ON_LINE lub "A"-OFF_LINE, przyciskiem zielonym "+" lub "-" ustawiamy numer kolejnej zmienianej nastawy i powtarzamy kroki 6 oraz 7.
- Krok 10.** Powtarzamy kroki 6 do 9 do momentu ustawienia wszystkich nastaw.
- Krok 11.** Naciskamy przycisk PRACA/NASTAWA. Zgasną diody "N"-nastawa "NN"-numer nastawy lub "WN"-wartość nastawy, a zapali się (pozostanie zapalona tryb ON_LINE) dioda "PRACA".
- Krok 12.** Wyjmujemy klucz zabezpieczający z gniazda płyty czołowej.

Uwagi !!!

1. Dostarczane regulatory posiadają fabrycznie zaprogramowane, przykładowe konfiguracje dla każdego typu regulacji. Każdorazowa zmiana typu regulacji (nastawa 0) automatycznie przywołuje fabryczną konfigurację w danym typie.
2. Jeżeli chcemy zmienić typ regulacji (nastawa 0), koniecznie należy dokonać tego w pierwszej kolejności. Kolejność wprowadzania pozostałych nastaw jest dowolna.
3. W każdym typie regulacji (nastawa 0) są możliwe do wywołania tylko numery nastaw, związane z danym typem i tak:
 - dla regulacji stało-wartościowej (nastawy 0÷70)
 - dla regulacji stosunku (nastawy 0÷60)
 - dla regulacji kaskadowej (nastawy 0÷81)
4. Po wybraniu funkcji NUMER_NASTAWY w trybie KONFIGURACJA ON_LINE i naciśnięciu np. zielonego przycisku "+" zgłaszać się będą tylko te numery nastaw (np. 8,9,11 itd.), które mają przyporządkowany typ parametru ON_LINE.

2.5. Komputerowe wprowadzanie nastaw

Komputerowe wprowadzanie nastaw dokonywane jest za pomocą uruchamianego na komputerze IBM PC, programu "HOSTV333". Komputer podłączany jest do regulatora MRC-03 za pośrednictwem kabla **MRI-01**, włączanego w gniazdo na płycie czołowej regulatora. Dokładny opis czynności wprowadzania nastaw i innych operacji współpracy z regulatorem zawiera dokumentacja użytkowa programu "HOSTV333". Kabel **MRI-01** jest dostarczany wraz z oprogramowaniem "HOSTV333".

1. Komputer jest wyposażony w złącze rs232 (COM1, COM2, ...)
2. W komputerze należy założyć katalog np HOST.
3. Do katalogu (HOST) wgrać pliki:
 - hostv333
 - mrc_graf
 - trans_mrc
4. Wywołać program z parametrami.
hostv333 u=COM1 rs232 TEST
5. W tablicy PARAMETRY ustawić poprawny numer komunikacyjny.

Uwaga! Program w przypadku współdziałania z systemem PRO-2000 wykorzystuje działający driver komunikacyjny systemu. W przypadku działania samodzielnego uruchamia go na własne potrzeby.

3. SZCZEGÓŁOWY OPIS REGULATORA

Regulator MRC-03 wytwarza sygnał dyspozycyjny dla układów automatycznej regulacji (UAR) jako dynamiczną odpowiedź wg algorytmu P, PI, PID na aktualny błąd regulacji, czyli wynik porównania sumy algebraicznej sygnałów wejściowych z wartością zadaną. Posiada wbudowane konfiguracje trzech typów regulacji:

- regulację_STAŁOWARTOŚCIOWĄ
- regulację_STOSUNKU
- regulację_KASKADOWĄ

Opis szczegółowy każdego typu regulacji zamieszczony jest w dalszej części niniejszego rozdziału.

Regulator MRC-03 posiada tryby pracy:

- tryb **KONFIGURACJI ON_LINE** lub **OFF_LINE** (nastawy)
- tryb **REGULACJI** (pracy)

Na etapie konfiguracji odbywa się wybór typu regulacji oraz ustalenie przewidzianych dla danego typu regulacji parametrów.

Etap regulacji to realizacja algorytmu regulacji z uwzględnieniem parametrów określonych przez Użytkownika.

Sposób wprowadzania żądanych nastaw parametrów jest opisany w rozdziale 2 (pkt. 2.4. i 2.5.).

Przy przejściu regulatora z trybu "**KONFIGURACJA OFF_LINE**" lub "**KONFIGURACJA ON_LINE**" (nastawa) do trybu "**REGULACJA**" (praca), każdorazowo odbywa się zapis wprowadzonych przez operatora parametrów do pamięci EEPROM.

Włączenie regulatora następuje w rodzaju pracy "AUTOMATYKA" lub "RĘKA" (zależnie od stanu w jakim zastał go zanik napięcia lub wyłączenie).

Jeśli zanik napięcia zasilającego nastąpił w czasie zapisu parametrów do pamięci EEPROM lub w trakcie **KONFIGURACJI** po powrocie zasilania należy sprawdzić wartości wszystkich nastaw. W razie potrzeby zainicjować na nowo konfigurację pracy regulatora zmieniając wartość parametru TYP REGULACJI (nastawa 0) i ponownie ustawiając wartości wszystkich parametrów.

Na etapie konfiguracji należy określić progi niewykorzystanych wejść obiektowych (X1, X2, X3, Xz, Xs) regulatora (PRÓG = 0 mA), oraz zewrzeć niewykorzystane wejścia.

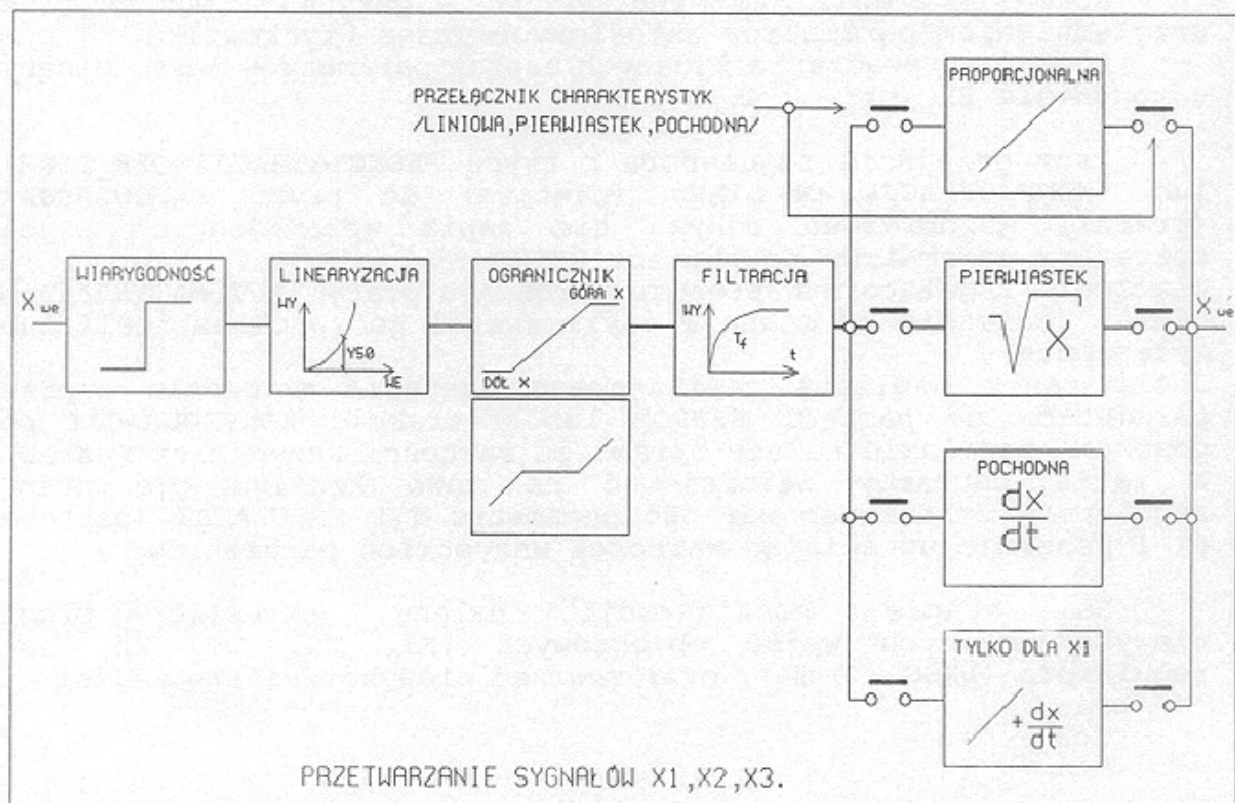
3.1. Obsługa sygnałów wejściowych

Wszystkie wejścia zanim wezmą udział w procesie regulacji poddane są standardowej obróbce (patrz pkt. 3.1.1. i 3.1.2.).

Przetworzone sygnały trafiają do układu regulacji. Przetworzone wejście X1' na etapie konfiguracji może zostać "odwrócone" tzn. do dalszych obliczeń przedstawiona będzie wartość $(100\% - X1')$ w miejsce X1'. Kierunek działania wejścia X1 określa nastawa 38.

3.1.1. Sposób przetwarzania sygnałów X1, X2, X3

Wejścia sygnałów pomiarowych z obiektu są w regulatorze poddane standardowej obróbce. Schemat układu przetwarzającego pokazany jest na rysunku 3.1.1. W efekcie przetwarzania sygnałów wejściowych powstają sygnały nazywane w dalszej części opracowania X1', X2', X3'. Przez tak określone sygnały należy rozumieć sygnały wejściowe odpowiednio X1, X2, X3 poddane określonej przez Użytkownika obróbce.



Rys. nr 3.1.1 Przetwarzanie sygnałów X1, X2, X3

1. WIARYGODNOŚĆ

- pierwszy blok sprawdza wiarygodność sygnału wejściowego, zależnie od określonego w tabeli nastaw progu wejścia (nastawa WEJŚCIE_Xi). Przy ustawionym zakresie 0÷20mA utrata wiarygodności następuje przy przekroczeniu wielkości 22mA. Przy ustawionym zakresie 4÷20mA utrata wiarygodności następuje przy przekroczeniu od dołu 3.7mA i od góry 22mA. Możliwe jest wyłączenie sprawdzania wiarygodności przez każde z wejść indywidualnie lub sygnalizacja utraty wiarygodności po upływie około 3 sek.

O sposobie sprawdzania wiarygodności decyduje stan nastawy WEJŚCIE_Xi:

- 0 - sprawdzanie wiarygodności 0÷20mA
- 1 - sprawdzanie wiarygodności 4÷20mA
- 2 - sygnał 0÷20mA bez sprawdzania wiarygodności
- 3 - sygnał 4÷20mA bez sprawdzania wiarygodności
- 4 - sygnalizacja utraty wiarygodności po ~3sek 0÷20mA
- 5 - sygnalizacja utraty wiarygodności po ~3sek 4÷20mA .

Utrata wiarygodności przez którekolwiek z wejść jest sygnalizowana przejściem na POZIOM BEZPIECZNY regulatora.

Na wyjściu ciągłym pojawia się zadana wartość POZIOMU BEZPIECZNEGO, wyjścia trójstanowe zostają wyłączone.

W przypadku zamówienia regulatora z zakresem wejść prądowych 0-5mA lub 0-50mA należy ustawić próg przetwarzanego wejścia na 0mA (z odpowiednim sposobem sprawdzania wiarygodności).

2. LINEARYZACJA

- blok poprawiający liniowość nieliniowego układu (czujnik przetwornik). Blok aproksymuje charakterystykę sygnału nieliniowego charakterystyką kwadratową z podanym odchyleniem dla 50% wartości sygnału wejściowego (parametr Y50_Xi). Np. dla czujnika/przetwornika temperatury o charakterystyce:

temperatura [°C]	0	21.2	45	71.2	100
prąd [mA]	0	5	10	15	20

wartość parametru Y50_Xi jaką należy wpisać w takim przypadku do tabeli nastaw wynosi - 45% i jest obliczoną dla całego zakresu procentową temperaturą przy prądzie przetwornika równym 10mA.

$$Y50_Xi = 45^{\circ}\text{C}/100^{\circ}\text{C} * 100\% = 45\%$$

lub przypadek bardziej skomplikowany:

temperatura [°C]	0	33.3	70	108.3	150
prąd [mA]	4	8	12	16	20

$$Y50_Xi = 70^{\circ}\text{C} / 150^{\circ}\text{C} * 100\% = 46.7\%$$

UWAGA !!!

Ustawienie parametru Y50_Xi na wartość 50% powoduje przetwarzanie liniowe sygnału wejściowego przez blok linearyzacji.

3. OGRANICZNIK

- działanie bloku zależne jest od stanu nastawy DZIAŁANIE_OGRANICZNIKA_Xi. Nastawa ta może przyjmować wartości:

0 - sygnalizacja (blok ogranicznika zajmuje się kontrolą wartości sygnału wejściowego i jedynie sygnalizuje przekroczenie zadanych nastawami OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi oraz OGRANICZENIE_DOLNE_Xi granic sygnału wejściowego Xi)

1- sygnalizacja i ograniczenie (blok ogranicznika zajmuje się kontrolą wartości sygnału wejściowego, sygnalizuje przekroczenie i ogranicza poziom sygnału wejściowego Xi przy przekroczeniu zadanych nastawami OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi oraz OGRANICZENIE_DOLNE_Xi granic)

2 - sygnalizacja i działanie odwrotne ogranicznika (blok sygnalizuje przekroczenie zadanych nastawami OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi oraz OGRANICZENIE_DOLNE_Xi granic przez sygnał Xi jednocześnie powodując stabilizację wartości wejścia Xi w zakresie pomiędzy ustalonymi granicami na poziomie OGRANICZENIE_DOLNE_Xi. W zakresie wartości Xi poniżej OGRANICZENIE_DOLNE_Xi sygnał na wyjściu ogranicznika równy jest sygnałowi na wejściu ogranicznika, w zakresie powyżej OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi sygnał na wyjściu ogranicznika jest równy różnicy pomiędzy sygnałem wejściowym i wartością OGRANICZENIE_DOLNE_Xi).

UWAGA !!!

1. Ustawienie nastaw OGRANICZENIE_DOLNE_Xi = 0% i OGRANICZENIE_GÓRNE_Xi 110% powoduje wyłączenie działania układu ogranicznika.
2. O tym co sygnalizują przekaźniki na wyjściu regulatora decyduje nastawa RODZAJ_SYGNALIZACJI (nastawa 15).

4. FILTRACJA

- blok umożliwiający filtrację zakłóceń sygnałów wejściowych. Realizuje charakterystykę filtru

pierwszego rzędu z możliwością ustawienia czasu filtracji (nastawa CZAS_FILTRACJI_Xi)

UWAGA !!!

Ustawienie nastawy CZAS_FILTRACJI_Xi na wartość 0 sek. powoduje wyłączenie układu filtracji.

5. PRZEŁĄCZNIK CHARAKTERYSTYKI

- jest parametrem umożliwiającym wybór charakterystyki dalszego przetwarzania sygnału wejściowego. Może przyjmować wartości:

- 0 - charakterystyka proporcjonalna
- 1 - pierwiastek kwadratowy
- 2 - pochodna sygnału wejściowego
- 3 - suma pochodnej i składowej proporcjonalnej wejścia (tylko dla X1)

6. CHARAKTERYSTYKA PROPORCJONALNA

- umożliwia udział sygnału wejściowego w błędzie regulacji w proporcji określonej poprzez współczynnik WSPÓŁCZYNNIK_A (B,C). Współczynnik może przyjmować wartości z zakresu -10 ÷ +10.

Uwaga !!!

Ustawienie współczynnika na wartość zero powoduje, iż sygnał Xi nie ma udziału w procesie regulacji.

7. PIERWIASTEK KWADRATOWY

- realizuje przetwarzanie sygnału wejściowego według równania:

$$X_{i_wy} = WSPÓŁCZYNNIK_A(B,C) * \sqrt{X_{i_we}}$$

gdzie sygnał _:

X_{i_we} - jest wejściowym sygnałem bloku

X_{i_wy} - jest wyjściowym sygnałem bloku

Obydwa sygnały wyrażone są w procentach.

8. POCHODNA SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO (blok o transmitancji operatorowej)

$$G(s) = \frac{\text{WZMOCNIENIE_POCHODNEJ_X1(WSPÓŁCZYNNIK_B,C)} * s}{1 + s * (\text{CZAS_INERCJI_POCHODNEJ_Xi})}$$

WZMOCNIENIE_POCHODNEJ_X1(WSPÓŁCZYNNIK_B,C) - współczynnik wzmocnienia, określony jako stosunek odpowiedzi bloku do pochodnej sygnału wejściowego w stanie ustalonym.

UWAGA !!!

Dla wejścia X1 wzmocnienie pochodnej określa osobny parametr z uwagi na możliwość sumowania części proporcjonalnej i pochodnej (CHARAKTERYSTYKA_X1 = 3)

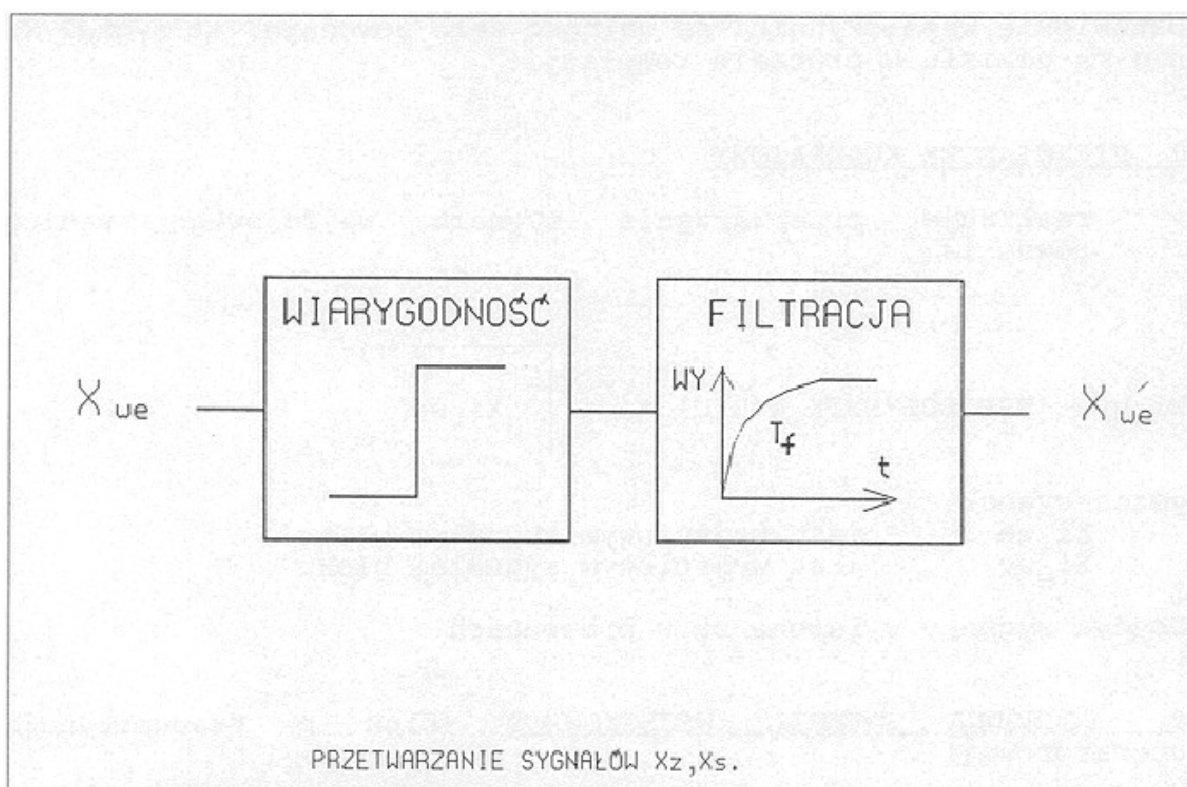
CZAS_INERCJI_POCHODNEJ_Xi - stała czasowa

9. SUMA POCHODNEJ I SKŁADOWEJ PROPORCJONALNEJ WEJŚCIA(tylko dla X1)

Wartość przetworzonego sygnału X1 biorąca udział w regulacji równa jest sumie wartości CHARAKTERYSTYKI PROPORCJONALNEJ i POCHODNEJ SYGNAŁU WEJŚCIOWEGO (zgodnie z definicją tych bloków pkt. 6 i 8).

3.1.2. Sposób przetwarzania sygnałów X_z , X_s

Wejścia sygnałów pomiarowych X_z , X_s w regulatorze poddane standardowej obróbce. Schemat układu przetwarzającego pokazano na rysunku 3.1.2. W efekcie przetwarzania sygnałów wejściowych powstają sygnały nazywane w dalszej części opracowania X_s' i X_z' . Przez tak określone sygnały należy rozumieć sygnały wejściowe odpowiednio X_s i X_z poddane określonej przez Użytkownika obróbce.



Rys. nr 3.1.2 Przetwarzanie sygnałów X_z , X_s .

1. WIARYGODNOŚĆ

- pierwszy blok sprawdza wiarygodność sygnału wejściowego zależnie od określonego w tabeli nastaw progu wejścia (nastawa WEJŚCIE_ X_i). Przy ustawionym zakresie 0÷20mA utrata wiarygodności następuje przy przekroczeniu wielkości 22mA. Przy ustawionym zakresie 4÷20mA utrata wiarygodności następuje przy przekroczeniu od dołu 3.7mA i od góry 22mA. Utrata wiarygodności przez którekolwiek z wejść jest sygnalizowana przejściem na POZIOM BEZPIECZNY regulatora. Na wyjściu ciągłym pojawia się ustawiona wartość POZIOMU BEZPIECZNEGO, wyjścia trój stanowe zostają wyłączone.

4. FILTRACJA

- blok umożliwiający filtrację zakłóceń sygnałów wejściowych. Realizuje charakterystykę filtru pierwszego rzędu z możliwością ustawienia czasu filtracji (nastawa CZAS_FILTRACJI_Xi).

UWAGA !!!

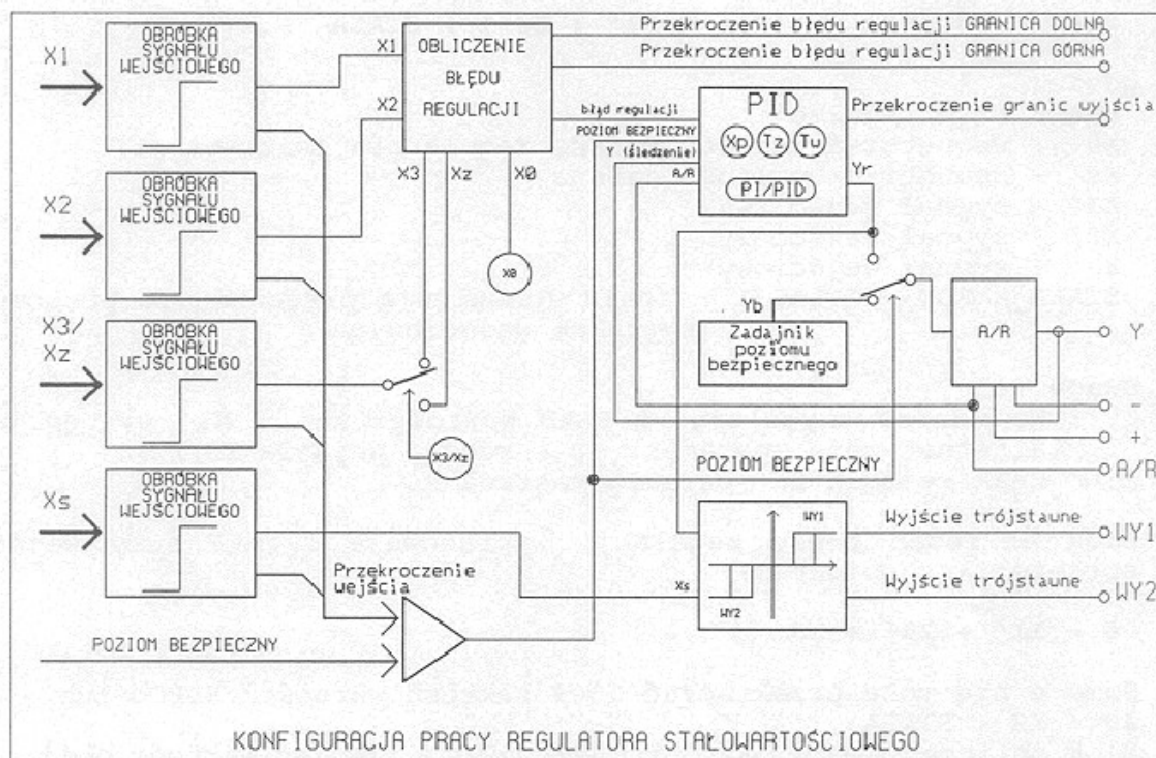
Ustawienie nastawy CZAS_FILTRACJI_Xi na wartość 0 sek. powoduje wyłączenie układu filtracji.

3.2. Układ regulacji stało-wartościowej

Układ regulacji stało-wartościowej o wyjściu ciągłym z dodatkowym wyjściem trój stanowym jest podstawowym układem pracy regulatora.

Na etapie konfiguracji należy ustawić żądane wartości nastaw od 0 do 70.

Logiczny schemat blokowy regulatora stało-wartościowego przedstawia rys. nr 3.2.



Rys. nr 3.2. Konfiguracja pracy regulatora stało-wartościowego

Regulator posiada cztery wejścia fizyczne:

- X1
- X2
- Definiowalne wejście X3, Xz - w zależności od aplikacji.
(Rodzaj wejścia określa nastawa 70)
- Xs - wejście zwrotne przetwornika położenia organu wykonawczego

Wszystkie wejścia X1, X2, X3 lub Xz, Xs zanim wezmą udział w procesie regulacji poddane są standardowej obróbce opisanej w rozdziale 3.1.. Przetworzone sygnały X1', X2', X3', Xz', Xs' trafiają do układu regulacji stało-wartościowej.

Należy zwrócić uwagę na prawidłowe zdefiniowanie nastawy 70 (rodzaj wejścia X3/Xz).

Wejście X1' na etapie konfiguracji może zostać "odwrócone" tzn. do dalszych obliczeń podstawiona będzie wartość (100% - X1') w miejsce X1'. Sposób działania wejścia X1' określa nastawa 41 .

Kontrola wiarygodności sygnałów wejściowych odbywa się w sposób określony nastawami WEJŚCIE_Xi i=1,2,3,z lub s.

W przypadku, gdy którykolwiek sygnał okazuje się niewiarygodny, regulator załącza POZIOM BEZPIECZNY sygnału wyjściowego i przechodzi w tryb śledzenia.

Sygnały wejściowe X1', X2', X3'/Xz' są podawane do bloku obliczeń błędu regulacji. Błąd regulatora w konfiguracji regulatora stało-wartościowego określa wzór:

$$\text{BŁĄD} = X0 \pm Xz' - (X1' + X2' + X3') + \text{STAŁA}$$

gdzie:

BŁĄD- błąd regulacji

X0 - wewnętrzna wartość zadana regulatora (nastawa 11)

Xz' - zewnętrzna wartość zadana

X1' - sygnał wejściowy

X2' - sygnał wejściowy

X3' - sygnał wejściowy

STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI – stała (umożliwia przesunięcie poziomemu sygnałów wejściowych)

Uwaga !!!

1. We wzorze określającym BŁĄD wartości Xz' i X3' występują alternatywnie (parametr 70 - rodzaj wejścia X3/Xz).

2. Znak wejścia Xz' określa nastawa 36.

Blok obliczeń błędu regulacji wypracowuje sygnał sumy wejść sprzężenia z obiektem:

$$e = X1' + X2' + X3'$$

Suma e nie może przekraczać 100% zakresu wartości BŁĘDU lub $X0 + XZ + STAŁA$.

Blok obliczeń błędu regulacji kontroluje również wartość błędu.

Regulator posiada możliwość sygnalizacji przekroczenia dopuszczalnych technologicznie parametrów.

Uwaga !!!

Nastawa 20 ustawiona na wartość 3 lub 4 wyprowadza w miejsce sygnalizacji przekroczenia wyjście trój stanowe regulatora.

Parametr RODZAJ_SYGNALIZACJI (nastawa 15) umożliwia wybór sygnalizowanego przekroczenia.

i tak dla wartości parametru:

- 0 - sygnalizowane jest przekroczenie zadanej strefy błędu regulacji (nastawa 7 - SYGNALIZACJA PRZEKROCZENIA BŁĘDU)
- 1 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X1
- 2 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X2
- 3 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X3

W przypadku, gdy wartość błędu jest większa niż określona nastawą 7 - SYGNALIZACJA PRZEKROCZENIA BŁĘDU lub osiągnięte zostało ograniczenie górne wybranego sygnału wejściowego regulator sygnalizuje to na listwie zaciskowej zwarcie styków

(10c - 10a WYT1-).

W przypadku gdy wartość błędu jest ujemna i mniejsza niż określona nastawą 7 strefa sygnalizacji przekroczenia błędu regulacji (ze znakiem ujemnym) lub osiągnięte zostało ograniczenie dolne wybranego sygnału wejściowego regulator sygnalizuje to na listwie zaciskowej L - zwarcie styków

(10c - 12a WYT1+).

Sygnalizator przekroczenia błędu regulacji posiada histerezę o stałej szerokości 1% błędu regulacji.

Sygnalizator przekroczenia ograniczeń sygnału wejściowego posiada histerezę o stałej szerokości 0.5% sygnału wejściowego.

Na etapie konfiguracji określa się również działanie regulatora (nastawa 10) - PROSTE lub ODWROTNE.

Działaniu prostemu regulatora odpowiada następujący kierunek zmian:

$$\text{bład} = \text{sumaXi} - \text{sumaXZ}$$

działaniu odwrotnemu:

$$\text{bład} = \text{sumaXZ} - \text{sumaXi}$$

sumaXi - oznacza sumę przetworzonych sygnałów wejściowych X1', X2' i X3' (o ile X3 jest zdefiniowane).

sumaXZ - X0 + Xz (o ile Xz jest zdefiniowane).

Utrata wiarygodności przez którekolwiek wejście (patrz rozdział 3.1.) jest sygnalizowana zapaleniem diody BŁĄD, po czym następuje (kontrolowane przez procesor) przejście na POZIOM BEZPIECZNY (na wyjściu analogowym pojawia się "zadany poziom bezpieczny", wyjścia trójstanowe są wyłączone), regulator przechodzi w tryb śledzenia.

W przypadku zniknięcia przyczyny awarii - sygnał wejściowy wiarygodny - procesor przejmuje kontrolę i kontynuuje realizację algorytmu regulacji.

Przejście na POZIOM BEZPIECZNY następuje również w przypadku:

- awarii regulatora
- sygnału zewnętrznego - "Poziom Bezpieczny" Listwa zaciskowa (32c - 32a WEPB)

W tych dwu przypadkach regulator również nie potrafi przejąć sterowania aż do usunięcia przyczyny:

- wymiany, naprawy regulatora,
- zaniku rozkazu zewnętrznego "Poziom Bezpieczny".

W regulatorze możliwe jest przejęcie sterowania ręcznego przez operatora ze stacyjki wbudowanej w regulator.

W przypadku wciśnięcia przycisku A/R (praca w trybie R) lub w przypadku przejścia na POZIOM BEZPIECZNY z dowolnej przyczyny możliwe jest sterowanie ręczne.

W przypadku, kiedy regulator został wprowadzony w tryb pracy ręcznej "R" lub kiedy nastąpiło przejście na POZIOM BEZPIECZNY z przyczyny innej niż "awaria regulatora", procesor jednostki centralnej śledzi wartość wyjściową zadawaną żółtymi przyciskami + i -. Zapewnia to w przypadku powrotu do pracy w trybie automatycznym "A" bez uderzeniowe włączenie regulatora.

W czasie pracy automatycznej regulator kontroluje przekroczenie przez sygnał wyjściowy regulatora PID zadanego na etapie konfiguracji poziomu ograniczenia górnego i dolnego (nastawy 8 i 9). W przypadku przekroczenia któregokolwiek poziomu ograniczenia (górnego lub dolnego) zmieniany jest algorytm obliczania stanu integratora tak by wyjście regulatora pozostało na poziomie ograniczenia. Ograniczenia sygnału wyjściowego PID działają programowo tzn. również w wykonaniu regulatora bez wyjścia ciągłego.

WYJŚCIE TRÓJSTANOWE REGULATORA.

Prawidłowe działanie regulatora z wyjściem trój stanowym (nastawa 20 RODZAJ WYJŚCIA ma wartość 1-WYT2 lub 3-WYT1) wymaga doprowadzenia do wejścia Xs regulatora sygnału zwrotnego, pochodzącego z przetwornika położenia organu wykonawczego. Wejście Xs' może zostać "odwrócone" tzn. do dalszych obliczeń w miejsce Xs' podstawiona zostanie wartość (100%-Xs'). Sposób interpretacji wejścia Xs' określa nastawa 35.

Istotnymi parametrami dla regulacji trój stanowej są:

nastawa 5 - STREFA NIECZUŁOŚCI

nastawa 6 - STREFA HISTEREZY

Błąd regulatora trójstanowego określony jest wzorem:

$$Bt = Xs' + (YPID - 100\%)$$

gdzie :

Bt - błąd regulatora trój stanowego

Xs' - wartość sygnału zwrotnego pochodząca z przetwornika położenia organu wykonawczego.

YPID - wartość wyjściowa ciągłego regulatora PID

Uwaga !!!

We wzorze tym wielkości X_s i YPID wyrażone są w %. Gdy błąd regulatora trój stanowego jest większy niż przeliczona na wartości bezwzględne STREFA NIECZUŁOŚCI, załączane jest wyjście WYT+ (12c-14a WYT2+ lub 10c-12a WYT1+), natomiast gdy błąd jest mniejszy niż STREFA NIECZUŁOŚCI załączane jest wyjście WYT- (12c-14c WYT2- lub 10c-10a WYT1-).

W przypadku ustawienia nastawy 20 na wartość 2-WYT2 lub 4-WYT1 (q trój stanowe) regulator pracuje bez sprzężenia z obiektem

(bez podłączenia do wejścia X_s sygnału zwrotnego od położenia organu wykonawczego).

Uwaga !!!

W przypadku pracy regulatora bez sprzężenia z obiektem (nastawa 20 = 2 lub 4) ograniczenie górne (nastawa 8) powinno być ustawione na wartość 100% a ograniczenie dolne (nastawa 9) na wartość 0%.

Zarówno w przypadku pracy bez sprzężenia z obiektem jak też i przy pracy ze sprzężeniem X_s istotne jest ustawienie nastaw 23, 24 i 25.

Sposób oddziaływania tych parametrów na pracę regulatora jest następujący:

Nastawy 23 i 24 są ze sobą związane i wspólnie zmieniają działanie regulatora. Ustawienie nastawy 23 na wartość mniejszą niż 0,2 sek powoduje "normalne" działanie regulatora. W przypadku ustawienia nastawy 23 na wartość większą niż 0,2 sek włączany jest dodatkowy układ impulsujący. Jego działanie polega na tym, że przy błędzie regulacji większym niż 15% układ impulsujący nie działa (działanie układu wyjścia trój stanowego jest takie jak bez włączonego układu impulsatora), natomiast przy błędzie regulacji mniejszym niż 15% impulsator zaczyna działać. Nastawy 23 i 24 określają jego działanie zgodnie ze swoimi nazwami tzn. nastawa 23 zapewnia czas przerwy pomiędzy impulsami, nastawa 24 maksymalny czas trwania impulsów sterujących organem wykonawczym (czas ten może zostać skrócony kiedy odchylenie od położenia optymalnego jest niewielkie).

Uwaga !!!

Włączenie układu impulsującego może zniekształcać charakterystykę PID regulatora.

W każdym układzie regulacji trój stanowej (niezależnie od wartości nastaw 20, 23 i 24) niezbędne jest prawidłowe ustawienie nastawy 25 - CZAS PRZESTAWIENIA SIŁOWNIKA. Czas ten określa przejście organu wykonawczego od położenia 0% do położenia 100% wykorzystywanego zakresu regulacji. Przykładowo: jeśli siłownik ma czas przejścia pomiędzy skrajnymi położeniami 60 sek., a rzeczywisty zakres roboczy wynosi od 20% (prąd $X_s=0mA$) do 80% (prąd $X_s=20mA$) to CZAS PRZESTAWIENIA SIŁOWNIKA wynosi $(80\%-20\%)/100\%*60sek=36sek$.

Wyjściowy sygnał ciągły jest wyprowadzony na listwę zaciskową (16c - 16a WYAN). Wyjściowy sygnał posiada również definiowany próg (0 lub 4 mA) - nastawa 21. Nastawa 22 umożliwia podłączenie regulatora do urządzenia wykonawczego o działaniu odwrotnym (20mA - 0% 0(4mA) -100%).

Uwaga !!!

Dla prawidłowego działania układu regulacji niezbędne jest prawidłowe określenie nastawy 20 - RODZAJ WYJŚCIA.

Linia "B" (-20% ÷ +20%) może pokazywać:

- wartość błędu regulacji,
- zmianę sumy sygnałów wejściowych $X1'+X2'+X3'$,

O tym co przedstawia linia -20% - +20% decyduje nastawa 31.

W przypadku gdy błąd przekracza +20% zapalają się trzy diody w pobliżu wielkości +20%.
W przypadku, gdy błąd jest mniejszy niż -20% zapalają się trzy diody w pobliżu wielkości -20%

Wyświetlacz cyfrowy "A" pokazuje w zakresie od 0 do 100% wartości:

- wartość $X0$,
- wejście $X1$,
- wejście $X2$,
- wejście $X3$,
- wejście Xz ,
- wejście Xs ,
- wejście Xs' ,
- wyjście Y ,

O tym co przedstawia wyświetlacz "A" decyduje nastawa 27. Nastawy 28 i 29 określają granice wyświetlanej na wyświetlaczu wielkości.

0% wartości odpowiada nastawie 28, 100% nastawie 29.

Wyświetlacz cyfrowy "C" może przedstawiać wartości:

- wartość X0,
- wejście X1,
- wejście X2,
- wejście X3,
- wejście Xz,
- wejście Xs,
- wejście Xs_symulowane
- wyjście Y,
- błąd regulacji,
- przetworzone wejście X1',
- przetworzone wejście X2',
- przetworzone wejście X3',

O tym co przedstawia wskaźnik cyfrowy decyduje nastawa 30.

Wskaźnik cyfrowy może przedstawiać wymienione wielkości w rozmaity sposób:

- w %,
- w jednostkach fizycznych,
- w jednostkach naturalnych,

O tym w jaki sposób przedstawiane są wielkości na wskaźniku cyfrowym decyduje nastawa 32.

Jednostki naturalne określone są następująco: dla wartości zewnętrznych (wejścia Xi oraz wyjście ciągłe Y) - mA, dla pozostałych (X0 i błąd regulacji) - %.

Jednostki fizyczne określone są poprzez granicę dolną i górną (nastawa 33 i 34). Granice te odpowiadają dolnemu 0% i górnemu 100% zakresowi wartości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym.

Uwaga !!!

W wypadku określenia wyświetlania na wyświetlaczu cyfrowym "C" - nastawa 30 wartości 0 (wartość zadana X0) przy sposobie wyświetlania 2 (jednostki naturalne) na wyświetlaczu cyfrowym pojawi się numer wersji programu.

PRZYKŁAD

Przy regulacji poziomu walczaka wartość wejścia poziomu przy zmianie od 0 mA do 20 mA określa poziom od 0 mm do 500 mm.

Zdefiniowanie wyświetlania na wyświetlaczu cyfrowym błędu regulacji (nastawa 30 = 7) w jednostkach fizycznych (nastawa 32 = 1) w granicach od (0 mm nastawa 33 = 0) do (500 mm nastawa 34 = 500) spowoduje wyświetlanie w czasie regulacji błędu regulacji w mm niezależnie od

poziomu wartości zadanej.

W przypadku gdy interesuje nas aktualny poziom (np. wejście X1) nastawę 30 trzeba w tym przypadku ustawić na wartość równą 1. Przy nastawach 32 33 i 34 ustawionych jak wyżej wyświetlany będzie poziom walczaka (wejście X1) w mm w skali $0 \div 500$ mm.

Podobnie korzystać można z wyświetlacza cyfrowego jako mini- monitora kontrolującego obwody wejściowe X1, X2, X3, Xz, Xs. W tym celu należy ustawić nastawę 32 = 2 oraz nastawę 30 na wybrane wejście (odpowiednio 1, 2, 3, 4, 5). W czasie regulacji wskaźnik cyfrowy będzie wskazywał wartość wybranego wejścia w mA.

W przypadku regulacji ciągłej można również kontrolować wartość prądu wyjściowego regulatora. W tym celu należy ustawić nastawę 30 = 7 oraz nastawę 32 = 2. Spowoduje to w czasie regulacji wyświetlanie na wyświetlaczu cyfrowym liczonej wartości prądu wyjściowego regulatora. Gdy różni się ona od wskazywanej przez amperomierz w obwodzie wyjściowym, świadczyć to może o przeciążeniu wyjścia (zbyt duża rezystancja w obwodzie wyjściowym) lub o awarii obwodu wyjściowego (wewnątrz lub na zewnątrz regulatora). Proste sprawdzenie sprawności obwodu wyjściowego regulatora następuje przez odłączenie obwodu wyjściowego i obciążenie go rezystorem. Przy przejściu na sterowanie ręczne można przyciskami + i - koloru żółtego zadawać prąd w zakresie $0 \div 20$ mA i porównywać wskazania wyświetlacza cyfrowego i amperomierza w obwodzie wyjściowym.

Proste monitorowanie obwodów prądowych regulatora jest szczególnie użyteczne na etapie rozruchowym oraz w celach serwisowych w czasie eksploatacji.

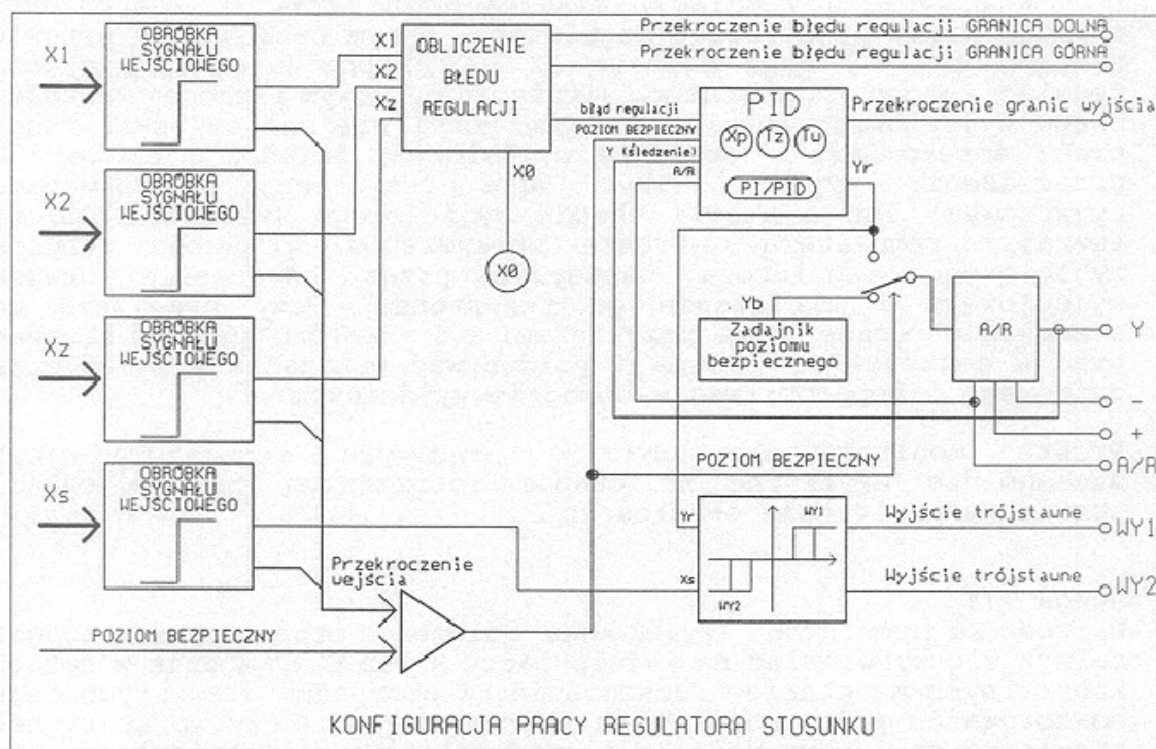
Uwaga !!!

Wartość Xs_symulowane (symulowane położenie organu wykonawczego) zaleca się wyświetlać na wyświetlaczu A lub C wyłącznie w celach kontrolnych na etapie uruchomienia. W przypadku niewiarygodnego odwzorowania położenia organu wykonawczego należy wpiąć sygnał niewiarygodny na wejście Xs i wyświetlać go na wyświetlaczu "A" lub "C" w celach orientacyjnych, natomiast pracę regulatora należy zdefiniować jako bez sprzężenia z obiektem (nastawa 20 - RODZAJ WYJŚCIA = 2 lub 4).

3.3. Układ regulacji stosunku

Układ regulacji stosunku o wyjściu ciągłym z dodatkowym wyjściem trój stanowym. Na etapie konfiguracji należy ustawić żądane wartości nastaw od 0 do 60.

Logiczny schemat budowy regulatora stosunku przedstawia rysunek nr 3.3.



Rys. nr 3.3. Konfiguracja pracy regulatora stosunku

Regulator posiada cztery fizyczne wejścia:

- X1
- X2
- Xz
- Xs wejście zwrotne przetwornika położenia organu wykonawczego

Wszystkie wejścia: X1, X2, Xz i Xs zanim wezmą udział w procesie regulacji poddane są standardowej obróbce według rozdziału 3.1. Przetworzone sygnały X1', X2', Xz' i Xs' trafiają do układu regulacji stało-wartościowej.

Wejście X1' na etapie konfiguracji może zostać "odwrócone" tzn. do dalszych obliczeń podstawiona będzie wartość $(100\% - X1')$ w miejsce X1'. Sposób działania wejścia X1 określa nastawa 41.

Kontrola wiarygodności sygnałów wejściowych odbywa się w sposób określony nastawami WEJŚCIE_Xi i=1,2,z lub s.

W przypadku, gdy którykolwiek sygnał okazuje się niewiarygodny, regulator załącza POZIOM BEZPIECZNY (na wyjściu ciągłym pojawia się "zadany poziom bezpieczny", wyjścia trój stanowe są wyłączone), i przechodzi w tryb śledzenia.

Sygnały wejściowe X1', X2' i Xz' są podawane do bloku obliczeń błędu regulacji. Regulator stosunku utrzymuje stały stosunek pomiędzy wartością Xz' i X1'+X2' określony wzorem błędu regulacji. Zmienna wyjściowa oddziałuje pośrednio na sumę zmiennych X1'+X2'. Wyjście regulatora steruje zgodnie z zadaną charakterystyką PI/PID obiektem regulacji w taki sposób, by wartość sumy wejść X1'+X2' utrzymana została w określony błędem regulacji sposób w stosunku do wartości wejścia Xz.

Błąd regulatora w konfiguracji - regulator stosunku określa wzór:

$$\text{BŁĄD} = Xz' * X0 - (X1'+X2'+\text{STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI})$$

gdzie:

BŁĄD - błąd regulacji

Xz' - zewnętrzna wartość zadana

X1' - sygnał wejściowy

X2' - sygnał wejściowy

X0 - wartość bezwzględna z przedziału (0.2 ÷ 5.0) określona przez nastawę 11.

STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI - stała (nastawa 16) umożliwiająca przesunięcie poziomu sygnałów wejściowych.

Uwaga !!!

Wartości Xz' oraz X0 w równaniu błędu regulacji muszą zapewniać możliwości sprowadzenia do zera błędu regulacji.

Blok obliczeń błędu regulacji kontroluje również wartość błędu.

Regulator posiada możliwość sygnalizacji przekroczenia dopuszczalnych technologicznie parametrów.

Uwaga !!!

Nastawa 20 ustawiona na wartość 3 lub 4 wyprowadza w miejsce sygnalizacji przekroczenia wyjście trój stanowe regulatora.

Parametr RODZAJ_SYGNALIZACJI (nastawa 15) umożliwia wybór sygnalizowanego przekroczenia.

I tak dla wartości parametru:

- 0 - sygnalizowane jest przekroczenie zadanej strefy błędu regulacji (nastawa 7 - SYGNALIZACJA PRZEKROCZENIA BŁĘDU)
- 1 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X1
- 2 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X2

W przypadku, gdy wartość błędu jest większa niż określona nastawą 7 - SYGNALIZACJA PRZEKROCZENIA BŁĘDU lub osiągnięte zostało ograniczenie górne wybranego sygnału wejściowego regulator sygnalizuje to na listwie zaciskowej zwarcie styków (10c - 10a WYT1-).

W przypadku gdy wartość błędu jest ujemna i mniejsza niż określona nastawą 7 strefa sygnalizacji przekroczenia błędu regulacji (ze znakiem ujemnym) lub osiągnięte zostało ograniczenie dolne wybranego sygnału wejściowego regulator sygnalizuje to na listwie zaciskowej L - zwarcie styków (10c - 12a WYT1+)

Sygnalizator przekroczenia błędu regulacji posiada histerezę o stałej szerokości 1% błędu regulacji.

Sygnalizator przekroczenia ograniczeń sygnału wejściowego posiada histerezę o stałej szerokości 0.5% sygnału.

Na etapie konfiguracji określa się również działanie regulatora (nastawa 10 - PROSTE lub ODWROTNE).

Działaniu prostemu regulatora odpowiada równanie błędu regulacji:

$$\text{bład} = X1' + X2' + \text{STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI} - X0 * Xz'$$

Działaniu odwrotnemu:

$$\text{bład} = X0 * Xz' - (X1' + X2' + \text{STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI})$$

gdzie: X0 jest określonym nastawą 11 zadany stosunkiem.

Utrata wiarygodności przez którekolwiek wejście (patrz rozdział 3.1) jest sygnalizowana zapaleniem diody BŁĄD, po czym następuje (kontrolowane przez procesor) przejście na POZIOM BEZPIECZNY.

W przypadku zniknięcia przyczyny awarii (sygnał wejściowy wiarygodny) procesor przejmuje kontrolę i kontynuuje realizację algorytmu regulacji. Przejście na POZIOM BEZPIECZNY (nie kontrolowane przez procesor) następuje również w przypadku:

- awarii regulatora
- sygnału zewnętrznego - "Poziom Bezpieczny" Listwa zaciskowa (32c - 32a WEPB)

W tych dwu przypadkach regulator również nie potrafi przejąć sterowania aż do usunięcia przyczyny:

- wymiany, naprawy regulatora,
- zaniku rozkazu zewnętrznego "Poziom Bezpieczny".

W regulatorze możliwe jest przejęcie sterowania ręcznego przez operatora ze stacyjki wbudowanej w regulator. W przypadku wciśnięcia przycisku A/R (praca w trybie R) lub w przypadku przejścia na poziom bezpieczny z dowolnej przyczyny możliwe jest sterowanie ręczne.

W przypadku, kiedy regulator został wprowadzony w tryb pracy ręcznej "R" lub kiedy nastąpiło przejście na POZIOM BEZPIECZNY z przyczyny innej niż "awaria regulatora", procesor jednostki centralnej śledzi wartość wyjściową zadaną żółtymi przyciskami + i -. Zapewnia to w przypadku powrotu do pracy w trybie automatycznym "A" bez uderzeniowe włączenie regulatora.

W czasie pracy automatycznej regulator kontroluje przekroczenie przez sygnał wyjściowy zadanego na etapie konfiguracji poziomu ograniczenia (górnego i dolnego) (nastawy 8 i 9). W przypadku przekroczenia któregokolwiek poziomu ograniczenia (górnego lub dolnego) zmieniany jest algorytm obliczania stanu integratora tak by wyjście regulatora pozostało na poziomie ograniczenia. Ograniczenia sygnału wyjściowego PID działają programowo tzn. również w wykonaniu regulatora bez wyjścia ciągłego.

WYJŚCIE TRÓJSTANOWE REGULATORA.

Prawidłowe działanie regulatora z wyjściem trójstanowym (nastawa 20 RODZAJ WYJŚCIA ma wartość 1-WYT2 lub 3-WYT1) wymaga doprowadzenia do wejścia Xs regulatora sygnału zwrotnego, pochodzącego z przetwornika położenia organu wykonawczego. Wejście Xs' może zostać "odwrócone" tzn. do dalszych obliczeń w miejsce Xs' podstawiona zostanie wartość (100%-Xs'). Sposób interpretacji wejścia Xs' określa nastawa 38.

Istotnymi parametrami dla regulacji trój stanowej są:

nastawa 5 - STREFA NIECZUŁOŚCI

nastawa 6 - STREFA HISTEREZY

Błąd regulatora trój stanowego określony jest wzorem:

$$Bt = Xs' + (YPID - 100\%)$$

gdzie :

Bt - błąd regulatora trój stanowego

Xs' - wartość sygnału zwrotnego pochodząca z przetwornika położenia organu wykonawczego.
YPID - wartość wyjściowa ciągłego regulatora PID

Uwaga !!!

We wzorze tym wielkości Xs' i YPID wyrażone są w %. Gdy błąd regulatora trój stanowego jest większy niż przeliczona na wartości bezwzględne STREFA NIECZUŁOŚCI, załączane jest wyjście WYT+ (12c-14a WYT2+ lub 10c-12a WYT1+), natomiast gdy błąd jest mniejszy niż STREFA NIECZUŁOŚCI załączane jest wyjście WYT- (12c-14c WYT2- lub 10c-10a WYT1-).

W przypadku ustawienia nastawy 20 na wartość 2-WYT2 lub 4-WYT1 (q_ trójstanowe) regulator pracuje bez sprzężenia z obiektem (bez podłączenia do wejścia Xs sygnału zwrotnego od położenia organu wykonawczego).

Uwaga !!!

W przypadku pracy regulatora bez sprzężenia z obiektem (nastawa 20 = 2 lub 4) ograniczenie górne (nastawa 8) powinno być ustawione na wartość 100% a ograniczenie dolne (nastawa 9) na wartość 0%.

Zarówno w przypadku pracy bez sprzężenia z obiektem jak też i przy pracy ze sprzężeniem Xs istotne jest ustawienie nastaw 23, 24 i 25.

Sposób oddziaływania tych parametrów na pracę regulatora jest następujący:

Nastawy 23 i 24 są ze sobą związane i wspólnie zmieniają działanie regulatora. Ustawienie nastawy 23 na wartość mniejszą niż 0,2 sek powoduje "normalne" działanie regulatora. W przypadku ustawienia nastawy 23 na wartość większą niż 0,2 sek. włączany jest dodatkowy układ impulsujący.

Jego działanie polega na tym, że przy błędzie regulacji większym niż 15% układ impulsujący nie działa (działanie układu wyjścia trój stanowego jest takie jak bez włączonego układu impulsatora), natomiast przy błędzie regulacji mniejszym niż 15% impulsator zaczyna działać. Nastawy 23 i 24 określają jego działanie zgodnie ze swoimi nazwami tzn. nastawa 23 zapewnia czas przerwy pomiędzy impulsami, nastawa 24 maksymalny czas trwania impulsów sterujących organem wykonawczym (czas ten może zostać skrócony kiedy odchylenie od położenia optymalnego jest niewielkie).

Uwaga !!!

Włączenie układu impulsującego może zniekształcać charakterystykę PID regulatora.

W każdym układzie regulacji trój stanowej (niezależnie od wartości nastaw 20, 23 i 24) niezbędne jest prawidłowe ustawienie nastawy 25 - CZAS PRZESTAWIENIA SIŁOWNIKA. Czas ten określa przejście organu wykonawczego od położenia 0% do położenia 100% wykorzystywanego zakresu regulacji. Przykładowo: jeśli siłownik ma czas przejścia pomiędzy skrajnymi położeniami 60 sek., a rzeczywisty zakres roboczy wynosi od 20% (prąd Xs=0mA) do 80% (prąd Xs=20mA) to CZAS PRZESTAWIENIA SIŁOWNIKA wynosi $(80\%-20\%)/100\%*60\text{sek}=36\text{sek}$.

Wyjściowy sygnał ciągły jest wyprowadzony na listwę zaciskową (16c - 16a WYAN). Wyjściowy sygnał posiada również definiowany próg (0 lub 4 mA) - nastawa 21. Nastawa 22 umożliwia podłączenie regulatora do urządzenia wykonawczego o działaniu odwrotnym (20mA - 0% 0(4mA) -100%).

Uwaga !!!

Dla prawidłowego działania układu regulacji niezbędne jest prawidłowe określenie nastawy 20 - RODZAJ WYJŚCIA.

Linia "B" (-20% ÷ +20%) może pokazywać:

- wartość błędu regulacji,
- zmianę sygnału X1'+X2',

O tym co przedstawia linia -20% ÷ +20% decyduje nastawa 31.

W przypadku gdy błąd przekracza +20% zapalają się trzy diody w pobliżu wielkości +20%. W przypadku, gdy błąd jest mniejszy niż -20% zapalają się trzy diody w pobliżu wielkości -20%

Wyświetlacz cyfrowy "A" pokazuje w zakresie od 0 do 100% wartości:

- wartość X0,
- wejście X1,
- wejście X2,
- 00 (brak wejścia X3 w regulatorze stosunku)
- wejście Xz,
- wejście Xs,
- wejście Xs',
- wyjście Y,

O tym co przedstawia wyświetlacz "A" decyduje nastawa 27. Nastawy 28 i 29 określają granice wyświetlanej na wyświetlaczu wielkości.

0% wartości odpowiada nastawie 28, 100% nastawie 29.

Wyświetlacz cyfrowy "C" może przedstawiać wartości:

- wartość X0,
- wejście X1,
- wejście X2,
- 0.00 (brak wejścia X3 w regulatorze stosunku)
- wejście Xz,
- wejście Xs,
- wejście Xs_symulowane
- wyjście Y,
- błąd regulacji,
- przetworzone wejście X1',
- przetworzone wejście X2',
- 0.00 (brak wejścia X3 w regulatorze stosunku)

O tym co przedstawia wskaźnik cyfrowy decyduje nastawa 30.

Wskaźnik cyfrowy może przedstawiać wymienione wielkości w rozmaity sposób:

- w %,
- w jednostkach fizycznych,
- w jednostkach naturalnych,

O tym w jaki sposób przedstawiane są wielkości na wskaźniku cyfrowym decyduje nastawa 32.

Jednostki naturalne określone są następująco: dla wartości zewnętrznych (wejścia Xi oraz wyjście ciągłe Y) - mA, dla pozostałych (X0 i błąd regulacji) - %.

Jednostki fizyczne określone są poprzez granicę dolną i górną (nastawa 33 i 34). Granice te odpowiadają dolnemu 0% i górnemu 100% zakresowi wartości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym.

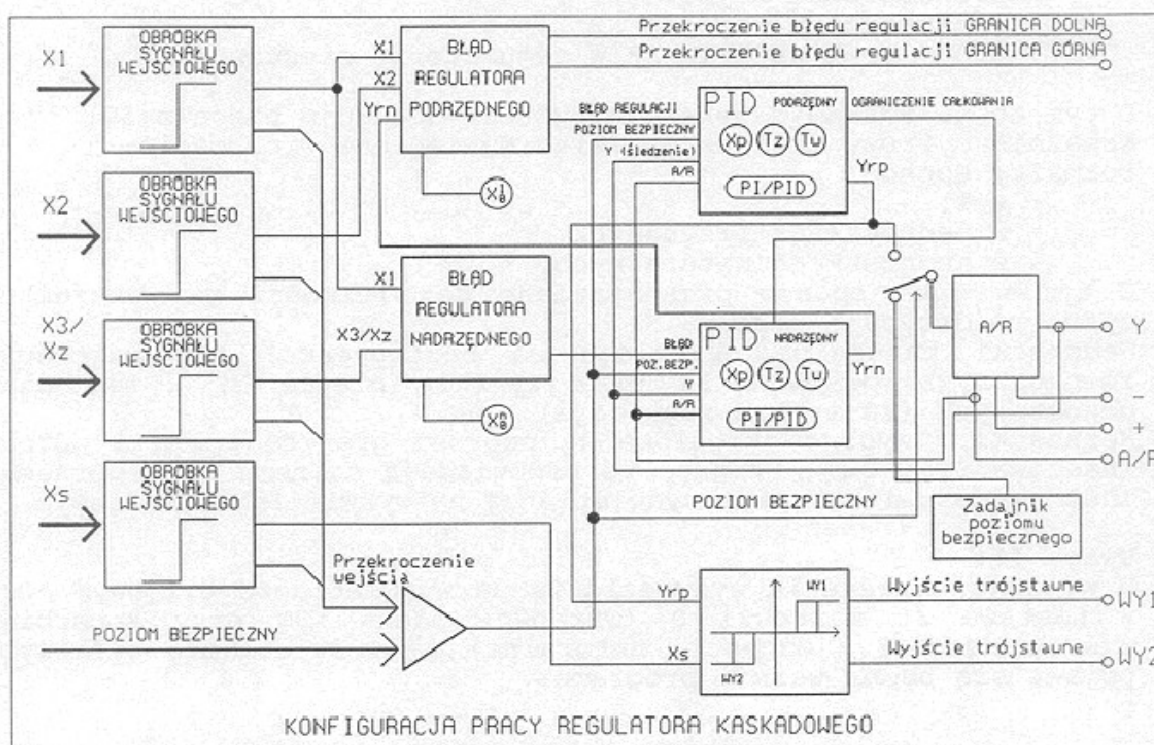
Uwaga !!!

W wypadku określenia wyświetlania na wyświetlaczu cyfrowym "C" - nastawa 30 wartości 0 (wartość zadana X0) przy sposobie wyświetlania 2 (jednostki naturalne) na wyświetlaczu cyfrowym pojawi się numer wersji programu.

3.4. Układ regulacji kaskadowej

Układ regulacji kaskadowej o wyjściu ciągłym z dodatkowym wyjściem trój stanowym. Na etapie konfiguracji należy ustawić żądane wartości nastaw od 0 do 81.

Logiczny schemat blokowy regulatora kaskadowego przedstawia rysunek nr 3.4.



Rys. nr 3.4. Konfiguracja pracy regulatora kaskadowego

Regulator posiada wejścia:

- X1
- X2
- X3
- Xz - zewnętrzna wartość zadana
- Xs - wejście zwrotne przetwornika położenia organu wykonawczego

Wejścia Xz i X3 występują w regulatorze kaskadowym alternatywnie, o tym które wejście jest zdefiniowane decyduje nastawa 70.

Wszystkie wejścia: X1, X2, X3 lub Xz, Xs zanim wezmą udział w procesie regulacji poddane są standardowej obróbce według rozdziału 3.1. Przetworzone sygnały X1', X2', X3', Xz',

Xs' trafiają do układu regulacji stało-wartościowej. Należy zwrócić uwagę na prawidłowe zdefiniowanie nastawy 70 (rodzaj wejścia X3/Xz). Na wszystkich wejściach kontrolowana jest wiarygodność sygnałów wejściowych. W przypadku, gdy którykolwiek sygnał okazuje się niewiarygodny, regulator załącza POZIOM BEZPIECZNY sygnału wyjściowego i przechodzi w tryb śledzenia.

Sygnały wejściowe X1', X2', X3'/Xz' są podawane do bloku obliczeń błędu regulacji (regulatora podrzędnego i nadrzędnego).

Na schemacie blokowym (rys. nr 3.4.) przedstawione jest przyporządkowanie sygnałów wejściowych regulatorom: podrzédnemu i nadrzédnemu. Do regulatora nadrzédnego przypisane są wejścia X1 i X3 lub Xz. Do regulatora podrzédnego - wejścia X1 i X2.

O tym do którego regulatora przy przyporządkowane jest wejście X1 decyduje nastawa 80 (PRZEŁĄCZNIK_X1).

Regulator kaskadowy jest zrealizowany całkowicie w fizycznie jednej sztuce regulatora MRC-03 (zawiera regulator podrzédny i nadrzédny).

Wszystkie niezbędne sprzężenia pomiędzy regulatorami są zrealizowane wewnątrz regulatora (tworzą przedstawiony na rys. 3.4. układ powiązań pomiędzy regulatorami).

- Pętla śledzenia obejmuje regulatory: podrzédny i nadrzédny.
- Stan pracy "A/R" obejmuje regulatory: podrzédny i nadrzédny.
- Przejście na POZIOM BEZPIECZNY działa bezpośrednio na styki z wyjściami fizycznymi regulatora, pośrednio - poprzez układ śledzenia (załączany sygnałem "Poziom Bezpieczny" na obydwa regulatory).
- Wyjście regulatora nadrzédnego jest podawane do bloku obliczeń błędu regulatora podrzédnego i stanowi wartość zadaną Xz tego regulatora. Nastawa 79 - ZNAK WYJŚCIA Yn określa znak zmiennej Yn (wyjście regulatora nadrzédnego) w równaniu błędu regulatora podrzédnego.
- Definiowane nastaw_70 (RODZAJ WEJŚCIA X3/Xz) wejście Xz ma znak określony nastawą 34 (ZNAK WEJŚCIA Xz). Wejście to oddziałuje na równanie błędu regulatora nadrzédnego.
- "Sygnał" OGRANICZENIE CAŁKOWANIA jest sygnałem zwrotnym z regulatora podrzédnego do nadrzédnego i mówi o osiągnięciu przez regulator podrzédny dolnej lub górnej granicy sygnału wyjściowego. W takiej sytuacji regulator nadrzédny wykonuje analizę aktualnej sytuacji i jeśli jego działanie powoduje dalsze pogorszenie warunków pracy regulatora podrzédnego zatrzymuje całkowanie na niezmiennym poziomie aż do zaniku "sygnału" OGRANICZENIE CAŁKOWANIA.

Błąd regulatora nadrzédnego określony jest wzorem:

$$\text{bł}dn = X0n + Xz' - (X1' + X3' + \text{STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI_N})$$

gdzie:

błdn - błąd regulatora nadrzédnego

X0n - wartość zadana regulatora nadrzędnego - (nastawa 76)

X1' - sygnał wejściowy

X3' - sygnał wejściowy

Xz' - zewnętrzna wartość zadana

STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI_N - stała (nastawa 81) pozwalająca na przesunięcie poziomu sygnałów wejściowych.

Uwagi !!!

1. Nastawa 41 - KIERUNEK X1 określa działanie wejścia X1':

PROSTE - X1' ,

ODWROTNE - 100%-X1', (w miejsce X1' we wzorze określającym

błąd regulatora nadrzędnego należy podstawić 100% - X1'.)

2. Wartości X3' i +Xz' występują alternatywnie zależnie od nastawy 70 - rodzaj wejścia X3/Xz.

Blok obliczeń błędu regulatora nadrzędnego wypracowuje sygnał sumy wejść sprzężenia z obiektem:

$$en = X1' + X3'$$

Suma **en** nie może przekroczyć 100% zakresu wartości błędów lub

$$X0 + Xz + STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI_N$$

Błąd regulatora podrzędnego określony jest wzorem:

$$błądp = X0p + Yn - (X1' + X2' + STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI)$$

gdzie:

błądp - błąd regulatora podrzędnego

X0p - wartość zadana regulatora podrzędnego (nastawa 11)

X1' - sygnał wejściowy

X2' - sygnał wejściowy

Yn - wartość wyjścia regulatora PID nadrzędnego

Uwaga !!!

Nastawa 41 - KIERUNEK X1 określa sposób działania wejścia X1': PROSTE - X1', ODWROTNE - 100%-X1', (w miejsce X1' we wzorze określającym błąd regulatora podrzędnego należy podstawić 100% - X1'.)

Blok obliczeń błędu regulatora podrzędnego wypracowuje sygnał sumy wejść sprzężenia z obiektem:

$$ep = X1' + X2'$$

Suma ep nie może przekraczać 100% zakresu wartości błąd lub $X0 + Yn + STAŁA_BŁĘDU_REGULACJI$.

Utrata wiarygodności przez którekolwiek wejście (patrz rozdział 3.1) jest sygnalizowana zapaleniem diody BŁĄD, po czym następuje (kontrolowane przez procesor) przejście na POZIOM BEZPIECZNY.

W przypadku zniknięcia przyczyny awarii - sygnał wejściowy wiarygodny - procesor przejmuje kontrolę i kontynuuje realizację algorytmu regulacji. Przejście na POZIOM BEZPIECZNY (nie kontrolowane przez procesor) następuje również w przypadku:

- awarii regulatora
- sygnału zewnętrznego - "Poziom Bezpieczny" Listwa zaciskowa (32c - 32a WEPB)

W tych dwu przypadkach regulator również nie potrafi przejąć sterowania aż do usunięcia przyczyny:

- wymiany, naprawy regulatora,
- zaniku rozkazu zewnętrznego "Poziom Bezpieczny".

Regulator posiada możliwość sygnalizacji przekroczenia dopuszczalnych technologicznie parametrów. Nastawa 15 - RODZAJ_SYGNALIZACJI umożliwia wybór sygnalizowanego przekroczenia.

I tak dla wartości parametru:

- 0 - sygnalizowane jest przekroczenie zadanej strefy błędu regulacji regulatora nadrzędnego (nastawa 7 - SYGNALIZACJA PRZEKROCZENIA BŁĘDU)
- 1 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X1
- 2 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X2
- 3 - sygnalizowane jest przekroczenie ograniczenia sygnału X3

W przypadku, gdy wartość błędu jest większa niż określona nastawą 7 - SYGNALIZACJA PRZEKROCZENIA BŁĘDU lub osiągnięte zostało ograniczenie górne wybranego sygnału wejściowego regulator sygnalizuje to na listwie zaciskowej zwarcie styków

(10c - 10a WYT1-).

W przypadku gdy wartość błędu jest ujemna i mniejsza niż określona nastawą 7 strefa sygnalizacji przekroczenia błędu regulacji (ze znakiem ujemnym) lub osiągnięte zostało ograniczenie dolne wybranego sygnału wejściowego regulator sygnalizuje to na listwie zaciskowej

L - zwarcie styków
(10c - 12a WYT1+).

Sygnalizator przekroczenia błędu regulacji posiada histerezę o stałej szerokości 1% błędu regulacji.

Sygnalizator przekroczenia ograniczeń sygnału wejściowego posiada histerezę o stałej szerokości 0.5% sygnału

Na etapie konfiguracji określa się również działanie regulatora - PROSTE lub ODWROTNE: nadrzędnego (nastawa 77) i podrzędnego (nastawa 10).

Działanie proste:

$$\text{bładn} = \text{sumaXi} - \text{sumaXZ}$$

$$\text{bładp} = \text{sumaXi} - \text{sumaXZ}$$

działanie odwrotne:

$$\text{bładn} = \text{sumaXZ} - \text{sumaXi}$$

$$\text{bładp} = \text{sumaXZ} - \text{sumaXi}$$

gdzie:

sumaXi - oznacza sumę przetworzonych sygnałów wejściowych

sumaXz - $X0N \pm Xz$, w regulatorze nadrzędnym

$X0 \pm Yn$ w regulatorze podrzędnym

W regulatorze możliwe jest przejęcie sterowania ręcznego przez operatora ze stacyjki wbudowanej w regulator. W przypadku wciśnięcia przycisku A/R (praca w trybie R) lub w przypadku przejścia na poziom bezpieczny z dowolnej przyczyny możliwe jest sterowanie ręczne.

W przypadku, kiedy regulator został wprowadzony w tryb pracy ręcznej "R" lub kiedy nastąpiło przejście na POZIOM BEZPIECZNY z przyczyny innej niż "awaria regulatora", procesor jednostki centralnej śledzi wartość wyjściową zadawaną przyciskami + i -. Zapewnia to w przypadku powrotu do pracy w trybie automatycznym "A" bez uderzeniowe włączenie regulatora.

W czasie pracy automatycznej regulator kontroluje przekroczenie przez sygnał wyjściowy zadanego na etapie konfiguracji poziomu ograniczenia (górnego i dolnego) (nastawy 8 i 9). W przypadku przekroczenia któregośkolwiek poziomu ograniczenia (górnego lub dolnego) zmieniany jest algorytm obliczania stanu integratora tak by wyjście regulatora pozostało na poziomie ograniczenia. Ograniczenia sygnału wyjściowego PID działają programowo tzn. również w wykonaniu regulatora bez wyjścia ciągłego.

WYJŚCIE TRÓJSTANOWE REGULATORA.

Prawidłowe działanie regulatora z wyjściem trój stanowym (nastawa 20 RODZAJ WYJŚCIA ma wartość 1-WYT2 lub 3-WYT1) wymaga doprowadzenia do wejścia Xs regulatora sygnału zwrotnego, pochodzącego z przetwornika położenia organu wykonawczego. Wejście Xs' może zostać "odwrócone" tzn. do dalszych obliczeń w miejsce Xs' podstawiona zostanie wartość (100%-Xs'). Sposób interpretacji wejścia Xs' określa nastawa 38.

Istotnymi parametrami dla regulacji trój stanowej są:

nastawa 5 - STREFA NIECZUŁOŚCI

nastawa 6 - STREFA HISTEREZY

Błąd regulatora trójstanowego określony jest wzorem:

$$Bt = Xs' + (YPID - 100\%)$$

gdzie :

Bt - błąd regulatora trój stanowego

Xs' - wartość sygnału zwrotnego pochodząca z przetwornika położenia organu wykonawczego.

YPID - wartość wyjściowa ciągłego regulatora PID

Uwaga !!!

We wzorze tym wielkości Xs' i YPID wyrażone są w %. Gdy błąd regulatora trój stanowego jest większy niż przeliczona na wartości bezwzględne STREFA NIECZUŁOŚCI, załączane jest wyjście WYT+ (12c-14a WYT2+ lub 10c-12a WYT1+), natomiast gdy błąd jest mniejszy niż STREFA NIECZUŁOŚCI załączane jest wyjście WYT- (12c-14c WYT2- lub 10c-10a WYT1-).

W przypadku ustawienia nastawy 20 na wartość 2-WYT2 lub 4-WYT1 (q_ trójstanowe) regulator pracuje bez sprzężenia z obiektem (bez podłączenia do wejścia Xs sygnału zwrotnego od położenia organu wykonawczego).

Uwaga !!!

W przypadku pracy regulatora bez sprzężenia z obiektem (nastawa 20 = 2 lub 4) ograniczenie górne (nastawa 8) powinno być ustawione na wartość 100% a ograniczenie dolne (nastawa 9) na wartość 0%.

Zarówno w przypadku pracy bez sprzężenia z obiektem jak też i przy pracy ze sprzężeniem Xs istotne jest ustawienie nastaw 23, 24 i 25.

Sposób oddziaływania tych parametrów na pracę regulatora jest następujący:

Nastawy 23 i 24 są ze sobą związane i wspólnie zmieniają działanie regulatora. Ustawienie nastawy 23 na wartość mniejszą niż 0,2 sek powoduje "normalne" działanie regulatora. W przypadku ustawienia nastawy 23 na wartość większą niż 0,2 sek włączany jest dodatkowy układ impulsujący. Jego działanie polega na tym, że przy błędzie regulacji większym niż 15% układ impulsujący nie działa (działanie układu wyjścia trój stanowego jest takie jak bez włączonego układu impulsatora), natomiast przy błędzie regulacji mniejszym niż 15% impulsator zaczyna działać. Nastawy 23 i 24 określają jego działanie zgodnie ze swoimi nazwami tzn. nastawa 23 zapewnia czas przerwy pomiędzy impulsami, nastawa 24 maksymalny czas trwania impulsów sterujących organem wykonawczym (czas ten może zostać skrócony kiedy odchylenie od położenia optymalnego jest niewielkie).

Uwaga !!!

Włączenie układu impulsującego może zniekształcać charakterystykę PID regulatora.

W każdym układzie regulacji trój stanowej (niezależnie od wartości nastaw 20, 23 i 24) niezbędne jest prawidłowe ustawienie nastawy 25 - CZAS PRZESTAWIENIA SIŁOWNIKA. Czas ten określa przejście organu wykonawczego od położenia 0% do położenia 100% wykorzystywanego zakresu regulacji. Przykładowo: jeśli siłownik ma czas przejścia pomiędzy skrajnymi położeniami 60 sek., a rzeczywisty zakres roboczy wynosi od 20% (prąd $X_s=0\text{mA}$) do 80% (prąd $X_s=20\text{mA}$) to CZAS PRZESTAWIENIA SIŁOWNIKA wynosi $(80\%-20\%)/100\%*60\text{sek}=36\text{sek}$.

Wyjściowy sygnał ciągły jest wyprowadzony na listwę zaciskową (16c - 16a WYAN). Wyjściowy sygnał posiada również definiowany próg (0 lub 4 mA) - nastawa 21. Nastawa 22 umożliwia podłączenie regulatora do urządzenia wykonawczego o działaniu odwrotnym (20mA - 0% 0(4mA) -100%).

Uwaga !!!

Dla prawidłowego działania układu regulacji niezbędne jest prawidłowe określenie nastawy 20 - RODZAJ WYJŚCIA.

Linia "B" (-20% ÷ +20%) może pokazywać:

- wartość błędu regulatora nadrzędnego,
- zmianę sumy sygnałów wejściowych $X1'+X3'$,
- wartość błędu regulatora podrzędnego,
- zmianę sumy sygnałów wejściowych $X1'+X2'$,

O tym co przedstawia linia -20% - +20% decyduje nastawa 31.

W przypadku gdy błąd przekracza +20% zapalają się trzy diody w pobliżu wielkości +20%. W przypadku, gdy błąd jest mniejszy niż -20% zapalają się trzy diody w pobliżu wielkości -20%.

Wyświetlacz cyfrowy "A" (0 ÷ 100%) pokazuje w zakresie od 0 do 100% wartości:

- wartość X0,
- wejście X1,
- wejście X2,
- wejście X3,
- wejście Xz,
- wejście Xs,
- wejście Xs_symulowane,
- wyjście Y,
- wyjście Yn,

O tym co przedstawia wyświetlacz "A" decyduje nastawa 27. Nastawy 28 i 29 określają granice wyświetlanej na wyświetlaczu wielkości.

0% wartości odpowiada nastawie 28, 100% nastawie 29.

Wyświetlacz cyfrowy "C" może przedstawiać wartości:

- wartość X0,
- wejście X1,
- wejście X2,
- wejście X3,
- wejście Xz,
- wejście Xs,
- wejście Xs_symulowane
- wyjście Y,
- błąd regulatora podrzędnego
- przetworzone wejście X1',
- przetworzone wejście X2',
- przetworzone wejście X3',
- wyjście Yn,
- błąd regulatora nadrzędnego

O tym co przedstawia wskaźnik cyfrowy decyduje nastawa 30.

Wskaźnik cyfrowy może przedstawiać wymienione wielkości w rozmaity sposób:

- w %,
- w jednostkach fizycznych,
- w jednostkach naturalnych,

O tym w jaki sposób przedstawiane są wielkości na wskaźniku cyfrowym decyduje nastawa 32.

Jednostki naturalne określone są następująco: dla wartości zewnętrznych (wejścia Xi oraz wyjście ciągłe Y) - mA, dla pozostałych (X0 i błąd regulacji) - %.

Jednostki fizyczne określone są poprzez granicę dolną i górną (nastawa 33 i 34). Granice te odpowiadają dolnemu 0% i górnemu 100% zakresowi wartości wyświetlanej na wyświetlaczu cyfrowym.

Uwaga !!!

W wypadku określenia wyświetlania na wyświetlaczu cyfrowym "C" - nastawa 30 wartości 0 (wartość zadana X0) przy sposobie wyświetlania 2 (jednostki naturalne) na wyświetlaczu cyfrowym pojawi się numer wersji programu.