

# Cyfrowy regulator ciśnienia, część 2

W tym artykule kończymy opis cyfrowego regulatora ciśnienia, o niebanalnej konstrukcji z czym zapewne zgodzą się uważni Czytelnicy EP.

Przedstawiamy opis szczegółów związanych z uruchomieniem i kalibracją regulatora.



**Projekt  
090**

mosfer) 20 mA ( $I_{MAX}$ ). Ponieważ zastosowano 8-bitowy przetwornik A/C, maksymalnie można uzyskać 256-stopniową rozdzielczość wartości ciśnienia. Jeżeli założymy rozdzielczość wskazań równą 0,005MPa (5kPa), to „zużyjemy“ wówczas  $N_W$  stopni rozdzielczości przetwornika A/C:  $N_W=1MPa/0,005Pa=200$ .

Następnie obliczymy wartość prądu przypadającą na jednostkę rozdzielczości przetwornika, zgodnie ze wzorem:  $I_{IRP}=(I_{MAX}-I_0)/N_W=0,08mA$ .

## Programowanie pamięci wyświetlacza PW

Programowanie pamięci rozpoczynamy od pamięci wyświetlacza PW, w której należy zapisać charakterystykę przetwornika ciśnienia.

W naszym przykładzie będzie to przetwornik o zakresie pomiarowym 0..1MPa z wyjściem prądowym 4..20mA. Oznacza to, iż przy ciśnieniu atmosferycznym prąd wyjściowy przetwornika będzie wynosił 4mA ( $I_0$ ), a przy ciśnieniu 1MPa (10 at-

Tab. 3.

Wyjście cyfrowe przetwornika A/C (dziesiętnie)	Wskazania wyświetlacza	Znaczenie	Uwagi
0 ÷ 40	CC	Awaria - prąd w pętli pomiarowej mniejszy niż 3,2 mA	Następuje zablokowanie pompy PU
41 ÷ 49	CC 9 ÷ 1	Wartość ujemnej odchyłki od zera	Do kalibracji przetwornika
50 ÷ 249	0 ÷ 995	Wskazania ciśnienia (co 5 kPa)	
250 ÷ 255	CCC	Przekroczenie zakresu pomiarowego	

**Tab. 4.**

Adresy pamięci		Wyjście danych pamięci PW								Heksadecymalnie			
		Binarnie				Część pozycyjna							
		Część znakowa	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1		D0		
A1	A0												
0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	A9
0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	BA
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	08
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	08

Następnie obliczymy liczbę stopni  $N_0$  rozdzielczości przetwornika A/C przypadających na niezwiązany z samym pomiarem prąd zerowy przetwornika ciśnienia ( $I_0=4mA$ ):  $N_0=I_0/I_{IRP}=50$  oraz sprawdzimy czy 8-bitowy przetwornik zapewni nam założoną rozdzielczość:  $N_W+N_0=250<256$ . Okazało się więc, że zmieściliśmy się w rozdzielczości 8-bitowego przetwornika A/C, a nawet mamy mały zapas. Mapa pamięci wyświetlacza PW (US2) została przedstawiona w Tabeli PW. Skrótowy opis mapy przedstawia **tab. 3**.

Zbyt mała wartość prądu w pętli pomiarowej (poniżej 3,2mA) jest uznawana za sytuację awaryjną - rozerwanie linii. Na wyświetlaczu pojawia się odpowiedni symbol, a pompa uzupełniająca PU jest utrzymywana w stanie wyłączenia. Do blokowania pompy wykorzystuje się wyjście D3 pamięci PW (US2), które za pomocą negatora OC (US13/C) zwierza kondensator C11 do masy. W tym też celu bajty wyświetlające symbol przerwy mają budowę przedstawioną w **tab. 4**.

Jak można zauważyć, pamięć wyświetlacza podzielono na czterobajtowe grupy, w których każdy bajt odpowiada za jedną z cyfr wyświetlacza. I tak zapis:

- \*1 - dotyczy najmniej znaczącej cyfry,
- \*2 - dotyczy cyfry środkowej,
- \*4 - dotyczy najbardziej znaczącej cyfry,
- \*8 - steruje awaryjnym wyłączeniem pompy PU, gdzie \* oznacza znak do wyświetlenia.

**Pamięć regulatora PR**

Zadaniem pamięci regulatora jest wytworzenie na wyjściu danych 8-bitowej liczby z zakodowaną informacją

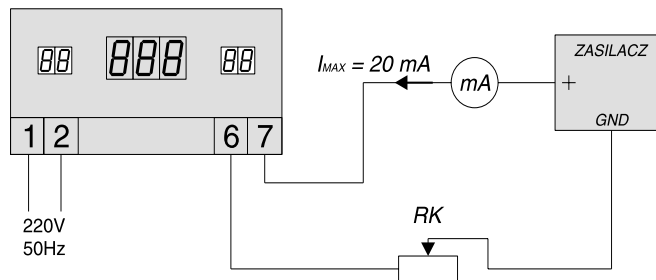
o nastawach i wartości histerazy, które zostały doprowadzone do jej wejść adresowych (12 bitów).

Mapa pamięci PR jest tworzona na podstawie charakterystyki przetwornika A/C. Sposób jej tworzenia zostanie pokazany na przykładzie. Dla przejrzystości wszystkie wartości w **tab. 5** są podane w postaci dziesiętnej.

Ponieważ do ustawienia punktów pracy zaworu i pompy zastosowano nastawniki złożone z dwóch segmentów, to nastawy można wykonywać z rozdzielczością do 0,01MPa (10kPa). Ustawiając na nastawniku dla pompy punkt pracy równy 20kPa i histerezę His=0, musimy zgodnie z tabelą wygenerować na wyjściu pamięci PR liczbę 54, gdyż taka jest wartość otrzymana z przetwornika A/C dla tego ciśnienia. Jeżeli zmienimy histerezę na His=5kPa, to na wyjściu pamięci PR otrzymamy liczbę 55 dla histerezy dodatniej i liczbę 53 dla ujemnej. Z kolei ustawiając His=10kPa otrzymamy liczbę 56 i 52. Znak histerezy ustalany jest w zależności od stanu, w jakim znajduje się przekaźnik wyjściowy. Gdy jest on wyłączony, to dla pompy musi być to histereza ujemna, gdyż załączenie jej następuje kiedy ciśnienie równe jest wartości nastawionej na na-

**Tab. 5.**

Ciśnienie A/C	Wyjście x 10kPa	Nastawniki His 0	Wyjście PR His -5kPa	Wyjście PR His +5kPa	Wyjście PR His -10kPa	Wyjście PR His +10kPa	Wyjście PR
0	50	00	00	00	00	00	00
5kPa	51						
10kPa	52	01	52	51	53	50	54
15kPa	53						
20kPa	54	02	54	53	55	52	56
25kPa	55						
30kPa	56	03	56	55	57	54	58
35kPa	57						
40kPa	58	04	58	57	59	56	60



Rys. 7.

stawniku minus wartość histerezy (dla zaworu jest odwrotnie). Do sterowania znakiem histerezy wykorzystuje się wyjścia Q układów US10 i US11.

Minimalna histereza dla His=0 wynosi +5kPa, dlatego ustawiając np. wartość histerezy His=15kPa należy się liczyć z tym, że będzie ona w rzeczywistości wynosiła od -15kPa do +20kPa.

**Montaż i kalibracja**

Regulator najlepiej zamontować w obudowie panelowej. Niestety, na rynku bardzo trudno dostać takie obudowy w rozsądnej cenie. Dlatego też płytka regulatora została dopasowana do obudowy po starym mierniku analogowym. Na płycie czołowej regulatora znajduje się wyświetlacz cyfrowy i elementy nastawcze. Kalibrację wykonuje się w układzie przedstawionym na **rys. 7**.

Procedura kalibracji powinna przebiegać następująco:

Za pomocą rezystora RK należy ustawić wartość prądu równą 4 mA.

Potencjometrem RH1 (we wnętrzu regulatora) należy ustawić wartość 0 na wyświetlaczu cyfrowym.

Zwiększamy prąd do wartości 19,2mA i tak kręcimy potencjometrem RH1, aby na wyświetlaczu uzyskać wskazanie „995“.

Powtórnie ustawiamy wartość prądu na 4 mA, co powinno spowodować wyświetlenie „0“.

Jeżeli tak się stało, to kalibracja jest skończona. Gdyby nie udało się uzyskać dla jednego ustawienia potencjometru RH1 powyższych wskazań na wyświetlaczu, to winę za to może ponosić nieliniowość przetwornika A/C. W takim przypadku należy zdjąć charakterystykę przetwornika doświadczalnie i odpowiednio do niej zmodyfikować zawartości pamięci PW i PR.

Wykorzystując układ do kalibracji należy sprawdzić działanie regulatora dla różnych nastaw i wartości histerezy.

**Uwagi końcowe**

W regulatorze można wykorzystać dowolne pamięci z wyjściem równoległym, przy czym pamięć wyświetlacza PW (US2) musi posiadać minimum 10 wejść adresowych (np. 2716, 28C16), a pamięć regulatora PR (US3) 12 wejść (2764).

Przedstawione rozwiązanie sterownika ciśnienia jest sprawdzone podczas wieloletniej bezawaryjnej pracy w różnych miejscach, takich jak węzły ciepłownicze i instalacje sprężonego powietrza.

**Mariusz Dulewicz,**  
dulewicz@poczta.wp.pl