

STUDIUM REGULATORA JEDNOKANAŁOWEGO

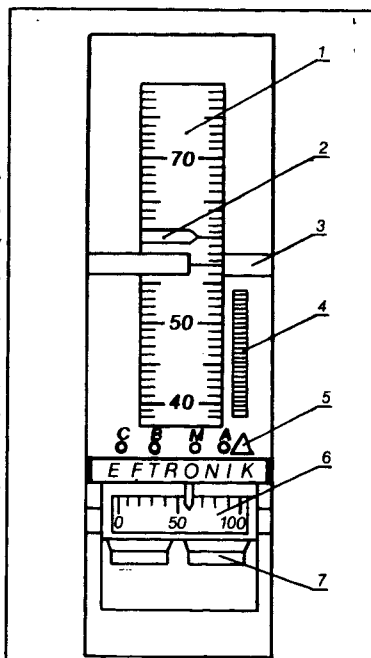
W pracy porównano parametry elektryczne, wygląd zewnętrzny, realizowane funkcje oraz sposób programowania elektronicznych regulatorów jednokanałowych kilku wybranych firm.

1. WSTĘP

W okresie ostatnich kilku lat obserwuje się postępującą unifikację aparatury automatyki produkowanej przez renomowane firmy. Unifikacja ta dotyczy również aparatury sterowniczej, w szczególności małych regulatorów aparaturowych, umownie nazywanych regulatorami jednokanałowymi.

Regulatory różnych firm są do siebie podobne jeśli chodzi o zakres realizowanych funkcji, wygląd zewnętrzny, gabaryty i parametry elektryczne oraz sposób programowania. Pewne różnice są natomiast widoczne w budowie płyty czołowej (rys. 2-6). Podobieństwo konstrukcji regulatorów jednokanałowych pozwala określić regulator "typowy". Aparat ten przypomina klasyczny regulator analogowy — co jest zrozumiałe, ponieważ zespół dobrze określonych i sprawdzonych funkcji jest realizowany za pomocą taniego sprzętu cyfrowego o dużych możliwościach. Aparat ten jest zwykle elementem większego systemu złożonego ze stacji operatorskiej (komputera) i innych aparatów (również innych typów) połączonych ze sobą szeregową magistralą komunikacyjną.

Celem niniejszej pracy jest podanie krótkiej charakterystyki typowego regulatora jednokanałowego.



1 — ruchoma taśma ze skalą, 2 — wskazówka uchybu, 3 — zielona linia wyznaczająca zero uchybu i wartość zadaną na skali, 4 — pokrętko wartości zadanej przesuwające skalę, 5 — przełącznik rodzaju pracy, 6 — miernik sygnału wyjściowego, 7 — przyciski sterowania ręcznego

Rys. 1. Płyta czołowa klasycznego regulatora analogowego EFTRONIK firmy MERA-PNEFAL (Lic. Honeywell)

2. PODSTAWOWE DANE TYPOWEGO REGULATORA

Przedstawiono dane regulatora w konfiguracji minimalnej. Producenci oferują różne ilości wejść i wyjść analogowych oraz pomocniczych binarnych. Liczba wejść/wyjść analogowych jest zwykle rzędu kilku (typowo 4), przy czym rozbudowa aparatu do konfiguracji maksymalnej jest oferowana jako opcja w postaci dodatkowych kart.

Wymiary:

plyta czołowa (mm)	72 x 144 (typowo), 48 x 96, 96 x 96
głębokość (mm)	150—250

Stopień ochrony płyty czołowej — najmniej IP 50 (folia)

Zasilanie:

- 110, 220 V AC; 50 Hz (sieć)
- 24 V DC (niestabilizowane)
- pobór mocy — $10 \div 20$ W

Sygnały analogowe:

2 wejścia, 1 wyjście jako minimalna liczba we/wy potrzebna do realizacji regulatora kaskadowego w jednym aparacie

we/wy standardowe

prądowe — $0/4 \div 20$ mA

napięciowe — $0 \div 10$ V, $0 \div 1$ V (typowo unipolarne, rzadziej biopolarne)

rozdzielczość — najmniej 10 bitów

czas przetwarzania — kilkadziesiąt ms (integracja)

wejścia temperaturowe — dla termopar, termorezystorów i termoelementów,

wejścia ciśnieniowe — niedługo staną się standardem tak jak we temperaturowe

Sygnały binarne:

2 wejścia, 2 wyjścia w logice HTL (np. 24 V, 0.5 A) z zabezpieczeniem oraz z izolacją galwaniczną służące do obsługi alarmów zmiennej procesy (dolnego i górnego).

Szeregowa magistrala komunikacyjna:

w jednym ze standardów RS232, RS422, RS485 (coraz częściej),

pętla prądowa 4/20 mA

umiarkowana szybkość transmisji, zwykle mniejsza niż 20 kb/s.

3. PŁYTA CZOŁOWA REGULATORA

Płyta czołowa regulatora może zawierać, w zależności od producenta, mniej lub więcej przycisków i wskaźników, jednak sposób ich oznaczania oraz użycia jest bardzo podobny w różnych konstrukcjach. Zostanie tutaj krótko przedstawiona "oszczędna" płyta

czołowa regulatora wzorowana na rozwiązaniu użytym w modelu SIPART DR 20 firmy Siemens. Rozwiązanie to jest sensownym kompromisem między "oszczędnością" wystroju płyty a prostotą i logiką obsługi oraz programowania regulatora.

Płyta czołowa regulatora składa się z zespołu wyświetlaczy i przycisków.

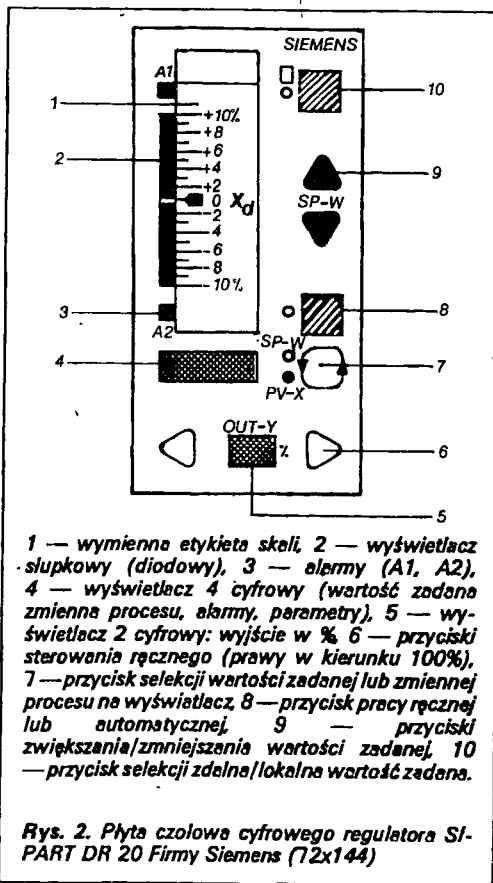
● Wskaźniki:

- wskaźnik uchybu — diodowy, słupkowy, 21 pozycji (dokładność bezwzględna 5%),
- wyświetlacz cyfrowy 4 pozycyjny — wskazuje wartość zadaną lub wartość zmiennej procesu, w trakcie programowania wskazuje wartość parametrów,
- wyświetlacz cyfrowy 2 pozycyjny — wskazuje wartość wyjścia regulatora w procentach, w trakcie programowania wskazuje stan przełączników programowych
- diody sygnalizacyjne — alarmy, lokalna/zdalna wartość zadana, sterowanie ręczne, SP lub PV na wyświetlaczu.

● Przyciski:

- zdalna/lokalna wartość zadana,
- praca ręczna/automatyczna,
- SP/PV na wyświetlaczu, służy również do aktywacji procedury programowania i testowania,
- 2 przyciski zwiększania/zmniejszania lokalnej wartości zadanej Δ ∇ ,
- 2 przyciski zwiększania/zmniejszania wyjścia regulatora przy pracy ręcznej \triangleleft \triangleright ,
- przyciski typu " Δ " działają w ten sposób, że szybkość zmian "przewijania" zależy od czasu wciśnięcia; dłuższe wciśnięcie powoduje szybsze zmiany eksponentalnie ("zgrubne" i "dokładne" ustawienie liczby); przyciski " Δ " służą w fazie programowania do ustawienia dokładnych wartości parametrów.

Zauważmy, że opisana płyta czołowa regulatora jest nieprzypadkowo istotnie podobna do płyty czołowej klasycznego regulatora analogowego. Zwracamy



uwagę na to, że niektóre przyciski mają kilka niestandardowych znaczeń w zależności od sposobu ich użycia. Ma to znaczenie w fazie programowania aparatu.

4. SPOSÓB PROGRAMOWANIA REGULATORA

Sposób programowania aparatu powinien być możliwie prosty i naturalny. W przypadku regulatora używanie rozbudowanych klawiatur wraz ze specjalizowanymi "językami" programowania jest niecelowe. Sensowne jest natomiast interaktywne programowanie regulatora przez podanie parametrów (liczb) określonego zestawu procedur (bloków) przechowywanych w pamięci wewnętrznego komputera. Procedurą może być np. algorytm regulacji, algorytm linearyzacji lub filtracji danych pomiarowych czy też program obsługi łącza szeregowego. Parametry określają sposób działania danej procedury — są to np. nastawy algorytmu regulacji czy też, w przypadku transmisji szeregowej, podanie typu transmisji (prądowa/napięciowa), jej szybkość i struktury danych.

Faza programowania dzieli się zwykle na dwa etapy:

- etap pierwszy, nazywany konfiguracją, służy do wyboru oraz określenia kolejności wykonywanych procedur, konfiguracji dokonuje się przez odpowiednie ustawienie tzw. przełączników programowych,
- etap drugi, nazwany parametryzacją, służy do określenia wartości liczbowych wszystkich niezbędnych parametrów.

Zestaw procedur bazowych można rozbudowywać. Jeżeli niezbędne jest użycie jakiejś procedury niestandardowej (np. skomplikowana zależność logiczna pomiędzy wejściami i wyjściami binarnymi), można ją zawsze zaprogramować przy użyciu stacji operatora i przesłać łączem transmisji do pamięci regulatora.

Programowanie aparatu nie odbywa się często. Można zatem utrudnić nieco manualną stronę programowania używając uboższego zestawu klawiszy, nadając im jednocześnie kilka znaczeń. Unika się w ten sposób konieczności użycia ukrytych przycisków zezwalających na programowanie aparatu (wysuwana płyta czołowa). Funkcję tych przycisków pełni zwykle specyficzna kombinacja zwykłych przycisków płyty czołowej.

Aparat musi mieć również możliwość bezpośredniego programowania z płyty czołowej (programowanie przy użyciu stacji operatora jest niejako dodatkowe). Wynika to stąd, że regulator musi być aparatem w pełni samodzielnym (małe systemy).

5. REZERWA APARATOWA

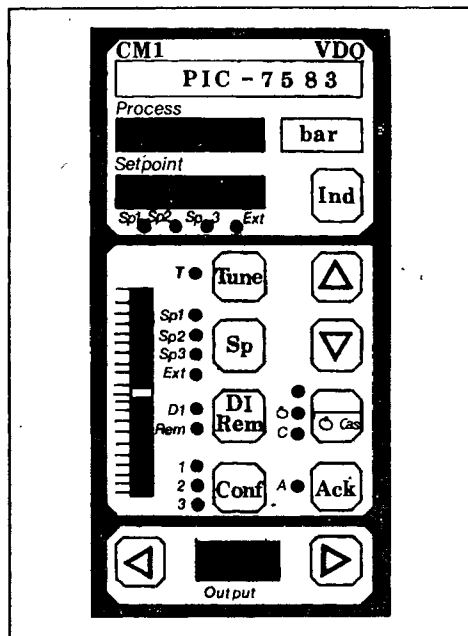
Problem niezawodności jest problemem rzadko poruszonym w publikacjach firmowych. Niewątpliwie, stosowanie układów scalonych wielkiej skali integracji, wykonanych w energooszczędnych i odpornych na różne zakłócenia elektryczne technologiach (np. CMOS), samo w sobie podnosi niezawodność aparatu ze względu na uproszczenie konstrukcji płyt i mniejsze problemy z odprowadzeniem ciepła, niemniej nie wyczerpuje to problemu do końca. Przy odpowiednio niskiej cenie aparatu sensowne jest stosowanie dodatkowego aparatu jako rezerwy dla kilku innych.

Aparat rezerwowy musi mieć możliwość śledzenia określonych (np. wszystkich) wejść i przejęcia kontroli nad odpowiednimi wyjściami. Dla realizacji tej drugiej funkcji potrzebny jest prosty zewnętrzny multiplexer, który sam w sobie musi być urządzeniem bardzo niezawodnym. Procedura załączenia aparatu rezerwowego jest, przynajmniej werbalnie, prosta. Regulator, który stwierdza awarię musi być jeszcze w stanie wysłać łączem transmisji (wprost lub poprzez stację operatora) informację do aparatu rezerwowego, w której musi być podany jego identyfikator oraz aktualny stan wyjść. Informacja ta pozwala aparatowi rezerwowemu dokonać bezuderzeniowej komutacji zagrożonych wyjść i nadal kontynuować proces regulacji pod warunkiem, że zna on parametry algorytmu regulatora (np. wprowadzone uprzednio dla wszystkich regulatorów objętych rezerwą), który uległ awarii. Np. awarię zasilania procesor może wykryć testując napięcia zasilające i dysponując względnie małą rezerwą energetyczną (bateria, kondensator) wysłać meldunek o awarii na zewnątrz. Dużo bardziej niebezpieczna w skutkach i trudniejsza do wykrycia jest awaria samego procesora. Wykrycie takiej awarii i wysłanie odpowiedniego meldunku wymaga istnienia drugiego procesora — warunek ten jest w sposób naturalny spełniony w architekturze dwuprocessorowej (procesor centralny i procesor komunikacyjny).

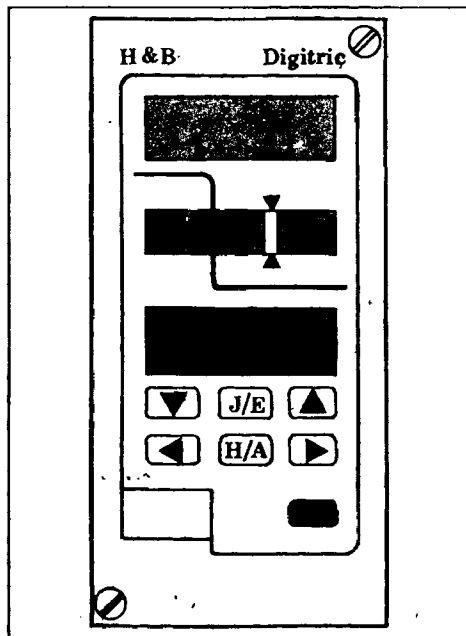
Fakt awarii określonego aparatu jest względnie prosto wykryć za pomocą stacji operatora procesu. Stacja ta musi cyklicznie zapytywać o stan wszystkie aparaty w systemie. Brak odpowiedzi (lub odpowiedź bez sensu) jest właśnie sygnałem awarii. W procedurze tej istotne jest, że stacja dowiaduje się o awarii aparatu już po fakcie — nie eliminuje to więc wystąpienia chwilowych, złych sterowań w procesie. Ponadto, aby przełączyć bezuderzeniowo aparat rezerwowy, stacja musi znać aktualny stan wyjść aparatu popsutego. Jest to oczywiście możliwe wtedy, gdy śledzi ona te wyjścia — wymaga to jednak dodatkowego odpowiednio niezawodnego, sprzętu lub ciągłego raportowania stanu wyjść wszystkich aparatów łączem transmisji.

6. UWAGI KONSTRUKCYJNE

a. Wewnętrzny komputer aparatu może mieć architekturę jednoprosesorową lub wieloprosesorową. W pierwszym przypadku używany jest procesor o większej mocy obliczeniowej (np. 80C188 dla regulatora CM1 firmy VDO), w przypadku drugim można użyć kilku mikrokomputerów jednoukładowych (np. Intel MCS52 w regulatorze SIPART). W aparacie można wydzielić 4 podstawowe moduły funkcjonalne: jednostki centralnej, komunikacyjny, płyty czołowej oraz we/wy fizycznych.



Rys. 3. Płyta czołowa 4-kanalowego regulatora cyfrowego CM1 firmy VDO (72x144)

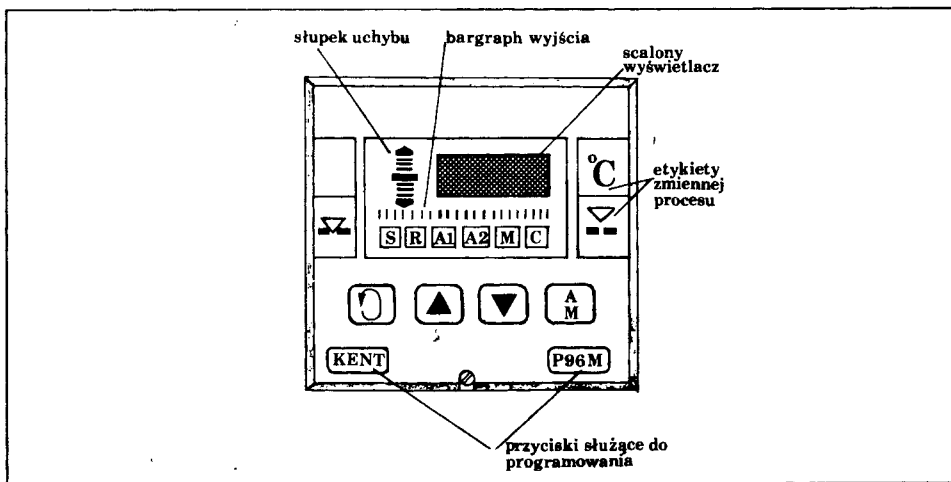


Rys. 4. Płyta czołowa regulatora cyfrowego DIGITRIC P firmy Hartmann&Braun (48x96)

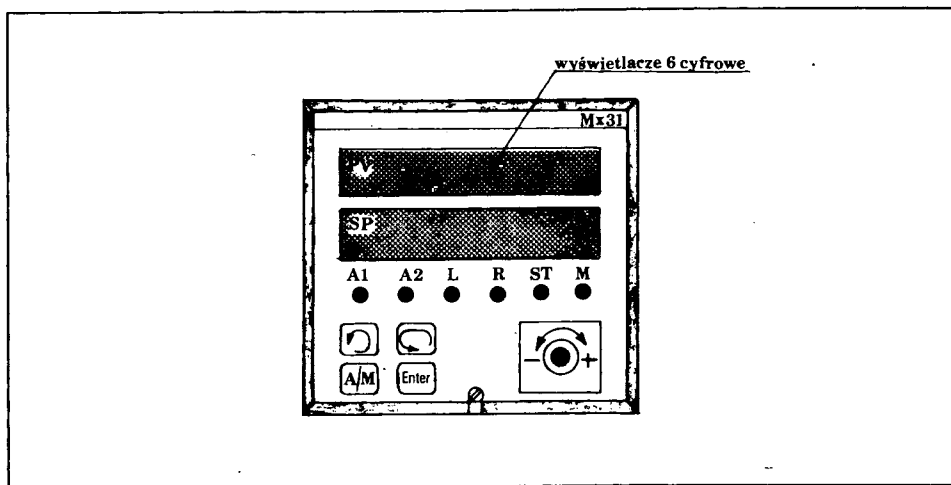
b. Płyta czołowa (przyciski i wyświetlacze) tworzy z płytą jednostki centralnej jeden moduł konstrukcyjny, połączony na sztywno złączem. Jest to sensowne rozwiązanie, ponieważ obsługa płyty czołowej wymaga wielu linii interfejsowych. Płyty procesora komunikacyjnego oraz we/wy fizycznych są długie i wąskie, lokowane są wzdłuż w dolnej części aparatu z wyprowadzeniem listew na tył. Istotne jest, że płyty te potrzebują małych złącz (niewiele punktów) do połączenia z płytą jednostki centralnej. Górna część aparatu, ze względu na odprowadzenie ciepła, przeznaczona jest na zasilacz, przyłącze sieci oraz radiatory stabilizatorów (tył aparatu). Procesor komunikacyjny realizuje również funkcje autodiagnostyki aparatu (jako tzw. zadanie tła), ponieważ jego obciążenie jest nierów-

nomierne w czasie (procesor ten jest obciążony tylko w trakcie wymiany komunikatów zewnętrznych). Stosowane płyty montażowe są niestandardowe.

c. Z reguły używa się integracyjnych przetworników a/c. Stosowane są specjalne energooszczędne wyświetlacze i diody o dużym kącie świecenia oraz dużej intensywności świecenia. Prawie wszystkie używane układy scalone wykonane są w technologii CMOS ze względu na niski pobór mocy, dużą pewność działania i odporność na wahania napięć zasilających.



Rys. 5. Płyta czołowa regulatora cyfrowego P96M firmy ABB-KENT (96x96)



Rys. 6. Płyta czołowa regulatora cyfrowego MX31 firmy ABB-KENT (96x96)

7. ZAKOŃCZENIE

W pracy przedstawiono krótką charakterystykę typowego, nowoczesnego regulatora cyfrowego jednokanałowego. Architektura regulatora jest bardzo podobna do architektury modułów sterownika F-PLC skonstruowanego w PIAP. Adaptacja modułu sterownika w kierunku stworzenia na jego bazie regulatora jednokanałowego byłaby rozsądnym przedsięwzięciem. Powstałby wówczas nowoczesny aparatowy system sterowania F-PLC.

8. LITERATURA

- [1] Materiały katalogowe firm: Siemens, Telemecanique, Allen-Bradley, ABB-Kent, Honeywell, Hartman-Braun, VDO, Toshiba.
- [2] ABB Process Instrumentation Review 1989, 1990, 1991.
- [3] Biuletyn MERA-PIAP, zeszyt 5-6/1990 — Opis sterownika F-PLC.