

Układ naprzemiennej pracy pomp oparty na nanosterowniku programowalnym

Paweł Kramarz *

Prezentowany projekt służy rozwiązaniu typowego problemu naprzemiennej pracy dwóch pomp w układzie przepompowni cieczy (np. ścieków). Ze względu na prostotę wykonania aplikacji, dostępność darmowego oprogramowania i edukacyjny charakter, artykuł polecam wszystkim, nawet początkującym elektronikom. Układ regulujący pracę dwóch pomp jest oparty na jednym z powszechnie dostępnych nanosterowników programowalnych, np. Logo produkowanym przez firmę Siemens lub AF 20M produkowanym przez Array a dostarczającym przez firmę Telmatik z Gdyni. Spadek cen sterowników programowalnych tego typu oraz prostota implementacji i dość szerokie możliwości sprawiły, że można je stosować nie tylko w aplikacjach przemysłowych.

Problem i zadanie

Sterownik będzie sterować układem dwóch pomp, służących np. do wypompowywania lub przepompowywania cieczy z zasobnika. Typowym przykładem praktycznego zastosowania takiego sterowania może być układ dwóch pomp w przepompowni ścieków (tzw. kanalizacja tłoczna).

W aplikacji tej występuje zasobnik (zbiornik – szambo), do którego są zrzucane ścieki. Po przekroczeniu pewnego poziomu cieczy w zbiorniku, włącza się jedna z pomp i przepompowuje zawartość zbiornika do kolektora ściekowego (lub innego miejsca odbioru ścieków) położonego powyżej miejsca zrzutu.

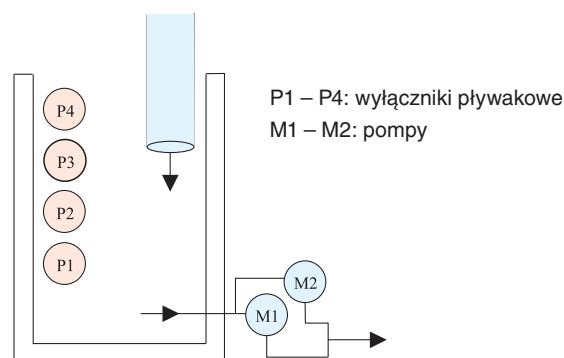
W celu zwiększenia niezawodności układu i podniesienia bezpieczeństwa systemu, stosuje się dwie pompy, które są załączane naprzemiennie, tak aby ich obciążenie i przybliżony czas pracy (a zatem stopień zużycia) były porównywalne. Przy gwałtownym zrzucie ścieków, przekraczającym możliwości jednej pompy może dojść do przekroczenia założonego dopuszczalnego czasu pracy jednej pompy lub osiągnięcia wysokiego poziomu cieczy. W takim wypadku zostaje włączona druga pompa – będą pracować jednocześnie obydwie pompy.

Sterownik realizuje zatem następujące funkcje:

- 1) zabezpiecza pompy przed tzw. suchobiegiem, szkodziwym dla trwałości pomp
- 2) zabezpiecza przed nadmiernym wzrostem poziomu cieczy w zbiorniku
- 3) naprzemiennie steruje pracą układu dwóch pomp

- 4) uruchamia obydwie pompy jednocześnie po osiągnięciu poziomu krytycznego
- 5) generuje sygnał alarmowy
- 6) monitoruje stan wejść i wykrywa stany zabronione na wejściach (sygnalizuje uszkodzenie jednego z wejść).

Elementami generującymi sygnały wejściowe są zainstalowane na odpowiednich głębokościach, wyłączniki pływakowe kontaktronowe. Osiągnięcie poziomu czujnika pływakowego przez ciecz w zbiorniku, powoduje jego uaktywnienie i zwarcie wyłącznika kontaktronowego (NO – styki normalnie rozwarne).



Rys. 1. Schemat układu

Wyłącznik pływakowy ma kształt kuli, gruszki, płaskiego walca lub jeszcze inny, najczęściej o objętości od 0,4 do 0,8 litra. Zależnie od konstrukcji i zastosowanego rozwiązania, wewnątrz, oprócz komory powietrznej, znajduje się kulka będąca magnesem, poruszająca się w specjalnej prowadnicy, zbliżająca się i oddalająca od kontaktronu. Przewód elektryczny doprowadzony do pływaka jest najczęściej również zawieszka, na którym jest zamocowany pływak. Wyłącznik pływakowy zawieszka się w zbiorniku na odpowiedniej wysokości, odpowiadającej poziomowi załączenia/wyłączenia za

* mgr inż. Paweł Kramarz
– e-mail: sdke@poczta.onet.pl

pomocą typowego dławika (przepustu) do przewodów elektrycznych.

Ciecz, po osiągnięciu poziomu na jakim zamocowany jest wyłącznik, podnosi go do góry w granicach wyznaczonych długością zawiesia i jednocześnie odwraca o 180°, co powoduje przemieszczenie magnetycznej kulki wewnątrz pływaka i załączenie kontaktronu.

Zastosowano cztery wyłączniki pływakowe. Najniższy służy wyłączeniu pracy pomp i zabezpiecza pompy przed szkodliwym zjawiskiem suchobiegu. Drugi od dołu łączy pracę pompy (naprzemiennie, tzn. jeśli poprzednio pracowała pompa pierwsza, to łączy drugą i odwrotnie). Jeżeli jedna pompa nie może sobie poradzić z wypompowaniem cieczy (duży zrzut cieczy do zbiornika), po osiągnięciu poziomu pływaka trzeciego są załączane obydwie pompy równocześnie i pracują obydwie aż do osiągnięcia poziomu pływaka pierwszego (najniższego). Istnieje software'owa możliwość wyeliminowania trzeciego czujnika, określając w programie sterownika czas pracy jednej pompy, po przekroczeniu którego następuje włączenie drugiej, wspomagającej pompy, jednak w przedstawionym rozwiązaniu nie zrealizowano tej opcji. Pływak czwarty pełni rolę sygnalizacji alarmowej na wypadek, gdyby na skutek awarii którejś z pomp (lub obydwu) poziom maksymalny w zbiorniku został przekroczony. Służy on do wygenerowania sygnału alarmowego.

W układzie sterowania naprzemiennego załączania pracy pomp zastosowano popularne nanosterowniki programowalne, dzięki którym jest możliwe również proste zaprogramowanie innych, dodatkowych funkcji, na przykład wykrywania uszkodzenia któregośkolwiek z pływaków. Wyłączniki pływakowe są dość odporne na uszkodzenia i niewrażliwe na różnego rodzaju zakłócenia, ale w określonych warunkach może zdarzyć się ich uszkodzenie. Generalnie należy zachować szczególną ostrożność w zbiornikach przepompowni ścieków, w których zakłada się operowanie beczkowozem w pobliżu wyłączników pływakowych.

Podstawowe bloki w schemacie logicznym sterownika

Przedstawiony opis dotyczy sterownika AF 20M. Schemat logiczny obrazujący pracę sterownika został stworzony za pomocą darmowego, narzędziowego programu Quick II, który można pobrać ze strony www.telmatik.pl

Bloki B9 i B10 (negator i przerzutnik RS) służą do wprowadzenia w układzie histerezy, polegającej na tym, że po załączeniu jednej z pomp, uruchamianej jako pierwsza, wyłącznikiem pływakowym nr 2, w momencie osiągnięcia przez ciecz poziomu tego pływaka, pompa nie wyłącza się po wyłączeniu wyłącznika pływakowego nr 2, a wyłączenie następuje dopiero po wypompowaniu cieczy poniżej poziomu pływaka nr 1.

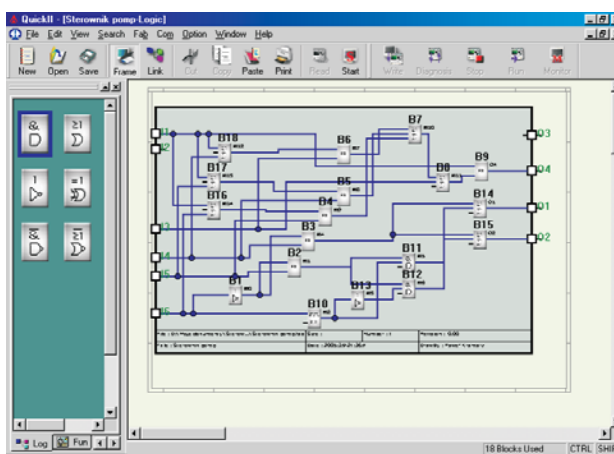
Podobnie bloki B9 i B11 (negator i przerzutnik RS) służą do wprowadzenia analogicznej histerezy, jeżeli

chodzi o załączenie obydwu pomp, po przekroczeniu poziomu cieczy załączającego wyłącznik pływakowy nr 3. Przekroczenie poziomu cieczy powoduje równoczesne załączenie obydwu pomp, które pracują do momentu wypompowania cieczy poniżej poziomu wyłącznika pływakowego nr 1.

Bloki B12, B7 i B2 (przerzutniki RS) służą do podtrzymania sygnału alarmowego, włączanego po osiągnięciu przez poziom cieczy wyłącznika pływakowego nr 4 oraz po wystąpieniu stanu zabronionego a włączanego ręcznie (potwierdzenie operatora – kasowanie alarmu) poprzez podanie stanu wysokiego na wejście I1.

Kilka słów na temat pracy samego przerzutnika RS: sygnał stanu wysokiego (logiczna 1) podany na wejście S (*set*) przerzutnika powoduje ustawienie stanu wysokiego na wyjściu przerzutnika, który utrzymuje się na wyjściu niezależnie od późniejszych zmian stanów na wejściu S, dopóki na wejście R (*reset*) nie zostanie podany stan wysoki, który powoduje powrót wyjścia Q przerzutnika do stanu niskiego (logiczne 0).

Wejście R ma priorytet nad wejściem S, co oznacza, że dopóki na wejście R jest podawany stan wysoki, wyjście przerzutnika będzie się utrzymywać w stanie niskim (0), niezależnie od zmian stanów logicznych na wejściu S przerzutnika.



Rys. 2. Okno Programu Quick II

Bloki B8, B6 i B1 oraz B12, B7 i B2 służą wyłącznie do wygenerowania sygnału alarmowego w momencie zakłócenia sekwencji załączania się poszczególnych wyłączników pływakowych. Wystąpienie stanu zabronionego (włączenie wyłącznika pływakowego wyższego poziomu przed wyłącznikiem poziomu niższego) spowoduje wygenerowanie sygnału alarmowego.

W zależności od akcji spowodowanej przez dany wyłącznik pływakowy, akcja ta ulegnie upośledzeniu, jednak nie spowoduje oprócz wygenerowania sygnału alarmowego blokady układu.

Rezygnacja z takiego zabezpieczenia jest podyktowana koniecznością bezwarunkowego zapewnienia utrzymania właściwego poziomu cieczy w zasobniku i niedopuszczenia do przekroczenia poziomów awaryjnych. Nie zabezpiecza natomiast w żaden sposób pomp w przypadku awarii (zwarcia) pierwszego wy-

łącznika pływakowego (dojdzie do pracy pompy mimo braku cieczy). Sytuację taką można eliminować przy dalszym doskonaleniu urządzenia. W przedstawionym przykładzie zdecydowano się na uproszczenie nadające priorytet niedopuszczeniu przekroczenia awaryjnego poziomu cieczy w zbiorniku w stosunku do sytuacji możliwego uszkodzenia „na zwarcie” pierwszego czujnika.

Blok B13 jest to przełącznik impulsowy, którego działanie polega na tym, że pierwsza zmiana stanu z niskiego na wysoki na wejściu przełącznika powoduje ustawienie stanu wysokiego na wyjściu, a kolejna zmiana na wejściu powoduje powrót do stanu niskiego na wyjściu przełącznika. Blok reaguje tylko na zbocze narastające i nie reaguje na zmiany stanu z wysokiego na niski na wejściu przełącznika. Blok ten wraz z blokami B14 oraz B15 i B16 realizuje funkcję naprzemiennego załączania pomp. Pozostałe bloki w układzie pełnią rolę pomocniczą wynikającą między innymi ze specyfiki sterownika.

Sterownik może być programowany ręcznie z klawiatury i ekranu LCD samego sterownika lub z użyciem komputera i bezpłatnego oprogramowania. Zaletą stosowania komputera i oprogramowania narzędziowego jest zdecydowanie łatwiejsze wykonanie projektu, możliwość przeprowadzenia symulacji pracy sterownika i analizy poprawności działania (przydatności do zamierzonego zastosowania) przed zakupem sterownika.

Sterownik w wersji podstawowej zawiera sześć wejść cyfrowych, cztery wyjścia przełącznikowe bezpotencjałowe oraz złącza do zasilania i programowania. Sterowniki serii AF występują między innymi w wersji zasilanej napięciem zmiennym w zakresie od 85 do 260 V oraz w wersji zasilanej napięciem zmiennym lub stałym od 12 do 24 V.

Wszystkie parametry obsługi sterowników można znaleźć na stronach internetowych np. www.telmatik.pl, bądź bezpośrednio u dystrybutorów. Ze strony www.telmatik.pl można bezpłatnie pobrać program Quick II do budowania schematu logicznego (wykonania projektu działania sterownika w PC), symulacji działania układu i na końcu programowania sterownika.

Układ sterownika

Do zbiorników z cieczami przewodzącymi, ze względów bezpieczeństwa, lepiej wykorzystać sterownik zasilany napięciem stałym 12 V – 24 V i zasilacz zapewniający galwaniczną separację od sieci zasilającej 230 V. Do wejść sterownika oznaczonych I6 – I3 należy dołączyć wyłączniki pływakowe w kolejności od najniższego (I6) do najwyższego (I3). Wejście I2 pozostaje

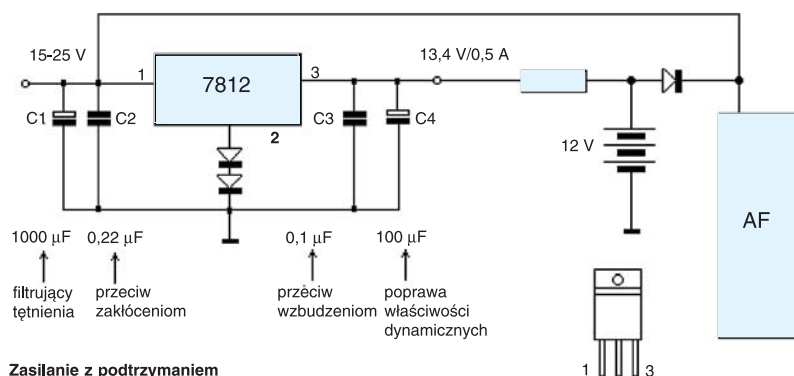
niewykorzystane. Do wejścia I1 należy podłączyć wyłącznik monostabilny (NO) służący do kasowania alarmów. Wyjścia przełącznikowe Q1 i Q2 są wykorzystane do załączania pomp, natomiast wyjście Q4 służy do uruchamiania sygnalizatora alarmowego.

Przedstawione rozwiązanie zostało wdrożone do sterowania układem przepompowni ścieków i funkcjonuje bez mała dwa lata. Sterownik został umieszczony w rozdzielnicie elektrycznej w ogrzewanym pomieszczeniu.

Rozwiązanie cechuje duża elastyczność zarówno w zakresie ewentualnej rozbudowy (dodatkowe zabezpieczenia czasowe, termiczne i przepływowe), jak i zastosowania innych podzespołów (np. wyłączników typu NC).

Dość ciekawym rozwiązaniem może być założenie czasowych kontroli zmian stanu, a nie tylko ich kolejności. Szczególnie rozłączenie pierwszego czujnika przy wcześniejszym braku pracy pompy (pomp) w określonym minimalnym czasie może być sygnalizowane jako uszkodzenie czujnika (lub przesiąkanie zbiornika).

Jeżeli zrzut ścieków jest możliwy mimo braku energii elektrycznej, to sterownik należy zasilic z zasilacza buforowego.



Rys. 3. Zasilacz buforowy

W podobnych rozwiązaniach tam, gdzie istnieje konieczność oceny, czy czujnik na pewno nie został odłączony, można zastosować sterownik z wejściem analogowym, a czujnik zrównoleglic rezystorem, wprowadzając parametryzację wejścia (wykonać dzielnik napięciowy). Pozwoli to wykrywać stany całkowitego oderwania czujnika (pełne napięcie) od jego normalnego rozłączenia (np. ok. połowy napięcia) i jego zwarcia (brak napięcia). ■

REKLAMA ▼

