

# Układ napędowy pomp wody pochłódniczej kotła w PKN Orlen.

Zadaniem systemu jest sterowanie pracą kaskady trzech identycznych pomp wody pochłódniczej napędzanych silnikami o mocy 37 kW. Pompy pracują w taki sposób, aby utrzymać zadany poziom wody w zbiorniku. W celu osiągnięcia płynnej regulacji wydajności pomp zastosowane zostały przetwornice częstotliwości firmy Danfoss FC202 AQUA Drive. Każda z przetwornic została wyposażona w zaawansowany sterownik kaskady pomp MCO 102 oraz w kartę dodatkowych wejść/wyjść MCB 101.

## *Sterownik kaskady pomp MCO 102*

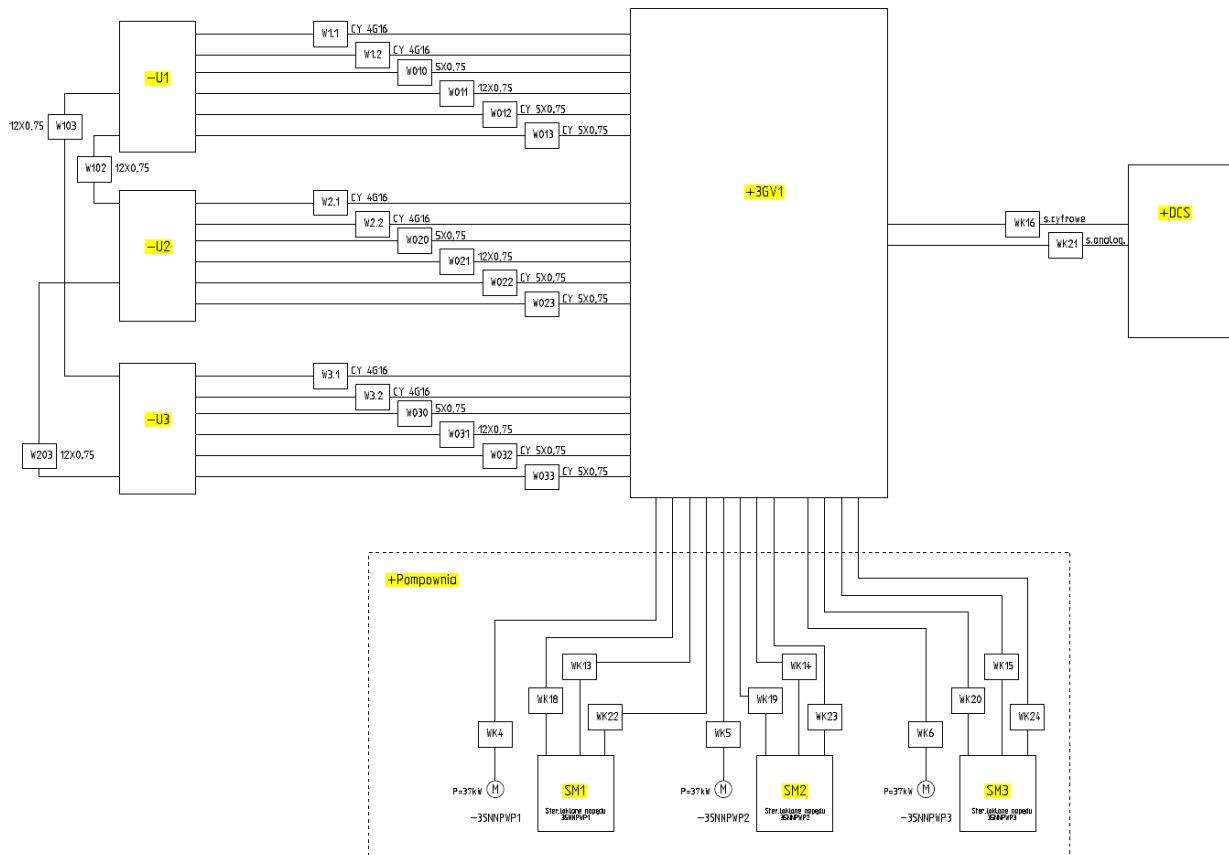
Opcja MCO-102 rozszerzonego sterownika kaskady pomp umożliwia zestawienie systemu pracującego w trybie master/follower. Przykładowo system może być złożony z 4 pomp o tej samej wydajności zasilającej układ wodociągowy. Każda z pomp wyposażona jest w przetwornicę częstotliwości VLT® AQUA Drive. Sygnał sprzężenia zwrotnego 4–20 mA doprowadzony jest do przetwornicy zawierającej opcję MCO-102, pełniącej dla układu rolę mastera, narzucającego płynnie prędkość pracy dla pozostałych przetwornic i pomp. Argumenty przemawiające za rozwiązaniem typu master/follower:

- uzyskujemy bardzo płynną regulację bez żadnych udarów hydraulicznych związanych z odstawianiem lub dostawianiem pomp;
- przy regulacji stałego ciśnienia układ zapewnia najbardziej efektywną energetycznie pracę zespołu pomp;
- w systemach z dużymi zmianami przepływu układ bardzo szybko reaguje na zmianę, zapewniając stabilny stan hydrauliczny.

W porównaniu do tradycyjnych rozwiązań ilość pracujących pomp wyznacza minimalna wydajność, a nie sygnał sprzężenia zwrotnego. Dzięki temu zapewniamy maksymalnie energooszczędną pracę pomp. Poziomy prędkości włączania i wyłączania pomp w kaskadzie ustawiane są przez użytkownika. Poprawne nastawy systemu mogą być wyliczone przy pomocy programu MUSEC, dostępnego na stronach internetowych [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com).

Prosty w montażu Zaawansowany Sterownik Kaskady Pomp MCO 102 jest dostępny jako opcjonalna karta przeznaczona do montażu w przetwornicy częstotliwości Danfoss VLT AQUA Drive FC202. Może sterować systemami kaskadowymi złożonymi nawet z 8 pomp w trybie master/follower.

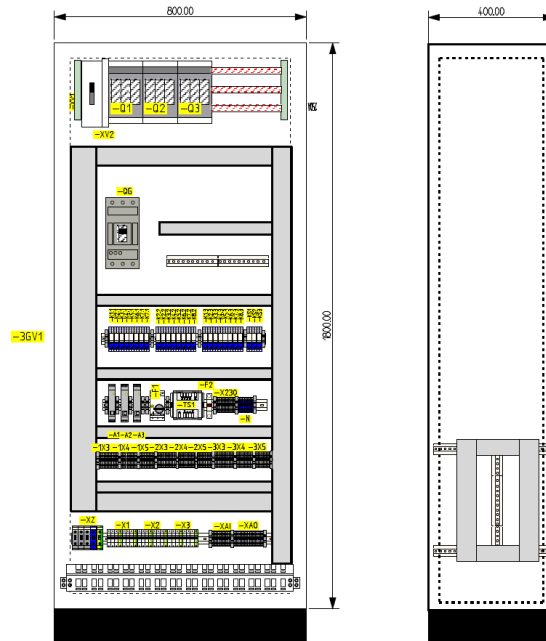
Schemat ideowy układu sterowania kaskadą pomp wody chłodniczej.



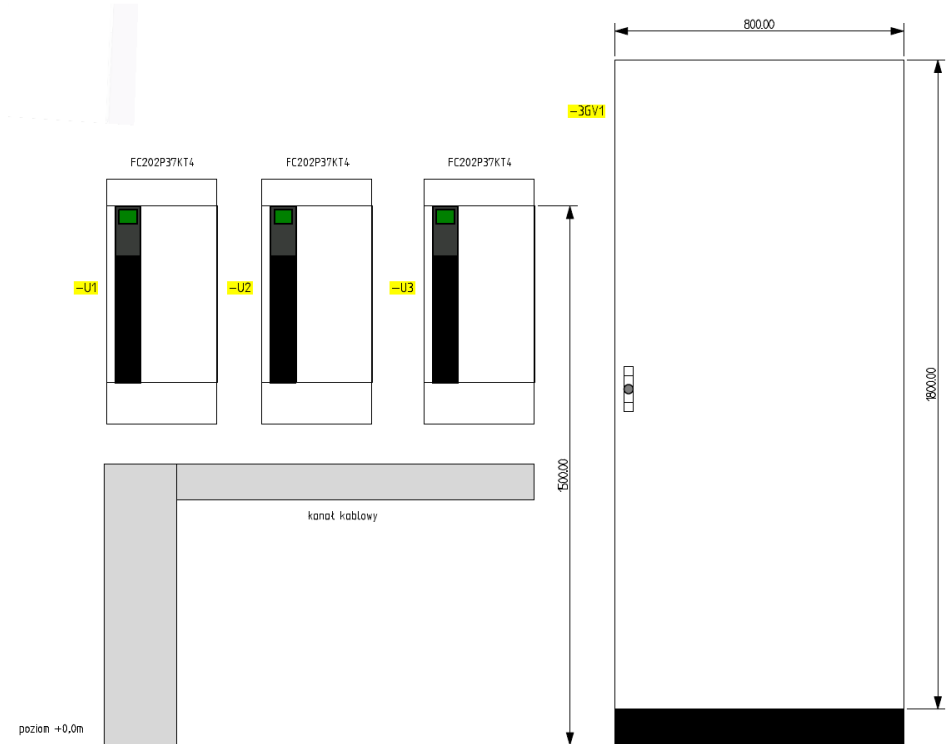
Rysunek 1 Topologia układu

U1, U2, U3 to przetwornice częstotliwości; 3GV1 to szafa sterownicza; SM1, SM2, SM3 to skrzynki sterowania lokalnego napędów pomp.

Rozdzielnica 3GV1 zapewnia zasilanie dla całego układu. Znajdują się w niej także separatory sygnałów analogowych oraz przekaźniki sterujące.

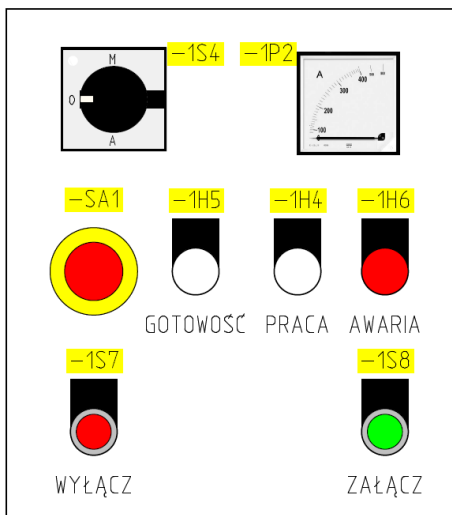


Rysunek 2. Rozdzielnica 3GV1



Rysunek 3. Rozmieszczenie elementów układu sterowania kaskadą pomp.

Pulpity sterowania miejscowego SM1, SM2, SM3 umożliwiają wybór trybu pracy dla każdej z pomp. Możliwe tryby to „auto”, „odstawienie”, „manual”. Pulpit umożliwia zdalne wydawanie pozwolenia pracy w trybie „auto” a także zadawanie i odczyt parametrów dla układu.



Rysunek 4. Pulpit sterowania lokalnego.

W trybie „manual” możliwe jest ręczne załączenie i wyłączenie pompy. Może ona zostać załączona niezależnie od wydanego pozwolenia pracy z DCS oraz od aktualnego poziomu wody w zbiorniku. Pompa w trybie „manual” pracuje tak, jak zasilana bezpośrednio z sieci (bez regulacji wydajności).

Tryb pracy „auto” jest normalnym trybem pracy układu. W trybie pracy „auto” układ utrzymuje zadany poziom wody. Sygnał wartości zadanej oraz sygnał sprzężenia zwrotnego otrzymuje każda z trzech przetwornic. Sygnały te pochodzą z nadrzędnego systemu DCS i są przesyłane sygnałem 4-20mA. Ilość pomp pracujących w danym momencie oraz prędkość, z jaką te pompy pracują, jest dostosowywana do aktualnych potrzeb.

Każda przetwornica częstotliwości pracująca w układzie jest wyposażona w zaawansowany sterownik kaskady pomp MCO 102. Algorytm zaimplementowany w MCO 102 umożliwia kompletne sterowanie kaskadą pomp bez konieczności stosowania dodatkowych urządzeń. Podczas pracy tylko jedna przetwornica jest przetwornicą prowadzącą – pracującą w trybie „master”. Monitoruje ona poziom wody chłodniczej bloku 3. Przetwornica pracująca w trybie „master” reguluje prędkość przetwornic częstotliwości oraz decyduje o załączeniu/wyłączeniu poszczególnych pomp dostępnych w zależności od zapotrzebowania. W sytuacji, gdy do zbiornika nie ma dopływu wody chłodniczej, praca pomp przestaje być konieczna. Jeżeli poziom wody jest poniżej poziomu zadanego oraz występuje brak dopływu wody do zbiornika, pompy zostaną wyłączone, a ostatnia pracująca pompa przejdzie w tryb uśpienia.

Przetwornicą pracującą w trybie „master” w naszym układzie może być tylko ta przetwornica, która jest dostępna dla systemu sterowania, czyli jest w stanie gotowości (Auto ON), otrzymała pozwolenie pracy z systemu DCS, nie ma aktywnych alarmów, została przełączona w tryb pracy „auto” oraz poziom wody w zbiorniku jest wyższy od progu odcięcia. Przetwornica pracująca w trybie „master” otrzymuje informacje od pozostałych przetwornic o ich dostępności. Dzięki temu załącza i wyłącza kolejno tylko te pompy, które są dostępne. Do załączenia kolejnej pompy muszą być spełnione następujące warunki: poziom rzeczywisty jest wyższy od poziomu zadanego oraz główna pompa działa powyżej poziomu prędkości włączenia dostawienia (par 27-32 w Hz) w czasie określonym w par. 27-23 „Opóźnienie dostawienia” i dostępna jest pompa o zmiennej prędkości. Do wyłączenia kolejnej pompy konieczne jest, aby: poziom rzeczywisty był niższy od poziomu zadanego oraz główna pompa działała poniżej poziomu prędkości wyłączenia dostawienia (par 27-34 w Hz) w czasie określonym w par. 27-24 „Opóźnienie odstawienia” a także włączonych było kilka pomp o zmiennej prędkości.

Zaawansowany sterownik kaskady pomp MCO 102 posiada zintegrowaną funkcję dostrajania parametrów pracy układu. Parametry związane z dostawianiem/odstawianiem poszczególnych pomp są dostosowywane na bieżąco, tak aby

poziom wody odbiegał w jak najmniejszym stopniu od poziomu zadanego w sytuacji dołączania lub odłączania kolejnych pomp oraz aby układ pracował z największą możliwą sprawnością elektryczną.

Algorytm sterownika kaskady pomp tak steruje pracą pomp, aby pompy zużywały się równomiernie, z tego powodu kolejność załączania się pomp jest zależna od czasu pracy poszczególnych pomp. W pierwszej kolejności załączają się pompy o najkrótszym czasie pracy.

Jeżeli przetwornica pracująca w trybie „master” przestanie być dostępna, układ zatrzyma się. Funkcję „mastera” przejmie inna z dostępnych przetwornic. Po samoczynnej zmianie przetwornicy wiodącej układ przejdzie do dalszej pracy w trybie automatycznym. Operacja ta potrwa kilka sekund. Przetwornica U1 będzie „masterem” w sytuacji, gdy jest przetwornicą dostępną. Jeżeli U1 będzie dostępna, to będzie pracować w trybie „master” niezależnie od stanu pozostałych przetwornic. Przetwornica U2 będzie w trybie „master” w sytuacji, gdy jest przetwornicą dostępną, natomiast przetwornica U1 będzie wtedy niedostępna. Przetwornica U3 może być „masterem” tylko wtedy, gdy będzie dostępna, natomiast przetwornice U1 oraz U2 będą wtedy niedostępne.

Układ posiada szereg zabezpieczeń pozytywnie wpływających na jego niezawodność. Każda z przetwornic monitoruje stan sygnału sprzężenia zwrotnego. W sytuacji, gdy poziom rzeczywisty spadnie poniżej poziomu 1,2 m, pompa zostanie zatrzymana a jej status zmieni się na „niedostępna”. Na przetwornicach częstotliwości jest ustawione ograniczenie prądowe na poziomie prądu znamionowego silnika (52A). Dzięki temu silnik nigdy nie będzie przeciążony a przetwornica ograniczy prędkość obrotową pompy, tak aby pobierany prąd nigdy nie przekraczał wartości znamionowej. Dzięki temu silnik nie zostanie wyłączony w wyniku zadziałania zabezpieczenia termicznego. Ograniczenie to działa zarówno w trybie „auto” jak i „manual”.

Zaprezentowany układ to rozwiązanie idealnie wpasowujące się wszędzie tam, gdzie użytkownik potrzebuje niezawodnego, redundantnego, a także energooszczędnego systemu utrzymującego stały poziom lub ciśnienie. Dodatkowo ze względu na fakt, iż do sterowania całością systemu nie jest potrzebny sterownik PLC i jego oprogramowanie a jedynie parametryzacja dedykowanego MCO 102 z gotowym algorytmem, przedstawione rozwiązanie jest również atrakcyjne ze względu na niski koszt realizacji.

*Jaromir Turlej*

*Artykuł firmy:*



ul. Płk. Dąbka 17  
30-732 Kraków  
Tel.: (+48) 12 269 75 80  
Fax.: (+48) 12 269 75 81  
[www.control-service.pl](http://www.control-service.pl)  
[info@control-service.pl](mailto:info@control-service.pl)