

# Sterowniki! Łączcie się!

*W artykule przedstawiono złożony system automatyki i wizualizacji zastosowanej w elektrociepłowni Energetyka Cieszyńska Sp. z o.o. Podstawowymi elementami systemu są sterowniki SIMATIC firmy SIEMENS, które dzięki swym zaletom stają się na polskim rynku dominującymi sterownikami w swojej klasie. Przedstawiono strukturę systemu oraz jego działanie, a także podstawowe zadania urządzeń automatyki. Pokazano, że warto jest stosować standardowe rozwiązania komunikacyjne (jak np. PROFIBUS) oraz dostosowane do nich sterowniki i nadrzędne oprogramowanie funkcjonalne. Przedstawiony system, spójny i niezawodny, jest tego dobrym przykładem.*

Minęły czasy, gdy wytwarzanie ciepła było stosunkowo prostym procesem, a obsługujący kocioł ustawiał jego parametry pracy w oparciu o swoje wyuczucie i doświadczenie. W nowoczesnych ciepłowniach i elektrociepłowniach do wytwarzania ciepła stosuje się najnowsze technologie, które wymagają odpowiedniej obsługi technicznej. Coraz częściej też, jako produkt skojarzony, wytwarza się energię elektryczną, którą sprzedaje się do krajowej sieci energetycznej. Aby zapewnić współpracę tych wszystkich elementów, nieodzownym staje się zastosowanie nowoczesnych systemów sterowania i wizualizacji zbudowanych w oparciu o techniki komputerowe. Niezwykle ważna jest przy tym możliwość integracji i wzajemnej komunikacji urządzeń wytwarzanych przez różnych producentów, które mają często własne, autonomiczne systemy automatyki.

## Modernizacja źródła ciepła

Podczas prowadzonej w latach 2000/2001 modernizacji źródła ciepła zakupiono nowy kocioł typu OR-35N, turbinę parową przeciwpęprzną 4,8MW (typu G22A) wraz z całym jej wyposażeniem i dodatkowy kocioł olejowy Se-fako 4,5MW oraz postawiono stację uzdatniania wody i rozdzielnię elektryczną. Wszystkie te elementy zostały włączone w spójny system sterowania i wizualizacji wykonany przez firmy Intron S.A. z Katowic i Zakład Elementów i Systemów Automatyki Przemysłowej MikroB S.A. z Ostrzeszowa.

## Działanie i struktura systemu

W systemie wyróżnić można trzy funkcjonalne części związane z zadaniami realizowanymi przez główne sterowniki. Są to:

- stacja uzdatniania wody i kocioł olejowy,

- kocioł OR-35N,
- rozdzielnia energii elektrycznej i część maszynowa związana z turbiną.

Sterowniki połączone są ze sobą magistralą przemysłową, a nad całością czuwa nadrzędny system komputerowy. Dane z procesów technologicznych dostępne są zarówno na stacjach operatorskich i tablicy synoptycznej w dyspozytorni, jak również w zakładowej sieci komputerowej i - poprzez łącza teletransmisyjne - w stacjach oddalonych. Schemat systemu sterowania przedstawiono na rys. 1.

## Sterowniki

Podstawowymi sterownikami realizującymi funkcje automatycznego sterowania procesami technologicznymi są trzy sterowniki SIMATIC S7 firmy Siemens w odpowiednich konfiguracjach:

- stacja uzdatniania wody i kocioł olejowy - Simatic S7-400 z podłączonym do niego modułem zdecentralizowanego sterowania - ET200S,
- kocioł parowy OR-35N - Simatic S7-400,
- rozdzielnia elektryczna i część maszynowa związana z turbiną - Simatic S7-400 z podłączonymi do niego dwoma modułami zdecentralizowanego sterowania - ET200S.

Wymienione sterowniki sterują pracą całego systemu. Oprócz tego, niektóre urządzenia mają lokalne, specjalizowane sterowniki, które poprzez odpowiednie magistrale podłączone są do systemu nadrzędnego. Należą do nich:

- sterownik turbiny - Woodward 505,
- sterownik zabezpieczeń turbiny - Mitsubishi,
- dwa sterowniki tablicy synoptycznej - Micro PLC.

## System nadrzędny

Systemem integrującym i sprawującym kontrolę nad pracą wszystkich urządzeń jest oprogramowanie wykona-

ne na bazie PRO-2000 przez firmę MikroB S.A. Zainstalowane zostało na trzech komputerach: dwóch stacjach przetwarzających SD1 i SD2, które pełnią również rolę stacji operatorskich oraz na stacji SO, która jest stacją operatorską i równocześnie spełnia rolę stacji inżynierskiej (oprogramowanie PRO-2000 i STEP-7). Każda stacja wyposażona jest w dwa monitory operatorskie 21", na których są wyświetlane obrazy synoptyczne, wykresy, raporty itp. Stacje SD1 i SD2 pracują pod kontrolą systemu operacyjnego QNX, natomiast stacja operatorsko-inżynierska SO jest stacją dwusystemową: może pracować pod QNX lub Windows NT, w zależności od funkcji jaką aktualnie spełnia. Dla zwiększenia niezawodności pracy systemu, stacje SD1 i SD2 pracują z redundancją. Dzięki temu, jedna z nich może natychmiast przejąć kontrolę nad systemem w sytuacji awarii lub wyłączenia drugiej.

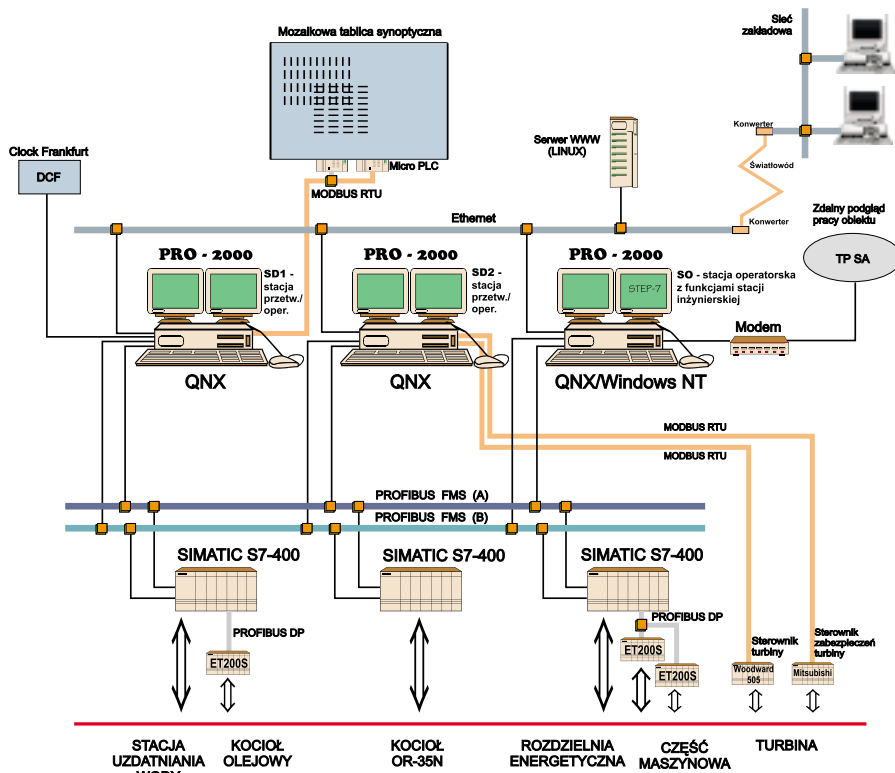
Oprócz współpracy ze sterownikami SIMATIC, PRO-2000 komunikuje się ze sterownikiem turbiny i ze sterownikiem jej zabezpieczeń. Zbiera informacje o parametrach pracy turbiny i wysyła sterowania nadrzędne do jej sterownika.

Jako system nadrzędny, PRO-2000 obsługuje również wyświetlanie odpowiednich wielkości i stanów procesu na tablicy synoptycznej, która przedstawia w uproszczeniu cały proces technologiczny w elektrociepłowni.

## Komunikacja

W systemie istnieje kilka rodzajów komunikacji, zarówno wewnętrznej między urządzeniami systemu jak i na zewnątrz do zdalnego śledzenia pracy obiektu. Komunikację zapewniają:

- PROFIBUS FMS - główna magistrala systemu, do której podłączone są trzy sterowniki SIMATIC S7, stacje prze-



Rys. 1.

tworząco-operatorskie SD1 i SD2 oraz stacja operatorska SO. Poprzez to łącze sterowniki komunikują się ze sobą i z systemem nadrzędnym PRO-2000. Dla zwiększenia niezawodności, również tutaj wprowadzona została redundancja - dwie równouprawnione magistrale A i B, z tym samym protokołem PROFIBUS FMS.

- PROFIBUS DP - tym protokołem transmisyjnym przesyłane są dane między sterownikami S7-400, a modułami zdecentralizowanego sterowania ET200S.
- RS485 - MODBUS RTU - za pomocą tego łącza system nadrzędny PRO-2000 komunikuje się ze:
  - sterownikiem turbiny - WOODWARD 505,
  - sterownikiem zabezpieczeń turbiny - Mitsubishi,
  - dwoma sterownikami mozaikowej tablicy synoptycznej - Micro PLC.
- z siecią Ethernet - w sieci lokalnej pracują wszystkie trzy stacje komputerowe, co daje możliwość dostępu do pełnych zasobów systemu na każdej stacji.

Poprzez łącze światłowodowe sieć lokalna łączy się z siecią zakładową, umożliwiając wgląd odpowiednim służbom zakładu w pracę obiektu. Dzięki serwerowi WWW podłączonemu do sieci, oglądanie obrazów synoptycznych pracy obiektu może odbywać się za pomocą popularnych przeglądarek stron WWW.

Istnieje też możliwość komunikowania się przez modem z komutowaną siecią telefoniczną. Poprzez łącze telefoniczne możliwe jest zdalne monitorowanie pracy obiektu, a także zdalna diagnostyka systemu.

### Zadania automatyki

Podstawowe funkcje elementów systemu są następujące:  
Sterowniki SIMATIC:

- S7-400 - obsługujący stację uzdatniania wody i kocioł olejowy. Do jego zadań należy: sterowanie cyklem pracy trzech filtrów (płukanie, filtrowanie, wpracowanie złoża), utrzymywanie odpowiednich poziomów wody w zbiornikach wody przefiltrowanej i zdemineralizowanej, regulowanie ciśnienia w rurociągach wody do odgazowywaczy i do uzupełniania sieci, dawkowanie chemikaliów do wody, kontrola pracy kotła olejowego, a także sterowanie przepływem wody do filtrów (ET200S) i sterowanie przepływem powietrza do filtrów (ET200S).
- S7-400 - obsługujący kocioł OR-35N. Do jego zadań należy: regulacja nadmuchu (sterowanie dmuchawami i przepustnicami powietrza), regulacja prędkości poruszania się rusztu i grubości warstwy węgla, regulacja podciśnienia w komorze paleniskowej, regulacja poziomu wody w walczaku, sterowanie wentylatorem spalin, regulacja tempera-

tury pary wylotowej z kotła, sterowanie zdmuchiwcami popiołu, sterowanie odmulaniem kotła, a także sterowanie podajnikami węgla i sterowanie wózkiem rewersyjnym.

- S7-400 - Sterownik obsługujący część maszynową i rozdzielnię. Do jego zadań należy: sterowanie pompami zasilającym kocioł OR-35N, sterowanie pompami skropelin z wymienników, sterowanie pompami zwiększającymi obieg wody grzewczej i technologicznej, sterowanie pompami wody uzupełniającymi obieg wody grzewczej i technologicznej, sterowanie wyłącznikami rozdzielni 15kV, 6kV, 0,4kV, monitorowanie stanów wyłączników, odłączników i rozłączników rozdzielni 15kV, 6kV, 0,4kV, a także sterowanie synchronizacją generatora turbiny z siecią energetyczną.

Zadania pozostałych sterowników są następujące:

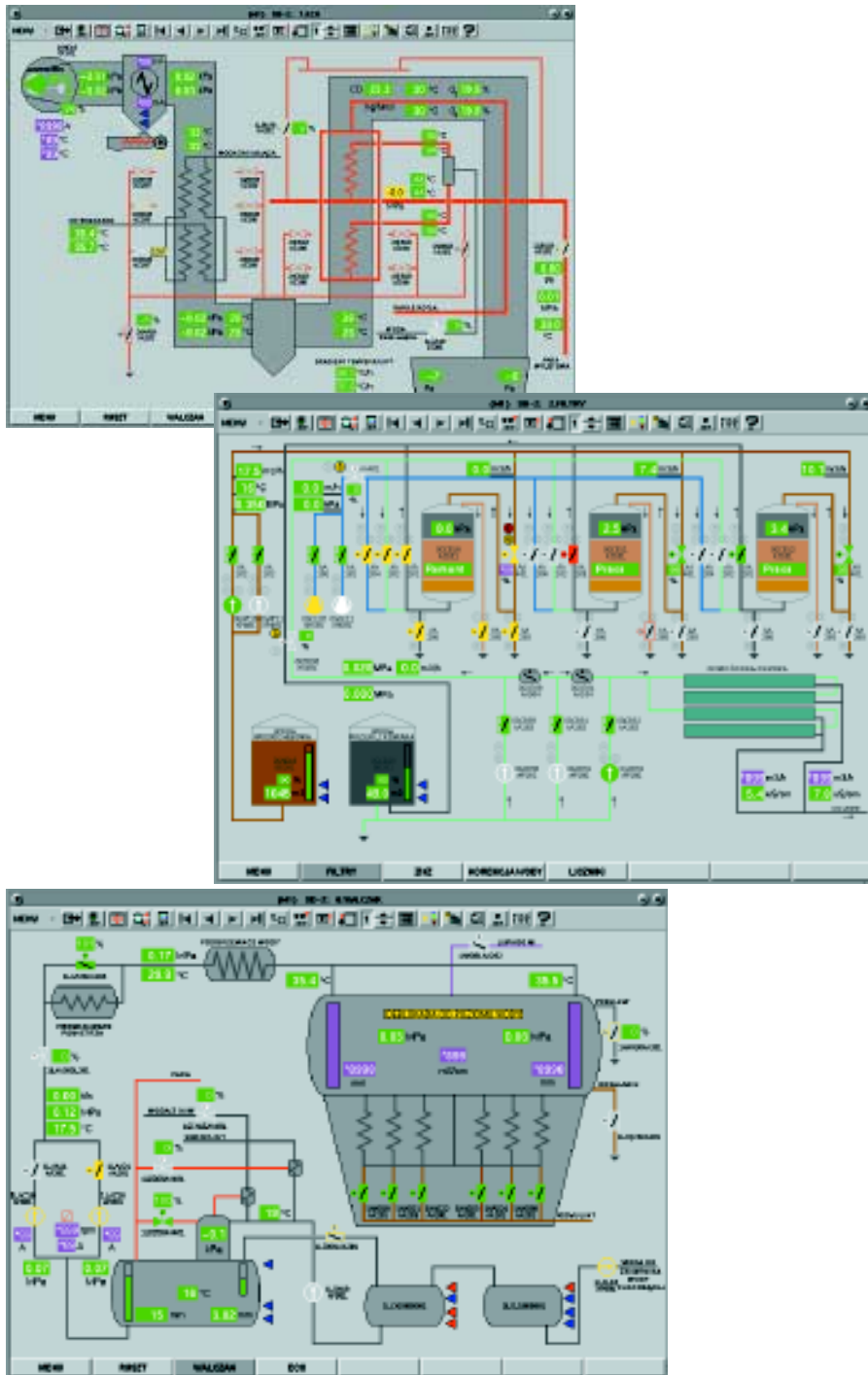
- WOODWARD 505 - sterowanie turbiną,
- MITSUBISHI - sterowanie zabezpieczeniami turbiny, w tym trzy obwody zabezpieczeń z logiką 2 z 3, zabezpieczenia przed przekroczeniem temperatury, obrotów, przesuwu wirnika, awarii urządzeń okołoturbinowych,
- Micro PLC - sterowanie wyświetlaniem na tablicy synoptycznej (wizualizacja rozdzielni, wizualizacja części technologicznej).

### System nadrzędny PRO-2000

Oprogramowanie PRO-2000 autorstwa ZEiSAP MikroB S.A. jest profesjonalnym oprogramowaniem systemu SCADA, pracującym w setkach obiektów w kraju i poza jego granicami. Jest nie tylko oprogramowaniem dla aplikacji, lecz również środowiskiem do ich tworzenia, oferującym konstruktorom wiele różnych narzędzi. Użytkownicy cenią je za stabilność pracy, dużą liczbę wbudowanych mechanizmów i funkcji, łatwość modyfikacji i nieograniczone możliwości rozbudowy.

Również w tej elektrociepłowni PRO-2000 integruje wiele urządzeń o różnych protokołach komunikacyjnych. Dominującymi są sterowniki SIMATIC S7-400 i protokół PROFIBUS FMS, niemniej jednak również zostały włączone do systemu pozostałe sterowniki i urządzenia.

Do najważniejszych zadań oprogramowania nadrzędnego PRO-2000 należą:



Rys. 2.

- przetwarzanie zmiennych procesowych,
- odczytanie i przetwarzanie wyników pomiarów,
- rozpoznawanie sytuacji awaryjnych,
- badanie wiarygodności,
- określanie stanu i rejestrowanie zdarzeń,
- obliczanie wartości tendencji zmian dla punktów analogowych,
- wizualizacja wartości parametrów i danych w czasie rzeczywistym,
- obrazy synoptyczne,
- obrazy zdarzeń,
- wykresy zmian wartości,

- obrazy pojedynczych punktów,
- wizualizacja danych archiwalnych,
- przegląd zdarzeń wg. wybranego kryterium,
- wykres wartości chwilowych dla punktów analogowych,
- wykres wartości 15-minutowych dla punktów licznikowych,
- wykres wartości godzinowych,
- oddziaływanie na proces,
- sterowanie ręczne z konsoli (zawory regulacyjne, falowniki),
- zmiana nastaw regulacji i wartości zadanych,

- włączanie i wyłączanie urządzeń (pompy, napędy, wyłączniki w rozdzielni),
  - obsługa i rejestracja zdarzeń z zarejestrowaniem daty, czasu i pełnej identyfikacji ich wystąpienia,
  - zdarzenia technologiczne,
  - alarmy,
  - ostrzeżenia,
  - usterki urządzeń (diagnostyka),
  - sygnalizowanie przekroczenia granic ostrzeżeń i alarmów,
  - realizacja obliczeń technicznych i ekonomicznych,
  - drukowanie raportów, protokołów, wykresów w postaci graficznej i alfanumerycznej (bilanse wody, raporty zmianowe i dobowe turbozespołu itp.).
- Przykładowe obrazy synoptyczne obiektu przedstawione zostały na rys. 2.

### Niezawodność i bezpieczeństwo

Niezwykle istotnym czynnikiem charakteryzującym system automatyki jest jego niezawodność i bezpieczeństwo pracy. Wysokie wskaźniki tych parametrów osiągnięto dzięki zastosowaniu szeregu rozwiązań zapewniających dużą stabilność pracy systemu. Do najważniejszych z nich należą:

- zastosowanie jako platformy systemowej sieciowego systemu operacyjnego czasu rzeczywistego - QNX,
- zbudowanie redundanтной sieci PROFIBUS FMS łączącej sterowniki SIMATIC i stacje komputerowe,
- zainstalowanie redundanтных stacji przetwarzających (SD1, SD2) - praca stacji w „gorącej” rezerwie,
- zapewnienie niezawodnego i buforowanego układu zasilania,
- zastosowanie separacji galwanicznej w najważniejszych obwodach pomiarowych,
- wykorzystanie odpornych na zakłócenia połączeń światłowodowych,
- zastosowanie wielopoziomowej struktury uprawnień dostępu do stacji operatorskich, zabezpieczającej system przed nieuprawnioną ingerencją.

### Podsumowanie

Przedstawiona aplikacja ilustruje możliwość niezawodnej współpracy wielu urządzeń i systemów na jednym obiekcie. Jest to możliwe, gdyż wykorzystano profesjonalne i sprawdzone technologie: renomowane sterowniki Simatic S7-400, system komunikacji przemysłowej Profibus oraz niezawodne oprogramowanie nadzorujące i integrujące PRO-2000.

**mgr inż. Janusz Gogół**  
**ZEISAP MikroB S.A.**  
**www.mikrobsa.com.pl**