



Politechnika Łódzka  
Instytut Elektroenergetyki



Stowarzyszenie Elektryków Polskich  
Koło przy PGE Elektrownia Bełchatów SA



PGE Elektrownia Bełchatów SA

## IX MIĘDZYNARODOWA KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

# **ELEKTROWNIE CIEPLNE** **EKSPLLOATACJA – MODERNIZACJE – REMONTY** **1-3 CZERWCA 2009, SŁOK K/BELCHATOWA**

## **MOŻLIWOŚCI SWOBODNEJ INTEGRACJI SIMATIC PCS7 Z SYSTEMAMI ZEWNĘTRZNYMI NA PRZYKŁADZIE IMOS RYBNIK**

**Marcin Gąsior, Tomasz Grzesik**  
ASKOM Sp. z o.o.

### Streszczenie

Niniejsze opracowanie przedstawia możliwości systemu DCS - SIMATIC PCS7 firmy SIEMENS zastosowanego do sterowania Instalacją Mokrego Odsiarczania Spalin Elektrowni Rybnik w zakresie integracji z autonomicznymi systemami związanymi bezpośrednio z technologią mokrego odsiarczania, jak i z systemami automatyki bloków oraz sterowania gospodarkami pomocniczymi.

### **WPROWADZENIE**

#### **Umiejscowienie instalacji mokrego odsiarczania spalin w układzie technologicznym Elektrowni Rybnik**

Wybudowana w latach 2006-2008 w Elektrowni Rybnik Instalacja Mokrego Odsiarczania Spalin została zaprojektowana tak, aby odsiarczać spaliny z bloków 2,3,4 i 7. Pozostałe bloki energetyczne 1,5,6 i 8 są odsiarczane wybudowanymi wcześniej instalacjami pracującymi na metodzie półsuchej. Wielkość instalacji została tak dobrana, aby uzyskana redukcja emisji dwutlenku siarki gwarantowała maksymalną produkcję Elektrowni przy zachowaniu rygorów emisji zanieczyszczeń.

#### **Technologia mokrego odsiarczania spalin**

Kluczowym elementem instalacji odsiarczania spalin są dwa absorbery. Zasiarczone spaliny z bloków wspólnym kolektorem są doprowadzone do dwóch absorberów poprzez wentylatory wspomagające. W absorberach specjalne dysze przepływają spaliny zawieszoną zmieloną kamienia wapiennego i gipsu. Ten proces powoduje pochłonięcie dwutlenku siarki ze spalin i przejście do zawiesziny absorbującej. Oczyszczone spaliny wyprowadzone są przez dwuprzewodowy komin mokry. Przechwycone przez zawieszinę płuczącą związki siarki łączą się z węglanem wapnia będącym składnikiem kamienia wapiennego i po natlenieniu w studni absorbera tworzą kryształy gipsu. Zawieszina ze studni absorbera jest pompowana do

stacji hydrocyklonów gdzie następuje separacja kryształów gipsu od nieprzereagowanego sorbentu oraz wstępne zagęszczenie zawiesiny gipsu. Zawiesina gipsu podawana jest do wirówek gipsu gdzie następuje jej odwodnienie i w tej postaci trafia do odbiorców. Dla obecnie spalanych gatunków węgla w Elektrowni Rybnik instalacja „produkuje” prawie 90 tys. ton gipsu w ciągu roku zużywając jednocześnie ponad 50 tyś. ton sorbentu. Dla swojego funkcjonowania instalacja zużywa do 250 m<sup>3</sup> wody w ciągu godziny wytwarzając ponad 20 m<sup>3</sup> ścieków poprocesowych [1].

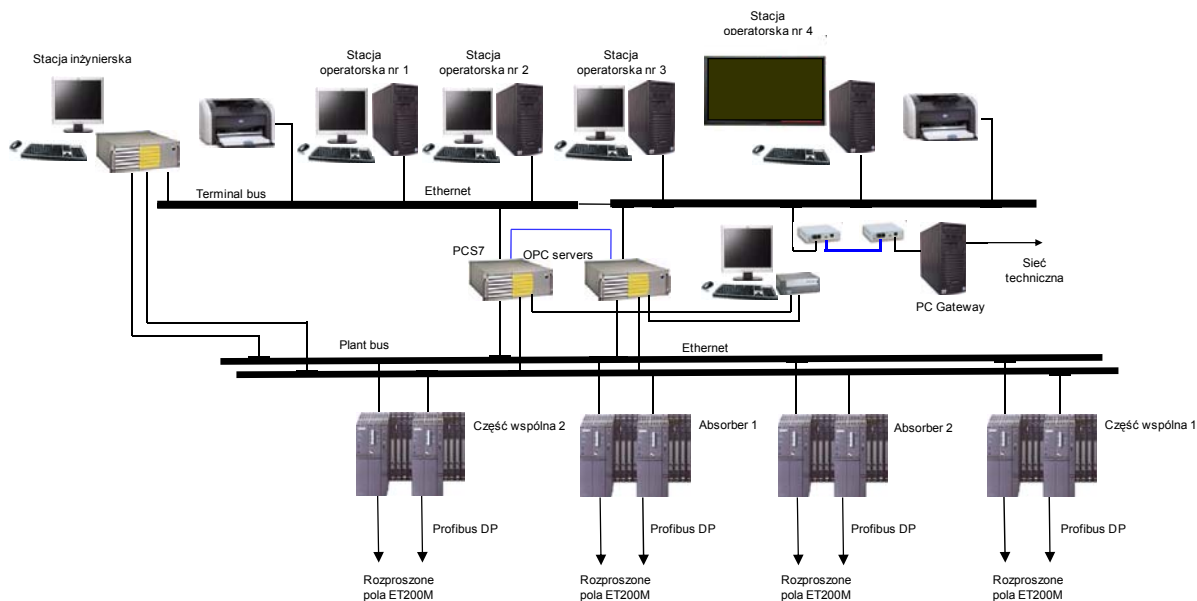
Ścieki wytwarzane przez IMOS są zużywane jako woda procesowa w funkcjonujących na pozostałych blokach energetycznych pól suchych instalacjach odsiarczania spalin. Natomiast gips po odwirowaniu jest składowany w magazynie gipsu, a stamtąd bezpośrednio ładowany na wagony lub samochody i wysyłany do klientów.

## KONFIGURACJA SYSTEMU PCS7 DLA IMOS RYBNIK

### Opis systemu sterowania

Kluczowe znaczenie pracy IMOS dla całego układu technologicznego elektrowni postawiło przed systemem sterowania bardzo wysokie wymagania odnośnie niezawodności. Inwestor postawił warunek, aby dyspozycyjność instalacji AKPIA była nie mniejsza niż 98,5% w ciągu roku. Praca instalacji na potrzeby czterech bloków powoduje, że zatrzymanie systemu sterowania nawet na krótki okres czasu praktycznie nie wchodzi w rachubę. Zachowanie wymaganej dyspozycyjności wymagało więc zaprojektowania systemu pozwalającego dokonywać wszelkich czynności typu: zmiany oprogramowania aplikacyjnego, rozszerzenia konfiguracji sprzętowej, skuteczną diagnostykę i wymianę uszkodzonych modułów, bez zatrzymywania jego pracy.

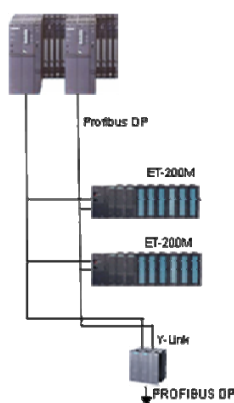
Aby spełnić tak wysoko postawione wymagania zastosowano system SIMATIC PCS7 firmy Siemens w konfiguracji z pełną redundancją (rys.1) - od warstwy operatorskiej poprzez serwery systemu, sieci terminalowe, procesory w stacjach automatyki oraz sieci obiektowe PROFIBUS DP.



rys1. Konfiguracja systemu SIMATIC PCS7 – część centralna

Architekturę systemu sterowania (rys.1, rys.2) można podzielić na kilka podstawowych grup:

- warstwa sterowania obejmująca stacje automatyki
- dwa redundantne serwery systemu
- warstwa operatorska zbudowana na czterech stacjach, w tym jedna z szerokoformatowym monitorem LCD 65’’
- sieć ethernet warstwy operatorskiej ( terminal bus )
- sieć ethernet łącząca stacje automatyki z serwerami systemu ( plant bus )
- redundantna sieć obiektowa Profibus DP oraz kasyety oddalonych modułów I/O (rys.2)



rys2. Kasyety oddalonych modułów I/O – ET200M oraz moduł Y-Link- przykład połączenia

### Warstwa sterowania

Warstwa sterowania zawiera 4 stacje automatyki oparte o redundantne sterowniki serii SIMATIC S7-400H po jednym dla każdego absorbera oraz dwa dla części wspólnej technologii, każdy z procesorem SIMATIC s7-417H.

Podział taki umożliwia odstawienie jednego z absorberów, razem z jego układem sterowania, przy dalszej pracy pozostałej instalacji. Każdy sterownik w stacji automatyki jest sterownikiem typu H. Posiada więc dwa procesory działające niezależnie, każdy na swoim odcinku magistrali i łączy się dwoma niezależnymi procesorami komunikacyjnymi z dwoma niezależnymi sieciami systemowymi ethernet (plant bus). Takie rozwiązanie zapewnia pracę systemu nawet w trakcie uszkodzenia jednego z procesorów lub procesora komunikacyjnego oraz pozwala na rozbudowę konfiguracji bez konieczności zatrzymywania pracy systemu.

### Redundantne serwery systemu

Dwa serwery danych systemu SIMATIC PCS7 posiadają moduł programowy zapewniający im pełną redundancję pracy oraz wyrównywanie archiwów danych. Bazą sprzętową są komputery firmy SIEMENS w wykonaniu przemysłowym do zabudowy w szafach. Każdy z serwerów jest podłączony do dwóch sieci systemowych ethernet (plant bus), jak i do sieci ethernet warstwy operatorskiej (terminal bus).

## **Warstwa operatorska**

Podstawowymi składnikami warstwy operatorskiej są:

- stacje operatorskie – 3 szt.
- stacja operatorska wyposażona w monitor wielkoformatowy – 1 szt.
- stacja inżynierska – 1 szt.
- drukarki – 2szt.

Stacje operatorskie zostały zbudowane na komputerach marki Fujitsu-Siemens wyposażonych w monitory 19". Jedna ze stacji operatorskich została wyposażona w monitor wielkoformatowy LCD 65". Na stacji tej przygotowano specjalną maskę synoptyczną całej technologii IMOS. Natomiast bazą sprzętową dla stacji inżynierskiej jest komputer firmy SIEMENS w wykonaniu przemysłowym. Stacja ta służy do diagnostyki i wprowadzania ewentualnych zmian w systemie.

### **Sieć Ethernet warstwy operatorskiej**

Połączenia pomiędzy serwerami systemu a komputerami stacji operatorskich zrealizowane są siecią ethernet (terminal bus). Z uwagi na fakt, że wszystkie komputery z warstwy operatorskiej oraz serwery systemu są zabudowane w jednej szafie, połączenia sieciowe były proste do wykonania oraz odporne na ewentualne uszkodzenia. Elementami aktywnymi są przełącznice SCALANCE firmy SIEMENS.

### **Sieć Ethernet stacji automatyki**

Połączenia pomiędzy stacjami automatyki a serwerami systemu zrealizowane są dwoma niezależnymi sieciami ethernet (plant bus). W takiej konfiguracji uszkodzenie lub błędy w jednej sieci nie powodują zawieszenia komunikacji.

### **Redundantna sieć obiektowa Profibus DP**

Wszystkie wejścia/wyjścia w systemie są podłączane do modułów w polach oddalonych ET-200M. Moduły są zainstalowane na magistrali aktywnej, pozwalającej na ich wymianę w trakcie pracy systemu (hot swap). Pozostałe, nieuszkodzone moduły w polu pracują w trakcie wymiany bez zakłóceń.

Każde z pól ET-200M łączy się ze sterownikiem H za pomocą podwójnej redundantnej sieci Profibus DP. W tym celu są one wyposażone w podwójny interfejs DP, utrzymujący w trakcie uszkodzenia jednej z sieci normalną komunikację i pracę systemu. Sieci Profibus DP łączące stacje automatyki z oddalonymi polami ET200M wykonane są w technice światłowodowej.

## **WYMAGANIA SYSTEMU IMOS W ZAKRESIE INTEGRACJI Z AUTONOMICZNYMI SYSTEMAMI ZEWNĘTRZNYMI**

W ślad za układem technologicznym IMOS, który poprzez odbiór spalin i wykorzystanie wody podprocesowej został połączony z układem technologicznym wszystkich ośmiu bloków, przed systemem sterowania IMOS postawiono wymaganie integracji zarówno z systemami blokowymi, jak i z systemami sterowania istniejących instalacji odsiarczania

metodą półsuchą. Dodatkowo, złożony charakter samej instalacji mokrego odsiarczania spowodował, że system musiał zapewnić komunikację z wieloma autonomicznymi układami sterowania poszczególnych urządzeń technologicznych jak i z układami pomocniczymi.

Do systemu należało podłączyć:

- układy sterowania instalacjami pomocniczymi IMOS tj. HVAC (centrala klimatyzacji i wentylacji), wirówki dekantacyjne, wirówki gipsu, wygarniacz gipsu
- system pomiaru emisji spalin
- koncentrator komunikacyjny dla zespołów CZAŻ firmy ZEG Energetyka
- stacje operatorskie na nastawniach blokowych oparte na oprogramowaniu ASIX
- systemy blokowe oparte o rozwiązania firmy Emerson (Ovation, WDPF)

Dodatkowo dane technologiczne z instalacji należało udostępnić:

- w sieci technicznej elektrowni
- do systemu SAP elektrowni

## **REALIZACJA INTEGRACJI SYSTEMU SIMATIC PCS7 Z AUTONOMICZNYMI SYSTEMAMI ZEWNĘTRZNYMI**

SIMATIC PCS7 firmy SIEMENS dzięki dostępności otwartych protokołów Modbus RTU, Modbus TCP, OPC oraz specjalizowanych modułów komunikacyjnych pozwolił zrealizować w prosty sposób wszystkie powyższe połączenia z autonomicznymi systemami zewnętrznymi. Zastosowanie sieci Profibus DP do komunikacji obiektowej zapewniło niezawodność systemu i odporność na zakłócenia w warunkach przemysłowych. Ponieważ systemy zewnętrzne bazowały na pojedynczej magistrali Profibus DP, do redundantnego systemu sterowania IMOS zostały podłączone poprzez dedykowane moduły sprzęgające Y-Link firmy SIEMENS.

### **Instalacje pomocnicze IMOS**

Wszystkie instalacje pomocnicze IMOS (HVAC, wirówki dekantacyjne, wirówki gipsu, wygarniacz gipsu) zostały podłączone do SIMATIC PCS7 poprzez światłowodową sieć Profibus DP. Urządzenia zostały zbudowane na sterownikach serii SIMATIC S7-300 firmy SIEMENS. Cechowały się nieredundantną siecią Profibus DP, dlatego do podłączenia ich do redundantnej sieci systemu SIMATIC PCS7 użyto modułu Y-Link. Łącznie system wymienia z nimi przez sieć około 800 sygnałów. Są to zarówno sygnały statusowe jak i sterujące.

### **System pomiaru emisji spalin**

Dane ze sterowników obsługujących pomiary emisji przekazywane są światłowodową siecią Profibus DP do stacji automatyki systemu SIMATIC PCS7 obsługującej część wspólną IMOS. W tym przypadku również do podłączenia sterowników pomiarów emisji użyto modułu Y-Link.

Drugie połączenie, również wykonane w technice światłowodowej, służy do przekazywania danych poprzez sieć ethernet, protokołem S7-connection, ze sterownika emisji bezpośrednio do serwera emisji EMIOS. Na serwerze tym są liczone raporty emisji, udostępniane użytkownikom w sieci technicznej Elektrowni.

Łącznie system SIMATIC PCS7 wymienia około 160 sygnałów. Są to głównie pomiary oraz sygnały statusowe.

### **Koncentrator komunikacyjny dla zespołów CZAZ**

Dostawca urządzeń w rozdzielni 6kV zastosował koncentrator, który zbiera wszystkie informacje statusowe oraz pomiary z pól tej rozdzielni. System sterowania IMOS został podłączony do koncentratora za pomocą sterownikowego gateway'a zbudowanego na bazie procesora SIMATIC S7-315PN/DP. Stacja automatyki części wspólnej systemu IMOS podłączona została do gateway'a poprzez moduł Y-Link siecią Profibus DP. Koncentrator natomiast został podłączony do gateway'a poprzez sieć ethernet. Oprogramowanie gateway'a umożliwia odczyt danych z koncentratora za pomocą protokołu Modbus TCP (sieć ethernet) oraz ich udostępnianie w sieci Profibus DP.

Łącznie system nadrzędny wymienia około 90 sygnałów. Są to głównie pomiary oraz sygnały statusowe.

### **Stacje operatorskie na nastawniach blokowych oparte na oprogramowaniu ASIX**

Wymaganiem Inwestora było, aby ważne sygnały dotyczące przepływu spalin oraz sterowanie klap spalin możliwe było nie tylko z systemu sterowania instalacją mokrego odsiarczania, ale także z nastawni blokowych. Dlatego system IMOS oparty na SIMATIC PCS7 należało zintegrować z istniejącym systemem sterowania i nadzoru elektrofiltrów oraz suchego odsiarczania spalin, który został zbudowany na bazie systemu wizualizacji ASIX firmy ASKOM. Połączenie to zostało zrealizowane za pomocą kolejnego sterownikowego gateway'a, zbudowanego w oparciu o procesor SIMATIC S7-315-2DP. Odpowiednia stacja automatyki systemu IMOS została podłączona do gateway'a poprzez moduł Y-Link siecią Profibus DP. Z drugiej strony gateway, wykorzystując protokół S7-Connection, poprzez sieć Profibus DP istniejącego systemu elektrofiltrów został podłączony do stacji operatorskich obsługujących systemy elektrofiltrów i systemy odsiarczania metodą półsuchą.

Łącznie system nadrzędny wymienia około 220 sygnałów. Są to pomiary, sygnały statusowe oraz sterowanie klapami spalin.

### **Systemy blokowe oparte o rozwiązania firmy EMERSON**

System automatyki IMOS został połączony także czterema liniami szeregowymi RS485, po protokole MODBUS RTU, z systemami automatyki bloków 2, 3, 4 i 7 firmy EMERSON takimi jak Ovation oraz WDPF. Po stronie systemu SIMATIC PCS7 komunikację realizuje procesor CP340 zabudowany w polu oddalonym ET200M. Połączenie to zostało wykonane w celu wizualizacji klap spalin oraz ważnych sygnałów dotyczących przepływu spalin.

Dodatkowo ważne sygnały związane ze sterowaniem klap spalin są wymieniane pomiędzy systemem IMOS a systemami bloków 2,3,4,7 bezpośrednimi połączeniami na zasadzie punkt do punktu. W tym celu konfiguracja każdego systemu blokowego została rozszerzona o odpowiednie moduły wejść binarnych oraz wyjść binarnych.

Łącznie system nadrzędny wymienia około 300 sygnałów. Są to pomiary oraz sygnały statusowe związane z przepływem spalin.

### **Udostępnienie pełnej informacji technologicznej w sieci technicznej elektrowni Rybnik**

Istniejąca w Elektrowni Rybnik sieć techniczna, udostępnia na platformie systemu wizualizacji ASIX wszystkie informacje dotyczące systemów blokowych oraz gospodarek pozablokowych. Inwestor oczekiwał więc, że w sieci technicznej pojawią się wszystkie informacje technologiczne o instalacji mokrego odsiarczania na takim samym poziomie szczegółowości jak u operatora instalacji. Realizacja tego zadania wymagała zaprojektowania serwera pomostowego - PC Gateway - bazującego na licencji serwera danych systemu ASIX. Serwer ten podłączony jest siecią ethernet do redundantnych serwerów SIMATIC PCS7 systemu IMOS. Do odczytu danych z serwerów SIMATIC PCS7 został wykorzystany driver OPC, przez który PC Gateway odczytuje wszystkie dane związane z technologią odsiarczania spalin i przekazuje je do sieci technicznej. W sieci technicznej dane prezentowane są poprzez aplikację DIR, jak również przez system trendów. System trendów bazuje na danych historycznych, które są archiwizowane lokalnie na serwerze PC Gateway. Użytkownicy sieci technicznej, a jest ich w Elektrowni Rybnik ponad 100, podłączają się do PC Gateway'a, a nie bezpośrednio do serwerów systemu SIMATIC PCS7. Jest to bardzo istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa systemu sterowania oraz kontroli obciążenia serwerów zadaniami. Łącznie PC Gateway odczytuje ponad 4500 zmiennych oraz archiwizuje ponad 430 zmiennych. Użytkownicy sieci technicznej mają więc wgląd do pełnej informacji o IMOS.

### **Udostępnianie danych do systemu SAP**

System sterownia IMOS został także przygotowany do wymiany danych z systemem SAP, poprzez tekstowy plik wymiany o uzgodnionym formacie. Plik ten będzie przygotowany przez serwer pomostowy PC Gateway oraz udostępniony w sieci zakładowej Elektrowni Rybnik.

### **PODSUMOWANIE**

Wybór systemu sterowania SIMATIC PCS7 firmy SIEMENS okazał się trafionym i bardzo skutecznym rozwiązaniem wdrożonym na czas wg bardzo napiętego harmonogramu realizacji inwestycji. Wykorzystanie standardowych protokołów Modbus RTU, Modbus TCP, możliwości technologii OPC, różnych funkcji sieci PROFIBUS pozwoliło w pełni zrealizować wymagania postawione przed systemem. Współpracując z systemami blokowymi i pozablokowymi stał się integralną częścią wzajemnie powiązanych systemów automatyki elektrowni.

### **Literatura**

1. A. Korus: „Elektrownia Rybnik ukończyła inwestycję IMOS”, Materiał ze strony internetowej [www.elektrownia.rybnik.pl](http://www.elektrownia.rybnik.pl).

## **SIMATIC PCS7 capabilities for free integration with external systems on Wet Desulphurization Plant of Power Plant Rybnik**

### Abstract

SIMATIC PCS7 system applied in redundant configuration has fulfilled the requirements of highest availability demanded from the control system of new Wet Desulphurization Plant at power plant Rybnik. The redundancy covered key system elements – from operator level, through process data servers and terminal networks to CPU's of control stations and plant buses.

Available in SIMATICS PCS7 open protocols ( Modbus RTU, Modbus TCP and OPC ) as well as specialized communication modules ( Y link ) allowed to implement in a flexible and effective way all requested communication links to autonomous control systems of a number of power plant installations and auxiliary systems which are technologically related to the WDP plant.

SIMATIC PCS7 interacting with power units and auxiliary systems has become an integral part of the power plant control systems .