

System sterowania nadrzędnego w Wydziale Elektrociepłowni Huty Katowice S.A.

W Wydziale Elektrociepłowni Huty Katowice przeprowadzono prace związane z modernizacją systemów sterowania i kontroli pracy czterech generatorów 36 MW i trzech turbodmuchaw tej samej mocy, które tłoczą do wielkiego pieca wzbogacone w tlen powietrze.

Na rys. 1 przedstawiono sieciową strukturę całego systemu sterowania.

Wprowadzane systemy zostały zaprojektowane w oparciu o sterownik PLC **GE Fanuc** serii **90-30** współpracujący z sieciowym systemem wizualizacji **FIX32 v.6.15PL** firmy **Intellution**. W systemach tych wprowadzono rozbudowane funkcje redundancji polegające na wprowadzeniu podwójnych elementów sprzętowych i odpowiednich mechanizmów programowych dla zapewnienia ciągłej pracy systemów sterowania.

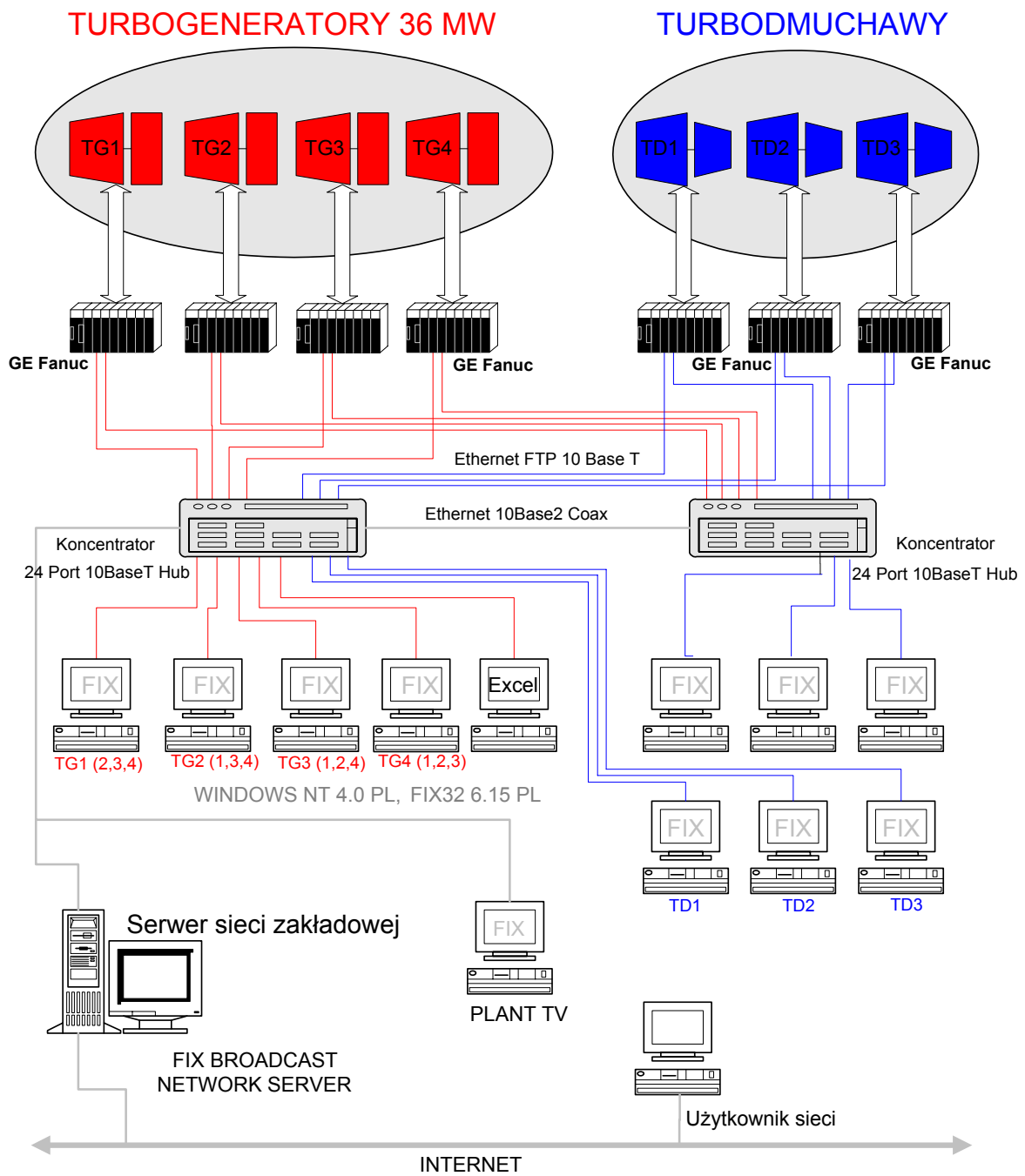
Jak pokazano na rys. 1 wspólną sieć obiektową i systemową zrealizowano w oparciu o sieć Ethernet o gwiazdzystej strukturze na platformie programowej **Windows NT v. 4.0PL**.

Funkcje redundancji w sieci są zapewnione dzięki zastosowaniu w sterownikach **GE Fanuc** podwójnych modułów Ethernet oraz dzięki zastosowaniu dwóch koncentratorów dla gwiazdzystej struktury sieci. Połączenia elementów sieci obiektowej, które przedstawia rysunek zapewniają bezawaryjną komunikację w przypadku uszkodzenia jednej gałęzi lub koncentratora.

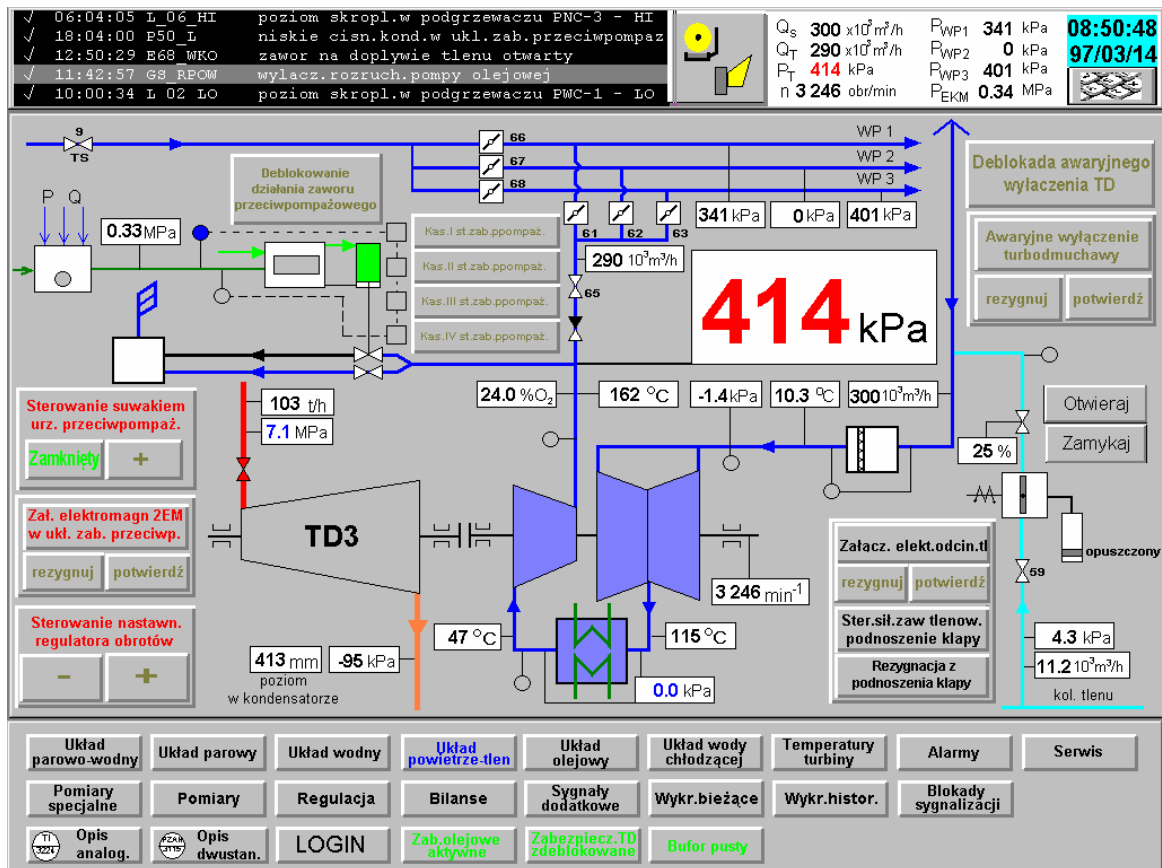
W ten sposób gwiazdzista struktura sieci z podwójnymi koncentratorami zapewnia niezawodność w komunikacji.

Redundancje stacji operatorskich zapewnia się najczęściej przez ich podwojenie, tak jak to ma miejsce w przypadku stacji turbodmuchaw..

Ponadto na rys.1 pokazano możliwości pakietu **FIX32** w środowisku sieci Internet. W tym zakresie wykorzystuje się **FIX Broadcast Network**, który jest doskonałym narzędziem pomagającym wszystkim osobom, których praca zależy od okresowych informacji, do podejmowania decyzji technologicznych. **FIX Broadcast Network** używa mechanizmu rozgłaszania informacji do wysyłania raportów poprzez Internet. Rozgłaszanie informacji następuje automatycznie.



Rys.1. Struktura sieciowa systemu sterowania czterema turbogeneratorami (TG1-TG4) i trzema turbodmuchawami (TD1-TD3) w EC Huty Katowice.



Rys. 2. Ekran synoptyczny do kontroli parametrów dmuchu.

Ekran synoptyczne

Głównym zadaniem systemów sterowania i wizualizacji jest monitorowanie, rejestracja oraz regulacja zmiennych procesowych obiegów oleju, pary, wody, kondensatu i wodoru zapewniających prawidłową pracę turbogeneratorów i turbodmuchaw.

Funkcje wizualizacji, sterowania oraz diagnostyki systemu realizowane są na następujących ekranach:

1. Układ parowo-wodny
2. Układ parowy
3. Układ wodny
4. Układ powietrze - tlen
5. Układ obiegu oleju
6. Układ wody chłodzącej
7. Temperatury turbiny
8. Alarmy
9. Bufor zdarzeń awaryjnych
10. Pomiar specjalne
11. Wykresy słupkowe
12. Obwody regulacyjne
13. Bilanse energetyczne
14. Układy sygnalizacji
15. Wykresy bieżące
16. Wykresy historyczne
17. Blokady sygnalizacji akustycznych
18. Informacje serwisowe
19. Statusy sterownika
20. Dynamiczna charakterystyka pompażu

Większość z powyższych funkcji to typowe zadania systemów sterowania nadrzędnego, lecz są wśród nich rozwiązania zasługujące na szczególną uwagę.

Należą do nich następujące zadania:

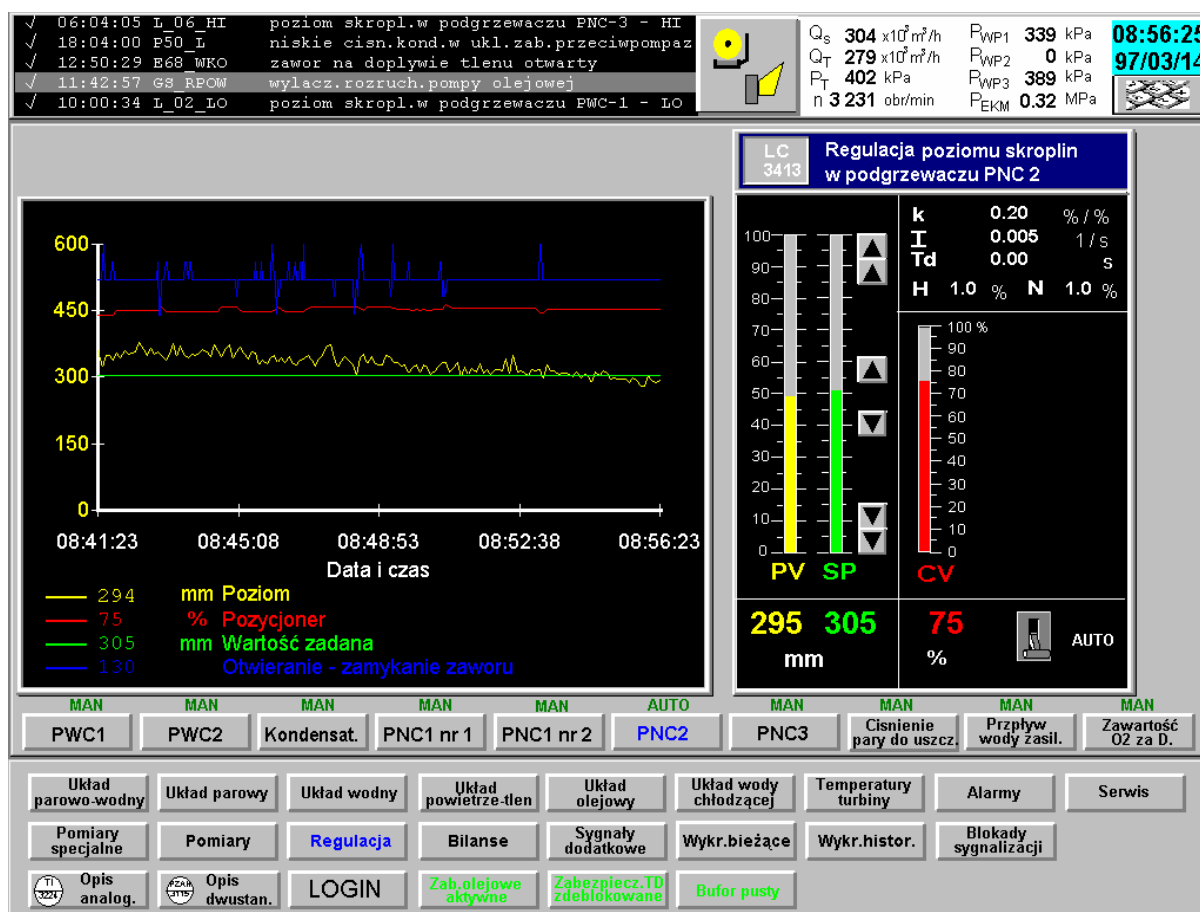
1. Regulacja trójpołożeniowa, która używa bloku funkcyjnego PID w sterowniku GE Fanuc.
2. Raportowanie z wykorzystaniem sieciowego mechanizmu NetDDE i arkusza kalkulacyjnego MS Excel.
3. Funkcje specjalne zrealizowane przy pomocy bibliotek **EDA** (*Easy Database Access*).
4. Rejestracja zdarzeń po wystąpieniu awarii, z rozdzielczością 1 ms, z wykorzystaniem procedury przerw czasowych w sterowniku oraz bufora zdarzeń pakietu **FIX32 MHP** (*Message Handler Package*).

Regulacja trójpołożeniowa

Wszystkie regulacje trójpołożeniowe oprogramowane są w sterowniku w oparciu o blok funkcyjny PID. W systemie wizualizacji przebiegi tych regulacji są obrazowane na ekranach przedstawionych na rys. 2. Panel regulatora jest obiektem graficznym wspólnym dla wszystkich układów regulacji. Obiekt ten jest połączony z kolejnymi zestawami zmiennych i parametrów regulatorów PID, przy pomocy mechanizmu zmiennych grupowych (*Tag Group*).

Panel regulatora umożliwia prowadzenie kontroli regulacji oraz obserwację na wykresie czasowym przebiegu zmiennej procesowej, jej wartości zadanej, wielkości sterującej i dwustanowych zmiennych sterujących elektrycznymi napędami siłowników poszczególnych zaworów.

Ponadto panel udostępnia, po podaniu hasła, zmianę nastaw regulatora.



Rys. 2. Ekran regulatora trójpołożeniowego PID.

Raportowanie

Pakiet FIX32 udostępnia kilka mechanizmów generowania raportów w tym m.in.:

1. Generator raportów wykorzystujący arkusz kalkulacyjny **MS Excel**.
2. Wymiana danych z wykorzystaniem poleceń języka **SQL**.
3. Wymiana danych z innymi aplikacjami środowiska MS Windows za pomocą protokołów dynamicznej wymiany danych **DDE i NetDDE**.
4. Udostępnianie zmiennych z obiektowej bazy danych systemu **FIX32** przy pomocy narzędzi dostępu do bazy danych **HDA i EDA**.

W tym przypadku raporty tworzone przez aplikację arkusza kalkulacyjnego **MS Excel**, który jest uruchomiony na oddzielnym komputerze włączonym do sieci z wykorzystaniem sieciowych możliwości systemu operacyjnego Windows NT oraz protokołu NetDDE. O wyborze tego rozwiązania zdecydowało to, że można dokonywać modyfikacji oprogramowania raportów na oddzielnym komputerze bez ingerencji w aplikacje poszczególnych stacji operatorskich.

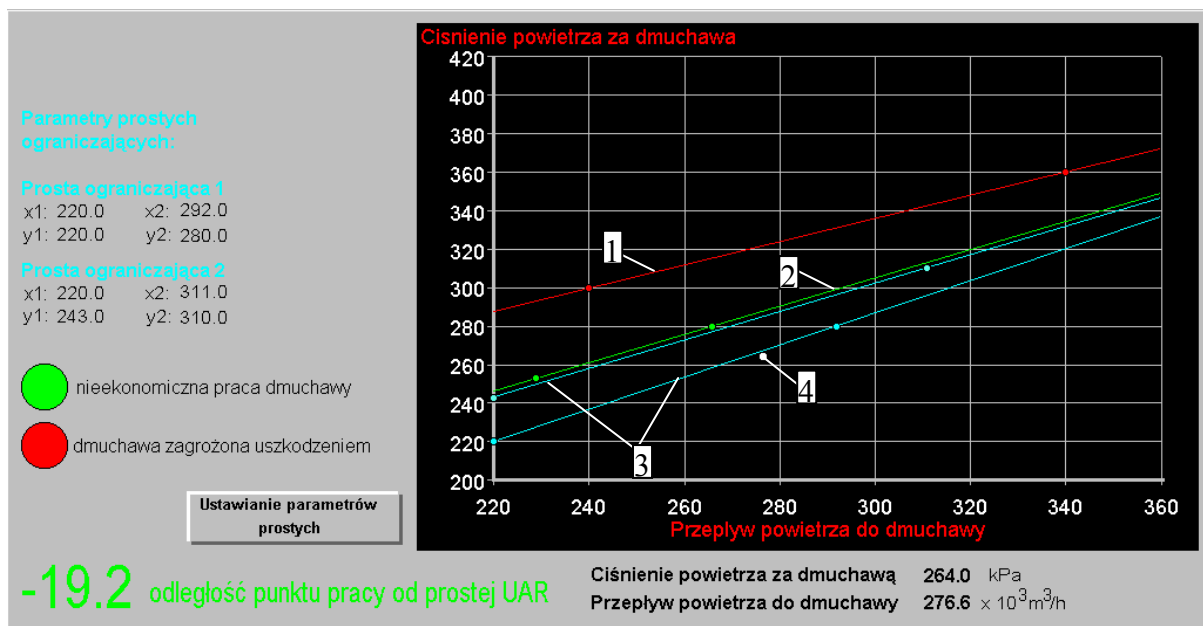
Zestaw generowanych raportów obejmuje: raport godzinowy ruchu dmuchawy, raport dobowy oraz bilans dobowy i bilans roczny.

Oprogramowanie funkcji specjalnych

W aplikacji systemu sterowania zastosowano biblioteki **EDA** do zapisu danych bilansowych z obiektowej bazy danych systemu **FIX32** do plików tekstowych.

Zmienne bilansowe turbodmchawy są okresowo (ze swobodnie konfigurowalnym horyzontem czasowym) zapisywane do pliku tekstowego, co eliminuje możliwość ich utraty w razie konieczności restartu systemu (np. w celach serwisowych). Po restarcie systemu dane zostają odczytane z pliku tekstowego przy pomocy istniejących w systemie **FIX32** instrukcji programowania skryptów (Command Language).

Oprócz zapisu danych bilansowych do pliku, biblioteki **EDA** zostały wykorzystane do przedstawienia charakterystyki dynamicznej gazu tzw. **charakterystyki pompażu** pokazanej na rys.3.



1. Prosta pompażu, 2. Prosta UAR, 3. Proste ograniczające obszar ekonomicznej pracy, 4. Punkt pracy turbodmchawy

Rys.3. Ekran z charakterystyką pompażu.

Podczas pracy turbodmuchawy na bieżąco obliczana jest odległość punktu pracy od prostej UAR (Układ Automatycznej Regulacji) 2, co pomaga kontrolować odchyłki ciśnienia i przepływu dmuchu od wartości optymalnych.

Przesunięcie punktu pracy dmuchawy 4 poza obszar, który jest ograniczony prostymi 3, powoduje wypisanie komunikatu alarmowego. Komunikaty te są niezwykle istotne, gdyż praca poniżej obszaru wyznaczonego prostymi 3 może spowodować uszkodzenie turbodmuchawy, zaś praca powyżej jest nieekonomiczna. Parametry prostych są dowolnie konfigurowalne i każda zmiana jest natychmiast uwzględniana w obliczeniach wykonywanych w programie z zastosowaniem mechanizmów dostępu do obiektowej bazy danych.

Narzędzia dostępu do bazy danych (*FIX Database Access Toolkit*)

Oprogramowanie to umożliwia rozszerzenie standardowych funkcji dostarczonych przez pakiet **FIX32**. Używając języka C lub Visual Basic możemy napisać własne programy, które pozwolą nam uzyskać dostęp do danych bieżących i historycznych.

Oprogramowanie takie projektuje się wykorzystując następujące pakiety programowe:

- **HDR (*Historical Data Report*) do raportowania**

Program HDR pozwala w prosty sposób eksportować dane historyczne do plików typu CSV. Plik wynikowy może zostać użyty przez inną aplikację np. MS Excel. HDR może eksportować dowolną liczbę zmiennych w pojedynczym raporcie. HDR jest aplikacją napisaną przy pomocy przedstawionego poniżej pakietu *Historical Data Access*. W pakiecie *FIX Database Access Toolkit* znajduje się kod źródłowy (Visual Basic) tej aplikacji, można więc dokonać dowolnych zmian w programie dostosowując go do potrzeb użytkownika.

- **HDA (*Historical Data Access*) dostępu do danych historycznych**

Pakiet HDA pozwala aplikacjom napisanym w języku C lub Visual Basic na:

- czytanie danych historycznych pakietu **FIX32**,
- importowanie i wczytywanie danych Lab Data do systemu **FIX32**.

Lab Data są to dane wygenerowane przez inną aplikację (np. MS Excel).

Programy napisane z wykorzystaniem HDA mogą pracować bez uruchomionego systemu **FIX32**, musi on być jedynie zainstalowany i skonfigurowany.

- **EDA (*Easy Database Access*) dostęp do bazy danych**

Biblioteki **EDA** są napisane w języku C. Do pisania własnych programów korzystających z **EDA** zaleca się użycie Visual C++ 4.0. Pozwala to na prosty i szybki dostęp do rzeczywistych danych zbieranych przez system **FIX32**. Możliwy jest nie tylko odczyt i zapis danych, ale również śledzenie zmian zmiennych z bazy danych **FIX32**.

W przypadku sieci komputerów uzyskuje się dostęp do wszystkich danych z węzłów **FIX32**.

Do oprogramowania zadań komunikacyjnych z innymi elementami systemu sterowania służy pakiet **I/O Driver Toolkit**. Pakiet ten jest kodem źródłowym prostego drajwera, który można uruchomić i testować na dwóch komputerach połączonych łączem RS232. Oprogramowanie własnego drajwera polega na implementacji w środowisku **I/O Driver Toolkit** własnego protokołu komunikacyjnego.

Warto podkreślić, że drajwery pakietu **FIX32** są niezwykle efektywne dzięki temu, że przekazywanie danych jest realizowane z wykorzystaniem bibliotek DLL. Zadanie wymiany danych **POLL TASK** tworzy obraz procesu **DIT (Driver Image Table)**, który jest jednocześnie obszarem wymiany danych pomiędzy bazą danych pakietu **FIX32** i urządzeniem.

Rejestrator zdarzeń awaryjnych z rozdzielczością czasową 1 ms

Szczególnie interesująca i mająca duże znaczenie praktyczne w systemach sterowania turbodmuchaw i turbogeneratorów jest funkcja rejestrowania zdarzeń awaryjnych z rozdzielczością czasową 1 ms z wykorzystaniem dostępnych w sterowniku GE Fanuc bloków synchronicznych przerw czasowych.

Funkcja ta w sytuacji awaryjnych wyłączeń przez układy zabezpieczeń zapewnia rejestrację zdarzeń następujących po takim wyłączeniu.

Operator otrzymuje protokół takiego wyłączenia w formie uporządkowanego chronologicznie ciągu zdarzeń, które nastąpiły od początku awarii.

Procedura synchronicznych przerw czasowych z okresem 1 ms jest dostępna w sterownikach GE Fanuc serii 90-30 z jednostkami CPU 341 i 351 poprzez unikalną nazwę **IT0001**.

W aplikacjach sterownikowych wprowadzono blok programowy, który jest uruchomiony w głównym cyklu sterownika i zapewnia, prowadzenie rejestru zdarzeń dyskretnych, na podstawie 40 rejestrowego bufora aktualizowanego co 1 ms. Ponadto spełnia on funkcje sygnalizowania zmian stanu tego bufora w systemie nadrzędnym. W bloku tym opatruje się wszystkie zdarzenia stopką czasową.

Przykładowe sygnały krytyczne, które mogą zostać zarejestrowane w buforze zdarzeń dyskretnych to: niskie ciśnienie oleju regulacyjnego na ssaniu pompy, awaryjne przesunięcie wału turbiny, wyłączenie turbiny od zabezpieczeń elektrycznych generatora, brak napięcia 24VDC w obwodach pomocniczych zabezpieczeń turbiny, zadziałanie zabezpieczeń przeciążeniowych, zadziałanie zabezpieczeń nadprądowo-podnapięciowych, zadziałanie zabezpieczeń różnicowo-prądowych, zadziałanie zabezpieczeń doziemienia stojana, zadziałanie zabezpieczeń turbiny, pobór mocy z sieci 6kV przez generator, załączony wyłącznik wzbudzenia.

Podsumowanie

Aplikacja turbodmuchwy w Hucie Katowice została osadzona na platformie systemu operacyjnego Windows NT v.4.0 PL ze względu na jego niezwykle istotne zalety: wielozadaniowość z wyłączeniem, wielowątkowość, otwarta 32-bitowa architektura klient-serwer, stabilność, pewność działania i jego sieciowe możliwości.

Pakiet FIX 32 dla Windows NT jest aplikacją w pełni 32-bitową zgodnie ze specyfikacją Microsoft Win-32. Pakiet ten został sprawdzony w ponad 75 000 aplikacjach na całym świecie. W aplikacji w Hucie Katowice okazało się, że szczególnie ważne jego cechy to:

- szybka i gwarantowana czasowo komunikacja ze sterownikiem (bez pośrednictwa zawodnego i wolnego protokołu transmisji DDE),
- sygnalizacja braku transmisji (pojawiające się na ekranie w punktach pomiarowych znaki „????” lub „@@@@” odpowiednio dla braku transmisji ze sterownikiem lub z innym komputerem sieciowym) ,
- możliwości redundancyjne serwerów SCADA, z automatycznym przełączaniem węzłów View i stacji podglądu Plant TV przy wielopoziomowym zabezpieczeniu poszczególnych części funkcjonalnych systemu.

Ponadto pakiet FIX32 wyróżnia się spośród innych systemów SCADA następującymi zaletami:

- 100% integralność danych gwarantowana przez producenta,
- możliwość dynamicznych zmian konfiguracji w działającym systemie (on-line configuration),
- niezależne nadawanie uprawnień dla każdego operatora (user-based security),
- możliwość harmonogramowania zadań cyklicznych z uwzględnieniem okresu i faz,
- możliwość tworzenia własnych drajwerów komunikacyjnych i integrowania własnych aplikacji napisanych w języku C++ oraz Visual Basic.
- dokumentacja pakietu, jego menu, pomoc i komunikaty są dostępne w wersji polskiej.

Pakiet FIX32, ze względu na jego możliwości sieciowe, zapewnione przez funkcje SCADA Servera, nadaje się szczególnie do integracji różnych systemów w sieciach ogólnozakładowych. Sieciowe możliwości pakietu mogą być wykorzystywane do sieciowej diagnostyki i modyfikacji działających aplikacji w trybie on-line.

Przedstawiony system został zrealizowany, przy współpracy Zakładu Automatykacji i służb technologicznych Wydziału Elektrociepłowni Huty Katowice S.A., przez :

P.W. SEMAKO Sp. z o.o., we współpracy z: **AB-MICRO s.c.**
Biuro Techniczne GLIWICE,

ul. Kościuszki 1c
44-100 GLIWICE,
Tel. (0-32) 31-22-41,
Fax (0-32) 31-68-69 .

ul. Wieczorka 33,
44-100 GLIWICE,
Tel./Fax (0-32) 38-80-64,
(0-32) 278-60-27.

dr inż. Tadeusz Legierski
mgr inż. Marek Wróbel
mgr inż. Łukasz Mańka