

Henryk WRODARCZYK
Andrzej SPYRA
 P.W.D.T. TECHNICAD SP. Z O.O.

P.W.D.T. TECHNICAD SP. Z O.O.
 44-107 GLIWICE, UL. KOZIELSKA 18

STACJONARNY SYSTEM DO NADZORU I WIBRODIAGNOSTYKI MASZYN WIRNIKOWYCH Z PRZYKŁADEM APLIKACJI

Streszczenie

W referacie przedstawiono stacjonarny system do nadzoru i diagnostyki maszyn wirnikowych opracowany w Przedsiębiorstwie Wdrażania Diagnostyki Technicznej TECHNICAD Sp. z o.o. w Gliwicach. System zbudowano w oparciu o analogowy zestaw do nadzoru i zabezpieczeń maszyn wirnikowych typu TNC2000 i specjalizowaną część cyfrową SMM do monitorowania i diagnostyki.

Abstract

Presented is stationary system for monitoring and diagnostics of rotating machinery developed by P.W.D.T. TECHNICAD Ltd. System is based on TNC2000 subsystem for supervision and machine protection and digital part SMM for on-line machine monitoring and diagnostic. Described is sample configuration of an application.

Wprowadzenie

Harmonogramy przeprowadzania obsługi serwisowej dużych maszyn wirnikowych typu turbogeneratorów są na ogół ustalane w sposób konserwatywny, co często prowadzi do regularnego demontażu maszyny i wymiany części mimo braku takiej konieczności. „Niepotrzebne” przeglądy maszyn, chociaż w swej intencji mają zapobiegać wystąpieniu uszkodzenia w przyszłości, często powodują więcej szkody, niż gdyby pozwolić na kontynuację eksploatacji maszyny. Tęgo typu „profilaktyczna” obsługa jest kosztowna ze względu na konieczność odstawienia maszyny jak i koszt przewidzianych do wymiany części. Bardziej logiczną wydaje się strategia pozwalająca na identyfikację powstającego uszkodzenia przez monitorowanie stanu maszyny w czasie jej pracy. Możliwość taka powstaje po zainstalowaniu na maszynie specjalizowanej aparatury pomiarowej, która w sposób ciągły dostarcza informacji o bieżącym stanie maszyny, jak i umożliwia porównanie obecnych danych z zapamiętanymi w przeszłości i informuje o wykrytych różnicach lub przekroczeniach parametrów charakteryzujących kondycję maszyny.

Realizację pierwszej aplikacji opisaną wyżej cechach **TECHNICAD** rozpoczął w 1993 roku w Elektrociepłowni Miechowice jako stacjonarny system do ciągłego nadzoru i diagnostyki turbogeneratorów (w Miechowicach eksploatowane są dwa turbozespoły typu 7UC 60 produkcji Zamech Elbląg). Realizacja obejmowała: projekt, dostawy, nadzór nad montażem i uruchomienie. W zakres dostaw naszych wyrobów wchodziły: czujniki, uchwyty do czujników, przetworniki, wzmacniacze standaryzujące, sygnalizatory, zasilacze, oprogramowanie. Pierwszy etap przedsięwzięcia obejmował zainstalowanie i uruchomienie zestawów **TNC2000** na obu turbozespołach. Ich konfiguracja została tak dobrana, aby spełniały one przede wszystkim wymagania producenta turbin w zakresie tzw. pomiarów specjalnych.

W pierwszym okresie po uruchomieniu analogowych obwodów pomiarowych diagnostyka maszyn była prowadzona w trybie **OFF-LINE** z wykorzystaniem Przenośnego Analizatora Rejestrowanego typu **PAR** produkcji **TECHNICAD**. W ostatnim etapie realizacji prac inwestor zdecydował o dalszej jego rozbudowie. W związku z tym **TECHNICAD** opracował i wyposażył system w część cyfrową i oprogramowanie umożliwiające włączenie go do zakładowej sieci komputerowej, co obecnie pozwala na monitorowanie i diagnozowanie nadzorowanych maszyn jak i całego systemu. Włączenia do systemu drugiej i ostatniej maszyny dokonano w grudniu 1995 roku.

Od tamtego czasu w okresie ostatnich trzech lat **TECHNICAD** zrealizował kolejne dostawy i obecnie pełne systemy (do zabezpieczeń i diagnostyki) naszej produkcji pracują w Elektrowni Stalowa Wola – 3 turbozespoły (2x50MW i 120MW), Elektrownia Połaniec 1 turbozespół 200MW (prace na kolejnym bloku w toku), EC Pomorzany 2 turbozespoły po 50MW, Elektrownia Łagisza 1 turbozespół 120MW, EC Białystok i EC Łódź po jednym turbozespołach, Elektrownia Bełchatów – turbopompa, Huta im. Sendzimira – turbodmuchawa, a także w Elektrowni Wodnej w Rożnowie docelowo 4 hydrozespoły (prace ukończono na dwu pierwszych).

System umożliwił jednoznaczny ocenę stanu dynamicznego maszyny. Przydatność i jakość systemu potwierdziły zarejestrowane przypadki awarii, kilka przytarć, rozważenie (dwa przypadki urwania łopat), rozosiowanie czy też niepoprawną pracę układu olejowego. Jednocześnie systematyczne okresowe analizy danych pozwoliły w wielu przypadkach ograniczyć zakres remontów i wydłużyć okresy międzyremontowe.

Obecnie pełna wersja systemu oparta jest o:

- analogowy zestaw pomiarowy do nadzoru i zabezpieczeń typu **TNC 2000**,
- System Monitorowania Maszyn typu **SMM** – część cyfrowa realizująca rejestrację, wizualizację i udostępniająca dane na potrzeby diagnostyki.

Sygnalami wyjściowymi z zestawu **TNC 2000** są:

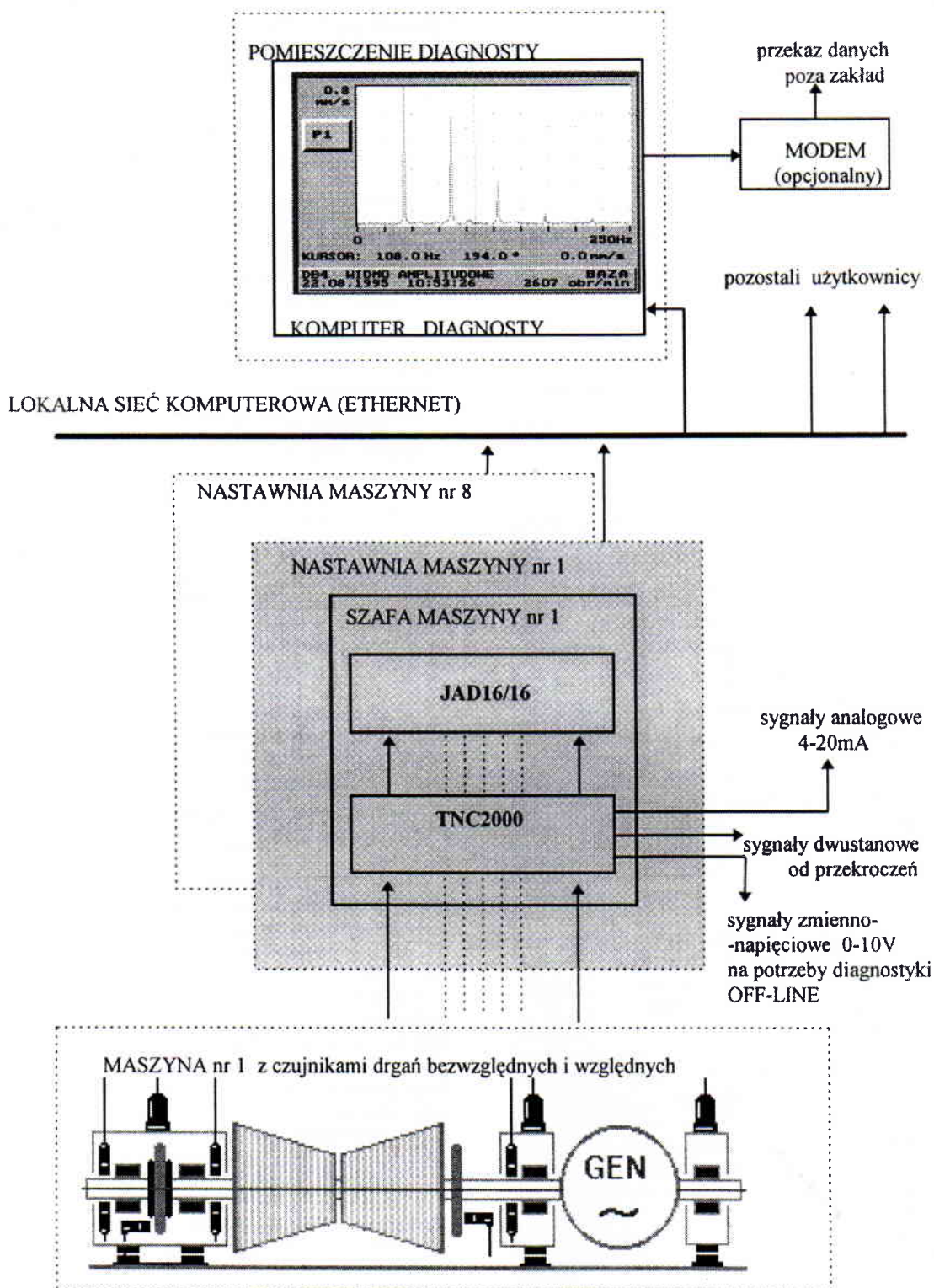
- sygnały analogowe 4-20 mA (0-20 mA),
- sygnały dwustanowe od przekroczenia zadanych wartości granicznych dla sygnalizacji i zabezpieczeń w standardzie TTL i styków przekaźnika,
- sygnały zmiennonapięciowe 0-10 V (są to chwilowe sygnały drgań względnych i bezwzględnych łącznie z impulsem znacznika fazy) wykorzystywane przez systemy diagnostyczne pracujące w trybie **OFF-LINE**.

W przypadku wielu aplikacji opartych o **TNC 2000** sygnały analogowe i dwustanowe bywają wykorzystywane przez komputerowe systemy wizualizacji i sterowań bloku. W celu pełnego wykorzystania możliwości systemu wymagana jest instalacja zakładowej sieci komputerowej typu **ETHERNET**. Strukturę systemu i rozmieszczenie jego elementów przedstawiono na rysunku 1.

SMM część cyfrowa systemu do nadzoru i diagnostyki maszyn wirnikowych

SMM został zaprojektowany jako system czasu rzeczywistego. Przeznaczony jest do monitorowania, diagnozowania i rejestracji danych z ośmiu maszyn wirnikowych w oparciu o sygnały dynamiczne i statyczne pochodzące z zestawów do pomiarów specjalnych typu **TNC 2000**.

Podstawowym urządzeniem **SMM** jest jednostka akwizycji danych **JAD**, instalowana w szafie pomiarów specjalnych w przypadku wprowadzenia maszyny do systemu. Jest to specjalizowany wieloprocesorowy komputer z oprogramowaniem, którego zadaniem jest ciągły pomiar wybranych parametrów z kanałów dynamicznych i statycznych z równoczesnym pomia-



Rys. 1. Pełna wersja systemu do nadzoru i diagnostyki maszyn wirnikowych

rem prędkości obrotowej maszyny. Obecnie firma **TECHNI-CAD** oferuje jednostki akwizycji danych w dwu wersjach, podstawowa typu **JAD16/16** – 16 kanałów dynamicznych i 16 kanałów statycznych plus tor znacznika fazy i pomiaru prędkości obrotowej, oraz **JAD16/32** o zdwojonej ilości kanałów statycz-

nych. Zarówno wersja podstawowa, jak i rozszerzona dostępne są w wersjach **TURBO**, dla maszyn typu turbogeneratory i inne o prędkościach obrotowych z zakresu 0-4000 obr./min, jak i **HYDRO** dla maszyn wolnoobrotowych, np. hydrogeneratory o prędkościach obrotowych z zakresu 0-600 obr./min.

Pomiary realizowane przez **JAD** odbywają się na zasadzie przetwarzania analogowo-cyfrowego i obliczaniu wskazanych parametrów celem dokonania porównania z wartościami progowymi. W przypadku wykrycia przekroczenia dane z kanałów dynamicznych jak i statycznych oraz aktualna wartość prędkości obrotowej zostają zapisane w lokalnej bazie danych **JAD**. Dzięki lokalnej bazie danych nawet w przypadku awarii sieci komputerowej (brak łączności pomiędzy **JAD** a komputerem diagnosty) nie istnieje możliwość utraty danych, brak jedynie dostępu do nich.

SMM umożliwia realizację następujących zadań:

- zdalne monitorowanie – śledzenia pracy maszyny w trybie ON-LINE na ekranie synoptycznym czy też w postaci wykresów słupkowych lub w postaci trendów krótkoterminowych,
- cykliczny zapis danych podczas pracy maszyny w stanie ustalonym,
- automatyczną rejestrację stanów nie ustalonych,
- graficzną prezentację danych z kanałów dynamicznych w postaci:
 - przebiegu czasowego,
 - widma amplitudowego,
 - trajektorii ruchu wału,
 - wektora (amplituda i kąt 1x i 2x),
- przeglądania i analizy danych historycznych,
- przeglądania i analizy trendów długoterminowych,
- eksportu danych w formacie analizatora **PAR**,
- kopiowania danych na drukarkę w formacie graficznym.

„SMMturbo” – oprogramowanie systemu do nadzoru i diagnostyki maszyn wirnikowych

Oprogramowanie **SMM** w obecnej wersji wymaga systemu operacyjnego Windows95 lub WindowsNT. Na pakiet oprogramowania **SMM** składa się oprogramowanie do kreowania, przeglądania i edytowania danych konfiguracyjnych. Każda maszyna przed włączeniem do systemu zostaje opisana, opis zawiera identyfikator maszyny, ilość kanałów dynamicznych i statycznych i ich szczegółowy opis z podaniem identyfikatorów, czułości, poziomów alarmowania itd. oraz wiele innych danych definiujących reakcje **JAD** na sygnały docierające z maszyny. Opisu maszyny dokonuje się jednorazowo, dane te składowane są lokalnie w nieulotnej pamięci **JAD**.

Kolejny pakiet stanowi oprogramowanie do akwizycji danych uruchamiane automatycznie po podłączeniu **JAD** do zasilania. Program akwizycji danych po wczytaniu danych konfiguracyjnych rozpoczyna cykliczną pracę polegającą na ciągłej analizie danych z kanałów dynamicznych i statycznych oraz toru pomiaru prędkości obrotowej i znacznika fazy. W przypadku wykrycia zmian lub przekroczeń dane z kanałów dynamicznych i statycznych oraz aktualna wartość prędkości obrotowej zostają opatrzone stopką czasową i zapisane do bazy danych.

Właściwe oprogramowanie **SMM** jest instalowane na komputerach poszczególnych użytkowników, dostępne są różne wersje w zależności od przeznaczenia, inna dla operatora bloku, inna dla diagnosty. Oprogramowanie to pozwala na komunikowanie się z **JAD**ami poszczególnych maszyn. Po wybraniu maszyny możliwe jest przeglądanie danych w trybie ON-LINE, jak i dostęp do poszczególnych baz danych w zróżnicowany sposób w zależności od rodzaju użytkownika.

Najistotniejszą cechą oprogramowania **SMM** w wersji dla Windows jest możliwość komponowania ekranu przez użytkownika i prostota obsługi. O jego atrakcyjności decydują również niewygórowane koszty uruchomienia minimalnej wersji systemu, jako że większość potencjalnych użytkowników dysponuje komputerem personalnym w wielu wypadkach podłą-

czonym do zakładowej sieci komputerowej. Być może powyższe zdecydowało o jego popularności, z uwagi na obecną ilość instalacji systemu **SMM** można zaryzykować stwierdzenie, że staje się on najpopularniejszym w kraju w przypadku maszyn małej i średniej mocy (na dzień dzisiejszy 12 turbosespołów i 2 hydrozespoły licząc od połowy 1996 roku).

Konfiguracja przykładowej aplikacji

Działaniem systemu objęte są trzy maszyny 2x50MW i jedna o mocy 120MW. Dla każdej z maszyn realizowany jest następujący zestaw pomiarów:

- 6 kanałów drgań bezwzględnych, mierzona jest prędkość drgań,
- 10 kanałów drgań względnych, pięć łożysk w dwu osiach,
- znacznik fazy,
- prędkość obrotowa,
- przesuw osiowy,
- 2 x wydłużenia bezwzględne korpusu,
- 2 x wydłużenia względne,
- 2 tory do pomiaru stopnia otwarcia zaworów,

dodatkowo, pomiary „obce”:

- moc czynna, moc bierna,
- 2 x temperatura pary, 2 x ciśnienie pary.

Na mniejszych maszynach system został wyposażony dodatkowo w stacje operatorskie z oprogramowaniem **SMMoperator** do wizualizacji pracy maszyny. Praca maszyny 120MW jest wizualizowana z zastosowaniem systemu **WPF** produkcji Westinghouse, który wykorzystuje sygnały dostarczane przez **TNC2000**. Dane z wszystkich trzech maszyn są obecnie dostępne dla czterech użytkowników. Pierwszą maszyną wprowadzoną do systemu w sierpniu 1995 roku, do dnia dzisiejszego dostępne są dane historyczne pochodzące z tamtego czasu.

Dalsze etapy rozwoju

Obecnie **TECHNICAD** przygotowuje się do obsługi inżynierskiej **SMM**. W związku z zakończeniem budowy sieci systemów rozpoczynamy prace związane z transmisją danych do **TECHNICAD**u, gdzie organizujemy diagnostyczną obsługę inżynierską. Jej struktura oparta jest o kadre **TECHNICAD**, która to prowadzić będzie podstawową ocenę danych. W przypadkach trudnych dane będą przesyłane do naszych ekspertów pracujących na terenie całego kraju. Na obecnym etapie wymiana danych odbywa się na drodze klasycznej (dyskietka, wymienne dyski, poczta elektroniczna), jednakże w drugiej połowie bieżącego roku zamierzamy uruchomić internetową łączność ON-LINE z wybranymi obiektami. Począwszy od bieżącego roku nadzór diagnostyczny turbogeneratorów będziemy prowadzili jako usługę standardową.

Więcej szczegółów o temat systemu można znaleźć pod adresem: www.technicad.gliwice.pl

LITERATURA

- [1] P.W.D.T. **TECHNICAD** Gazeta firmowa nr 6
- [2] P.W.D.T. **TECHNICAD** Gazeta firmowa nr 7

W przypadku pytań proszę kontaktować się z:
Henryk Wrodarczyk, Andrzej Spyra
 P.W.D.T. Technicad Sp. z o.o.
 44-107 Gliwice, ul. Kozielska 18
 tel/fax. 032-2319981
 e-mail: info@technicad.gliwice.pl