

## Opis systemu TNC2000

### Zastosowanie

System TNC2000 do zabezpieczenia maszyn i monitorowania ich stanu zapewnia ciągły nadzór pracy maszyn wirujących takich jak turbozespoły, sprężarki, dmuchawy, wentylatory, pompy, przekładnie, silniki elektryczne i inne.

System oparty jest na pomiarach drgań bezwzględnych obudów łożysk, drgań względnych wału, położenia osiowego wału względnego łożyska oporowym, cieplnego wydłużenia względnego wału, cieplnego wydłużenia bezwzględnego korpusu, temperatury łożysk, położenia zaworów i prędkości obrotowej.

System zastosowany do realizacji zadania monitoringu i zabezpieczenia maszyny wirującej zapewnia na wyjściu sygnały binarne (dwustanowe) od przekroczeń zaprogramowanych wartości progowych w poszczególnych kanałach, standardowe sygnały stałoprądowe 4-20mA oraz szeregowy interfejs cyfrowy RS485 z protokołem Modbus RTU lub TCP/IP do komunikacji z nadrzędnym systemem sterowania

System rozbudowany o realizację zadań diagnostycznych zapewnia ciągłą akwizycję danych, ich przechowywanie w bazie danych oraz interfejs do sieci Ethernet dla celów komunikacji ze stacją roboczą diagnosty poprzez zakładową sieć typu LAN. Oprogramowanie do akwizycji danych zainstalowane jest w Jednostce Akwizycji Danych JAD, zaś oprogramowanie diagnostyczne SMM jest instalowane na stacji roboczej diagnosty (komputer klasy PC). Takich stacji roboczych może być więcej niż jedna i poza diagnostą mogą one służyć także innym osobom nadzorującym pracę danej maszyny lub grupy maszyn - oprogramowanie SMM może współpracować z wieloma Jednostkami Akwizycji Danych, dla jednej maszyny wymagana jest jedna Jednostka Akwizycji Danych.

W oparciu o serwer FTP wyposażony w dodatkowe oprogramowanie oraz zabezpieczenie typu firewall możliwy jest zdalny dostęp do danych systemu co daje możliwość oceny stanu maszyn przez zewnętrzne centrum diagnostyczne.

System w sposób ciągły mierzy i kontroluje parametry potrzebne do nadzorowania pracy maszyny. Dostarcza w ten sposób ważne informacje o takich problemach stanu dynamicznego maszyny jak:

- Wysoki poziom drgań synchronicznych (związanych z obrotami maszyny)
- Ugięcie wału
- Pęknięcie wału
- Drgania od niestabilności filmu olejowego
- Przytarcia wirnika
- Obluzowane części



- Uszkodzenie łożyska ślizgowego
- Występowanie obciążeń promieniowych (wewnętrznych i zewnętrznych, w tym nie osiowości)

### Opis

Wszystkie elementy systemu zaprojektowane są zgodnie z wymaganiami norm API670, ISO7919, ISO10816 i innych dzięki czemu system może współpracować z różnymi systemami automatyki, na przykład systemem sterowania procesem. System TNC2000 złożony jest z kilku różnych elementów składowych, które można podzielić na następujące grupy:

- czujniki i przetworniki
- moduły elektroniczne – wzmacniacze pomiarowe, zasilacze, moduły prekaźnikowe, moduł komunikacyjny
- jednostka akwizycji danych
- obudowy mechaniczne – kasecja 19", szafa 19"
- akcesoria mechaniczne – przepusty kablowe, uchwyty czujników, pancerze ochronne kabli
- sprzęt serwisowy
- oprogramowanie do akwizycji danych oraz diagnostyczne

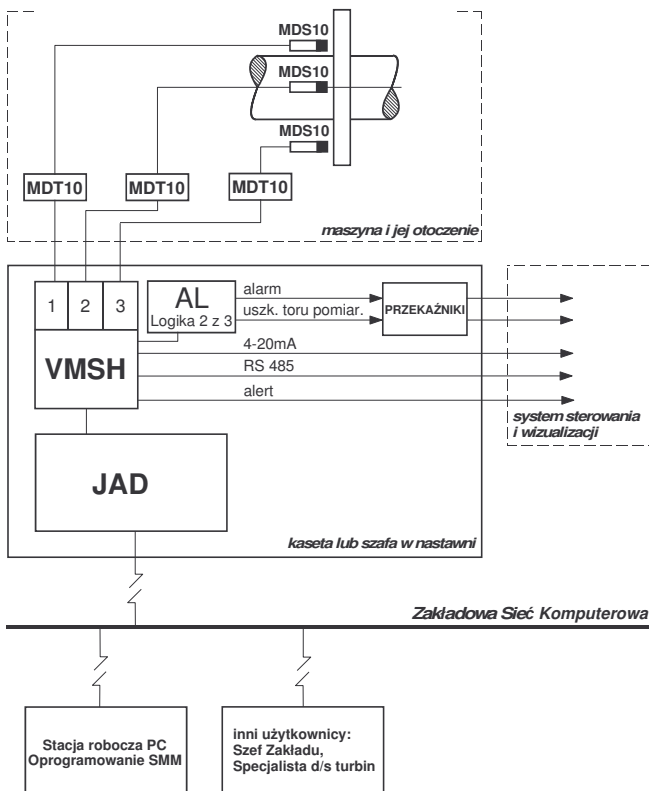
Grupa czujników i przetworników stosowanych w systemie TNC2000 składa się z :

- czujników wiropędowych do bezdotykowego (zblizeniowego) pomiaru przemieszczeń i drgań względnych serii MDS/MDT
- czujników wiropędowych dotykowych do pomiaru wydłużenia cieplnego korpusu oraz położenia zaworów serii LDS/LDT
- czujników drgań bezwzględnych do pomiaru prędkości drgań (elektrodynamiczny VST i piezoelektryczny VT1 lub przyśpieszenia drgań (AT2/100, AT3/100) obudów łożysk
- czujników temperatury typu Pt100 i termopara do pomiaru temperatury łożysk



Typowe konfiguracje obwodów pomiarowych oparte o elementy systemu TNC2000 pokazane są na rysunkach 1 do 7.

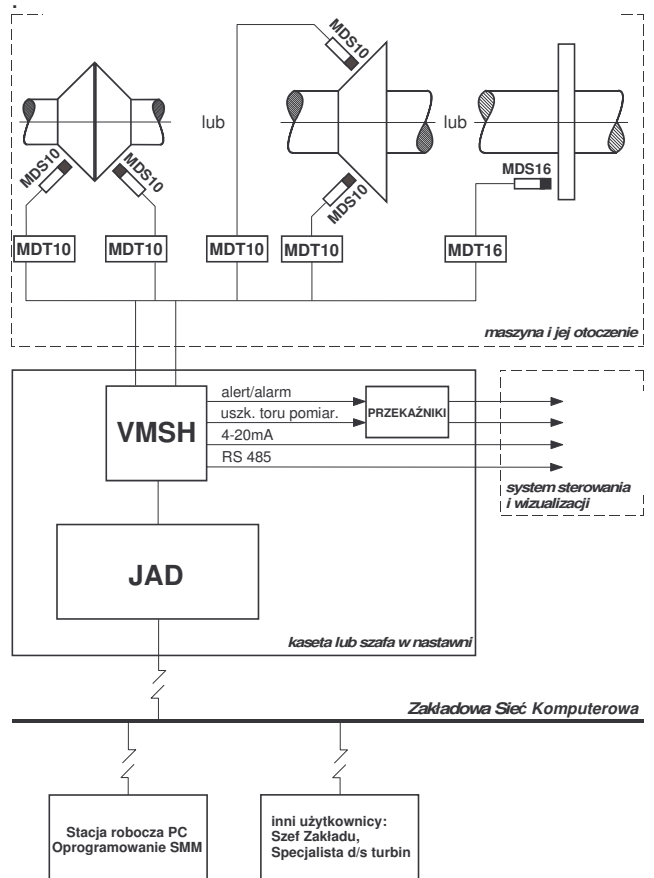
Pomiar przesuwu osiowego wału dostarcza informacji o położeniu wału w łożysku oporowym i zapewnia wczesne ostrzeżenie w przypadku uszkodzenia tego łożyska. Konfiguracja na rysunku 1 pokazuje pomiar położenia osiowego wału wirnika w przypadku, gdy cylindryczny kołnierz na wale lub wolny koniec wału znajdują się bardzo blisko łożyska oporowego. Stosuje się wtedy czujnik przemieszczenia MDS10 wraz z przetwornikiem MDT10 na wymagany zakres pomiarowy (typowy 2mm). Idealny przypadek mamy wtedy, gdy czujnik obserwuje bezpośrednio tarczę oporową łożyska. Wtedy realizowany pomiar odpowiada położeniu tarczy oporowej w obrębie luzu łożyskowego (szczeliny roboczej) łożyska oporowego.



**Rys.1 Położenie osiowe wirnika**

W przypadku maszyn krytycznych (turbozespoły, sprężarki,...) pomiar przesuwu mierzony jest dwoma lub trzema obwodami pomiarowymi w celach redundancji. Sygnał dwustanowy zabezpieczający maszynę (wyłączający maszynę) jest wtedy generowany na wyjściu modułu logicznego, realizującego algorytm „2 z 2” lub „2 z 3”. Układ taki

dodatkowo zabezpiecza maszynę od ewentualnego nieuzasadnionego zadziałania zabezpieczenia.

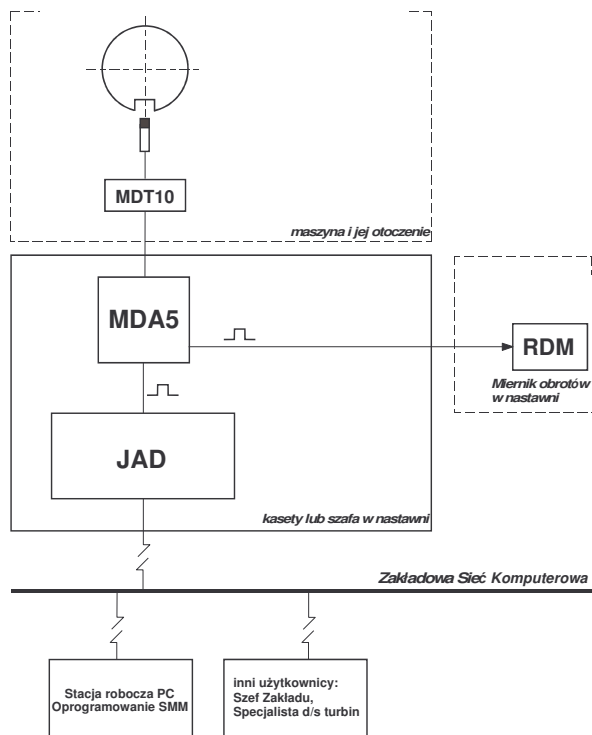


**Rys.2 Wydłużenie względne wirnika**

Rysunek 2 pokazuje pomiar wydłużenia względnego wirnika – różnicę pomiędzy bezwzględnym wydłużeniem cieplnym wirnika a bezwzględnym wydłużeniem cieplnym korpusu. W tym przypadku, w zależności od kształtu dostępnych na wirniku pierścieni pomiarowych, stosuje się czujniki/przetworniki zbliżeniowe na większe zakresy: MDS16/MDT16 dla zakresu 8mm oraz MDS30/MDT30 dla zakresu 12(16)mm. W przypadku kołnierzy pomiarowych w kształcie stożka stosowany jest czujnik MDS10.

Oczywiście w obu przypadkach pomiarów – przesuwu osiowego i wydłużenia względnego – czujniki montowane są poprzez uchwyty do korpusu maszyny (stojaka łożyskowego). Wzmacniacz pomiarowy VMSH zapewnia sygnały wyjściowe dla nadzoru, zabezpieczenia i diagnostyki.





**Rys.3** Prędkość obrotowa i znacznik fazy

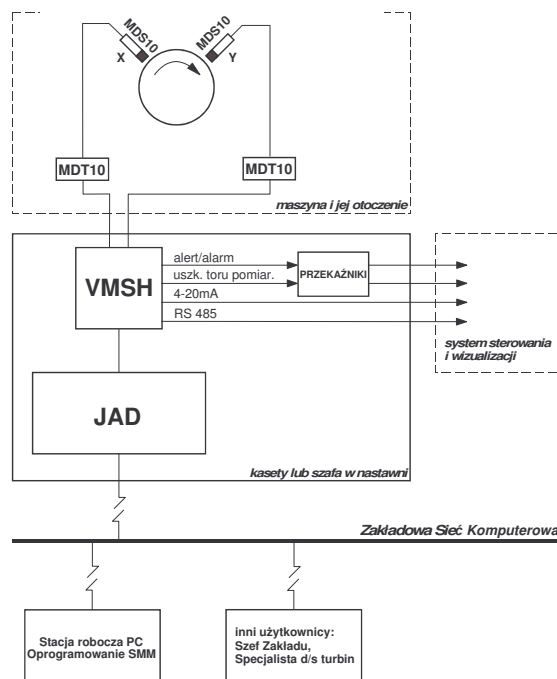
Obwód pomiarowy wg rysunku 3 odzwierciedla sposób pomiaru znacznika fazy oraz prędkości obrotowej.

Czujnik MDS10 obserwuje rowek na wale. Sygnał z przetwornika MDT10 przetworzony przez wzmacniacz pomiarowy MDA5 może być wykorzystany podwójnie: do wyświetlania wartości prędkości obrotowej w pożądanym miejscu, np. w nastawni przy pomocy miernika obrotów RDM oraz dla celów diagnostyki poprzez przesłanie jednego impulsu/obrót do wzmacniacza pomiarowego VMSH (pomiar kąta fazowego wektora drgań, pomiar amplitudy harmonicznych częstotliwości obrotowej) i Jednostki Akwizycji Danych JAD w celu synchronizacji rejestracji danych pomiarowych w całym systemie.

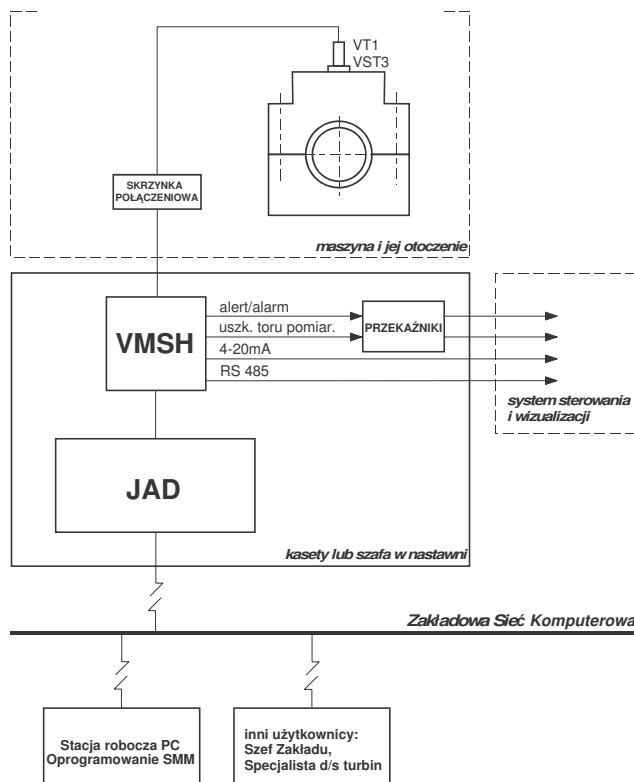
Aplikacja pokazana na rysunku 4 zawiera dwa czujniki MDS10 zamocowane wzajemnie prostopadłe na jednym łożysku i współpracujące ze wzmacniaczem pomiarowym VMSH skonfigurowanym programowo do pomiaru drgań względnych wału. Taka konfiguracja umożliwia pokazanie ruchu dynamicznego wału względem łożyska w postaci trajektorii środka wału. Zastosowanie kilku układów pomiarowych wg rys.4 (dla kolejnych łożysk maszyny) umożliwi określenie linii ugięcia wału.

Wzmacniacz pomiarowy VMSH informuje o przekroczeniach dopuszczalnych (założonych) wartości progowych drgań względnych w obu osiach

pomiarowych X i Y oraz o przekroczeniu wartości progowej parametru  $S_{max}$  wspólnego dla obu kanałów (norma ISO 7919). Ponadto dostarcza sygnały wyjściowe dla celów nadzoru i diagnostyki.



**Rys.4** Przemieszczenia promieniowe – drgania względne wału



**Rys.5** Drgania bezwzględne obudowy łożyska



Schemat pomiaru drgań bezwzględnych w jednym kierunku pokazany jest na rysunku 5. Do realizacji tego zadania mogą być wykorzystane dwa rodzaje czujników: czujniki prędkości drgań (piezoelektryczny typu VT1 lub elektrodynamiczny VST3) preferowane dla maszyn z łożyskami ślizgowymi lub czujniki przyspieszenia drgań (akcelerometry typu AT2/100, AT3/100) preferowane dla maszyn z łożyskami tocznymi. Konfiguracja obwodu wykorzystująca jeden z nazwanych czujników oraz wzmacniacz pomiarowy VMSH zapewni standardowe sygnały wyjściowe do nadzoru, zabezpieczenia i diagnostyki. Wielkością mierzoną może być prędkość lub przyspieszenie drgań. W przypadku maszyn krytycznych, tzn. ważnych ze względu na udział w procesie technologicznym lub z powodu dużych strat z tytułu nieplanowanego postoju maszyny, standardem jest stosowanie pomiaru drgań bezwzględnych dla jednego łożyska w dwóch kierunkach wzajemnie prostopadłych – poziomo (H) i pionowo (V).

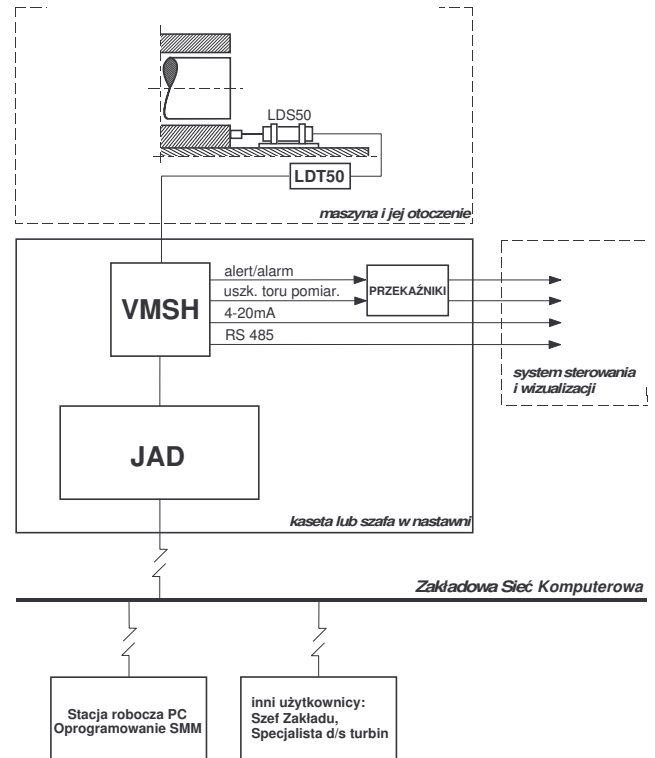
Konfiguracja wg rysunku 6 prezentuje pomiar wydłużenia bezwzględnego (ciepłnego) korpusu maszyny względem fundamentu w oparciu o czujnik nurnikowy serii LDS z przetwornikiem LDT, współpracujący ze wzmacniaczem pomiarowym VMSH. Identyczna konfiguracja sprzętowa stosowana jest do pomiaru położenia zaworów odcinających lub regulacyjnych co pokazane jest na rysunku 7.

Wzmacniacze pomiarowe systemu TNC2000 montowane są w kasecie nośnej 19" standardu Eurocard 3U/84T. W zależności od ilości obwodów pomiarowych system może zajmować przestrzeń jednej, dwóch lub trzech kaset. Kasety zabudowywane są obudowie zewnętrznej typu szafa (typowa ma rozmiary szerokość 600mm x głębokość 600mm x wysokość 1 800mm).

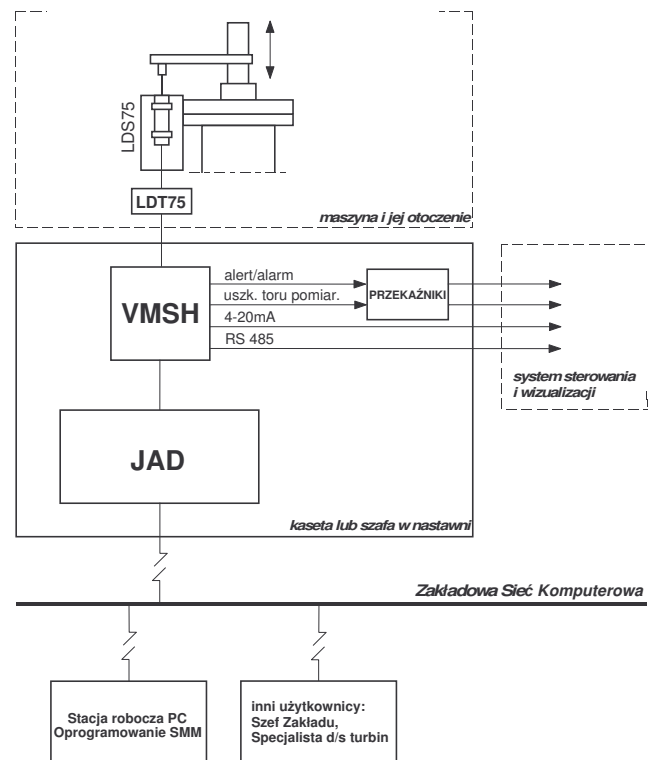
System zasilany jest z dwóch zasilaczy 230VAC/DC pracujących w układzie redundantnym. W przypadku uszkodzenia się jednego z nich drugi przejmuje pełne obciążenie. Wymiana uszkodzonego zasilacza może być wykonana na ruchu.

Moduł logiki alarmu „2 z 3” („2 z 2”) opisany wyżej dla pomiaru przesuwu osiowego może być zastosowany do dowolnego typu pomiaru jeżeli dany obwód pomiarowy zostanie podwojony lub potrójony.

W przypadku potrzeby realizacji lokalnych odczytów w kasecie (szafie systemowej) może być zastosowany wielkonałowy moduł wyświetlacza PW montowany, podobnie jak wzmacniacze pomiarowe, także w kasecie 19”.

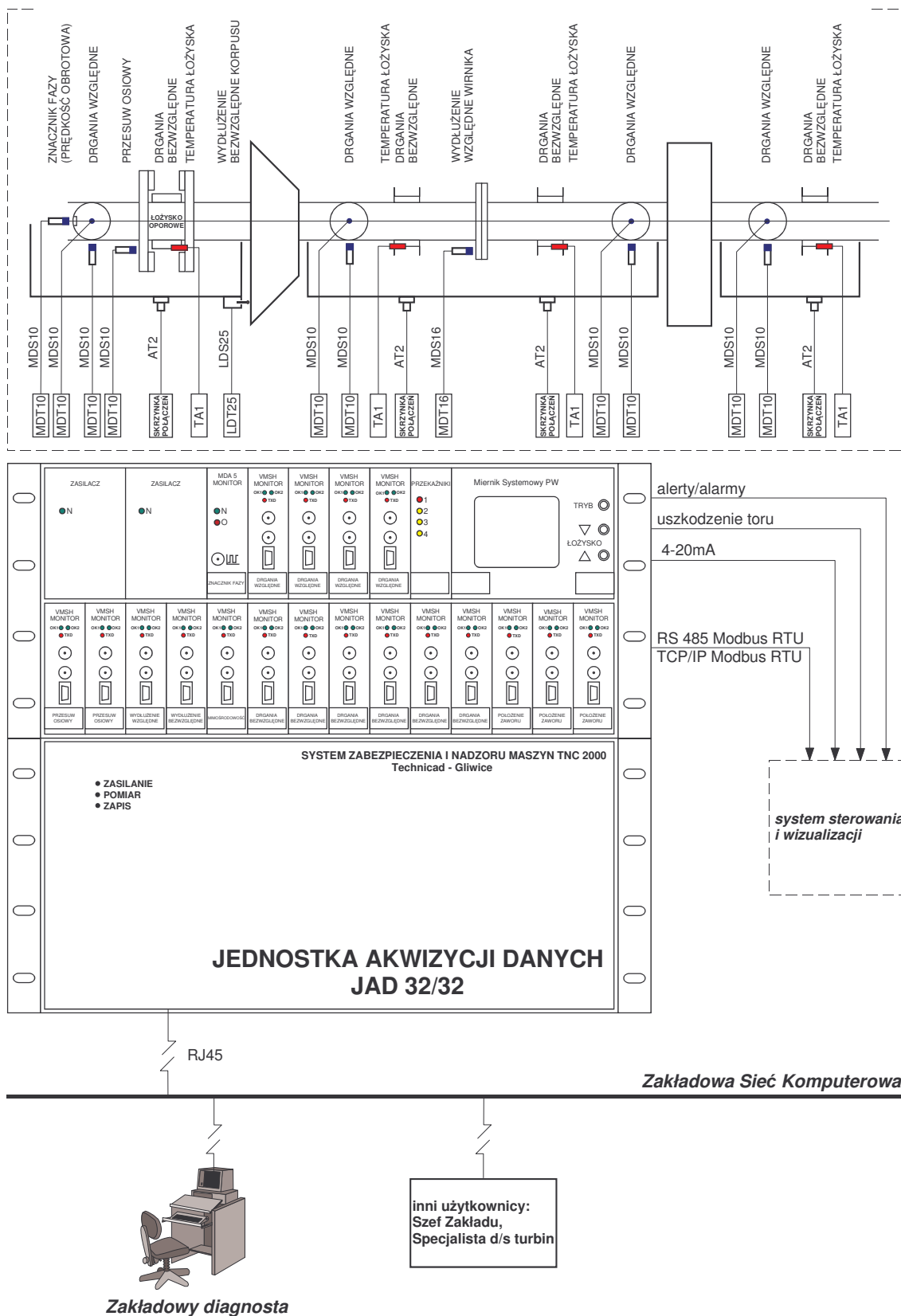


**Rys.6 Wydłużenie bezwzględne obudowy**



**Rys.7 Położenie zaworu**





**Rys.8 Konfiguracja i przykładowe rozmieszczenie elementów systemu TNC2000**