

# Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

## Modern material technologies in aerospace industry

### Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detali

#### Modeling, construction and control of the HSM process taking into consideration the configured machine-instrument-detail system

Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

### Dostosowanie kodów źródłowych programu ADONIS do wymagań systemu czasu rzeczywistego

#### Wyniki badań Results

#### Układ ADONIS - Automatyka Diagnostyka Narzędzia i Procesu Skrawania

Obecnie układ ADONIS 10 rozwijany jest w kierunku zaimplementowania go w warunkach przemysłowych. Jako układ przemysłowy powinien spełniać założenia:

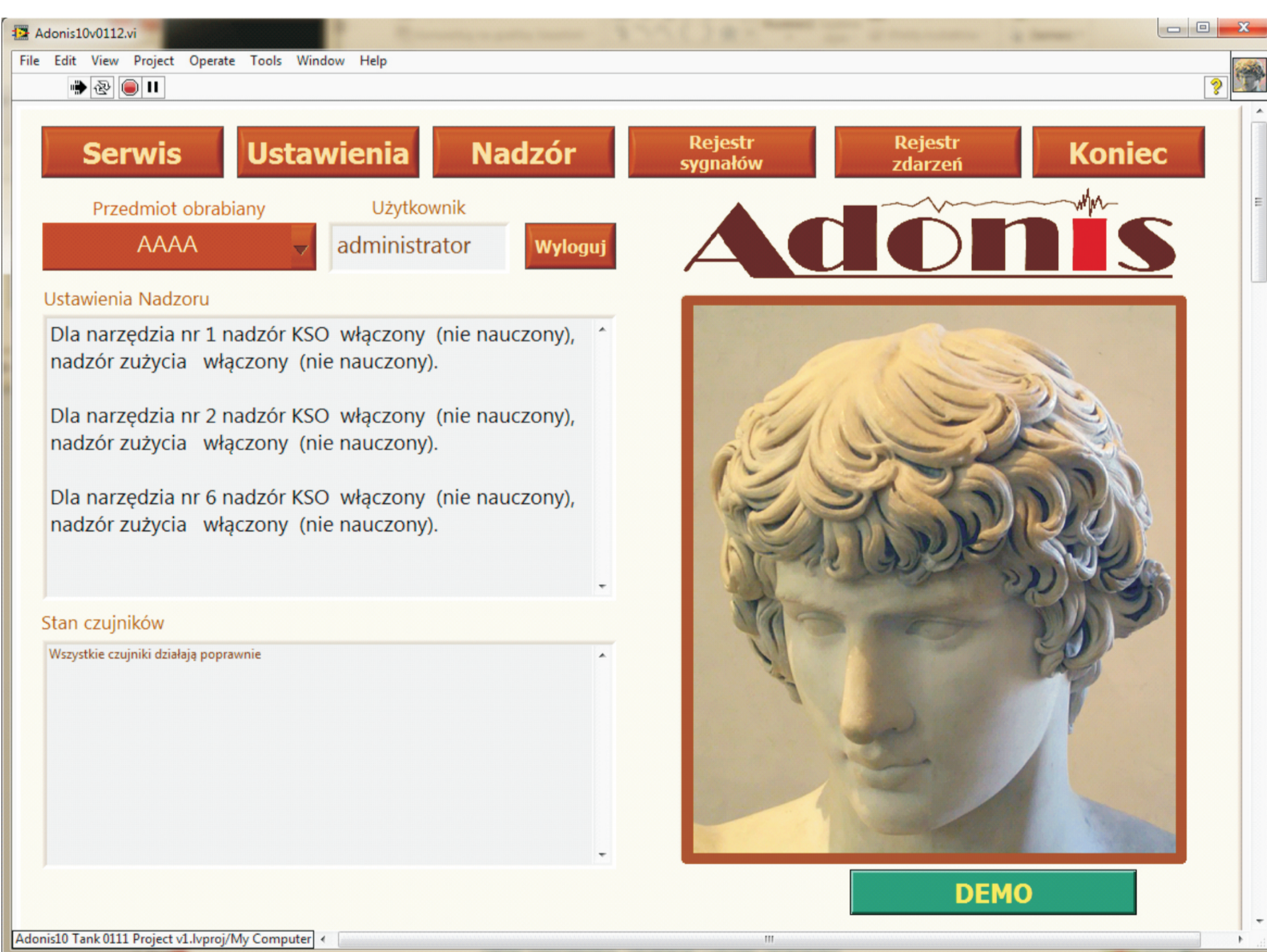
- działać niezawodnie bez ingerencji programistów
- działać wystarczająco szybko tak by nie opóźniać procesu produkcyjnego
- działać w czasie rzeczywistym w ramach zadań krytycznych, wymagających natychmiastowej reakcji (np. wykrywanie KSO, wykrywanie skrawania, kolizji itp.).
- mieć prosty w obsłudze intuicyjny interfejs użytkownika



Rys. 1. Komputer PC z zainstalowanym oprogramowaniem ADONIS  
Fig. 1. Computer PC with preinstalled ADONIS

Stanowisko to charakteryzuje się następującymi cechami:

1. Wszystkie funkcje układu ADONIS zrealizowane są na jednym komputerze
2. Jest oparte na systemie Windows co z jednej strony gwarantuje wygodną, powszechnie znaną i intuicyjną obsługę oraz instalację systemu ale z drugiej strony prędkość obliczeń uzależniona jest od systemu, co zwłaszcza przy krytycznych procesach, takich jak wykrywanie KSO, skrawania czy kolizji może wprowadzać opóźnienia, niedopuszczalne w zastosowaniu przemysłowym
3. Kompaktowa struktura softwarowa - program w postaci jednego, zwartej modułu co z jednej strony charakteryzuje się prostymi metodami wymiany danych, ale z drugiej strony utrudnia komunikację zespołową oraz testowanie poszczególnych funkcji układu ADONIS. Dla przykładu, modyfikując algorytm do diagnostyki katastroficznego zużycia ostrza KSO uniemożliwia się jednoczesną modyfikację algorytmu do wykrywania skrawania.
4. Kompaktowa struktura hardwarowa - program wykonywany na jednym komputerze co z jednej strony charakteryzuje się wygodną implementacją, bez konieczności realizacji połączeń sieciowych i sieciowej wymiany danych, zaś z drugiej strony ogranicza wydajność pracy układu ADONIS.
5. Ograniczona odporność na pracę w szkodliwych warunkach, zwłaszcza w zakresie komunikacji z operatorem.



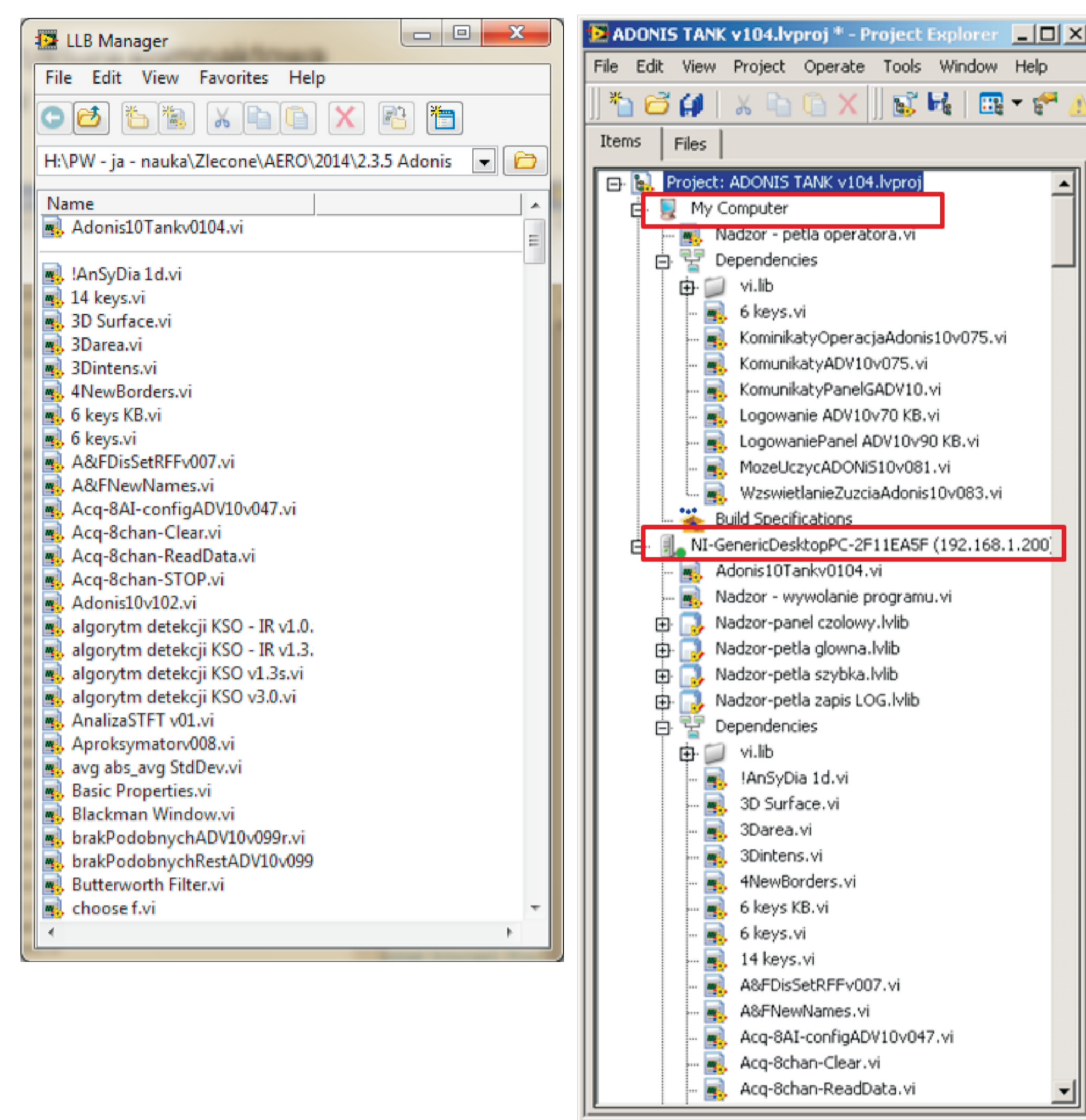
Rys. 2. Panel sterowania układu ADONIS  
Fig. 2. GUI of ADONIS

#### Modułowa struktura programowa układu ADONIS 10

Dotychczasowa struktura programowa układu ADONIS zrealizowana była w sposób kompaktowy, tj. w postaci jednego głównego programu, zawierającego głównie mniejsze podprogramy. Cały program, wraz z podprogramami zapisany jest w postaci jednej biblioteki, stanowiącej jedną zwartą, nierozdzieloną całość, zapisaną w jednym miejscu na dysku komputera.

Układ ADONIS jest na tyle złożony i wielowątkowy, że odpowiedzialność za poszczególne podprogramy spoczywa na różnych programistach. W strukturze kompaktowej modyfikacja jednego z podprogramów przez jednego z programistów wiąże się z wyłączeniem z pracy pozostałych programistów odpowiedzialnych za pozostałe podprogramy, co w znaczny sposób wydłuża czas modyfikacji całego programu. Z kolei chcąc testować poszczególne podprogramy układu ADONIS trzeba uruchamiać za każdym razem wszystkie podprogramy, co skutkuje niepotrzebnym wydłużeniem czasu obliczeń.

Stąd też postanowiono zastosować modułową koncepcję struktury programowej układu ADONIS 10. W strukturze tej moduły nie komunikują się ze sobą bezpośrednio, ale za pomocą zmiennych współdzielonych, wymienianych pomiędzy poszczególnymi podprogramami. Wybiegając z koncepcją nieco naprzód, której założeniem jest również rozdzielanie poszczególnych modułów na różne komputery, rolę zmiennych współdzielonych pełnią zmienne sieciowe umożliwiającej komunikację między różnymi komputerami. Każdy moduł jest oddzielnym programem. Poszczególne moduły mogą być zapisane na tym samym bądź na różnych komputerach, zaś zarządzanie tymi modułami oraz zmiennymi sieciowymi można zrealizować za pomocą funkcji projektu (zapisanego w pliku \*.lvproj), dostępnej w LabVIEW. Spośród dostępnych w LabVIEW opcji postanowiono zastosować zmienne sieciowe typu Shared Variable. Zmienne te charakteryzują się łatwością programowania w porównaniu z innymi protokołami komunikacji (zmienne te umożliwiają podłączenie różnych typów zmiennych, takich jak wartości liczbowe, binarne, tekstowe itp.), mają największą wydajność w ramach pojedynczego komputera. Charakteryzują się również możliwością kolejkowania danych.

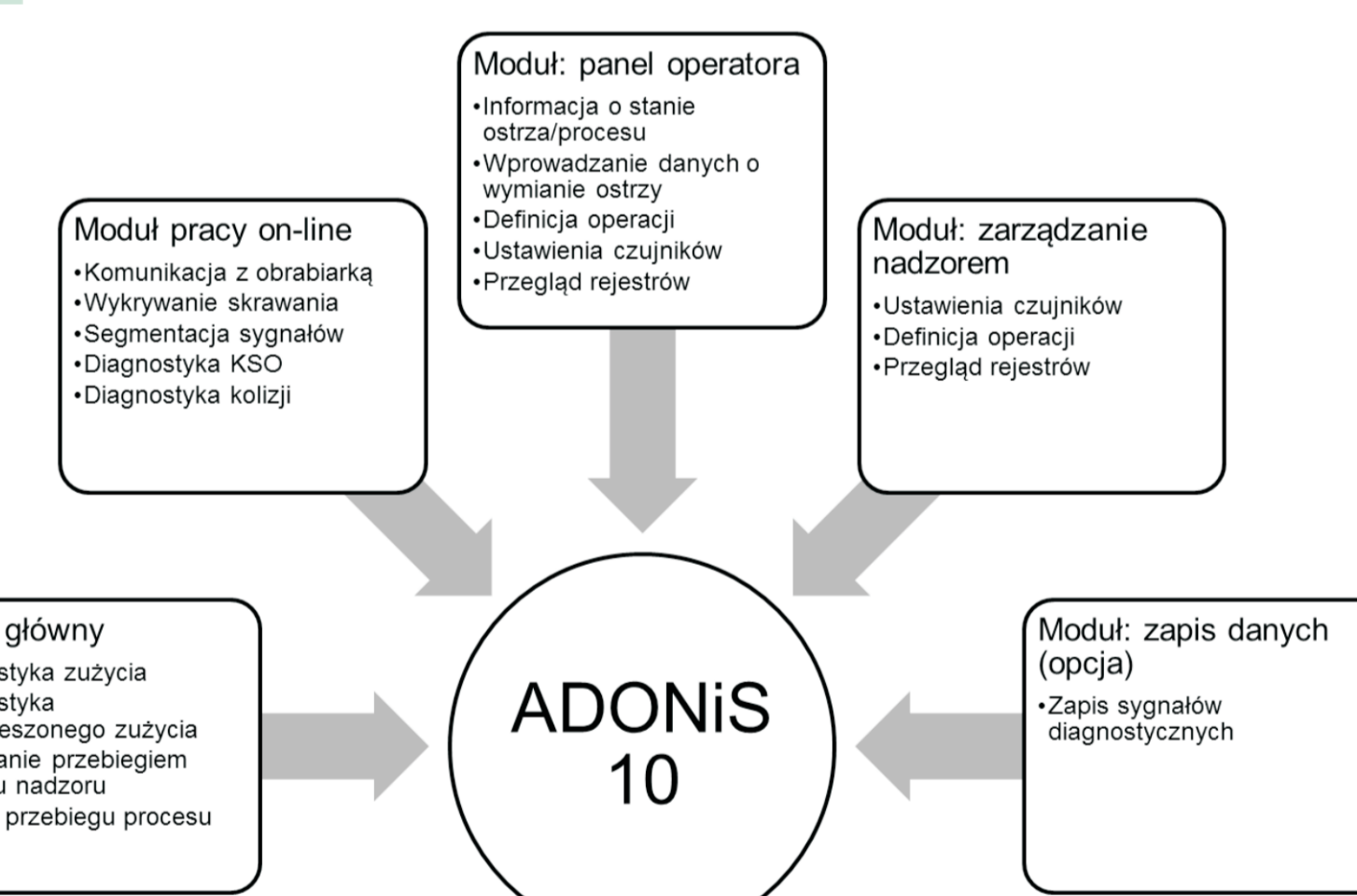


Rys. 3. Menager biblioteki "lib" oraz projekt zawierający system czasu rzeczywistego  
Fig. 3. Manager of "lib" library and Real-Time OS project

#### Rozproszona struktura hardwarowa układu ADONIS 10

Uruchamianie układu ADONIS na pojedynczym komputerze klasy PC wiąże się z ryzykiem opóźnień w realizacji zadań, posiadającym pierwszy priorytet, takich jak wykrywanie KSO, skrawania czy kolizji. Takie zadania muszą być realizowane on-line, w czasie rzeczywistym, a zwłoka w przekazywaniu komunikatu do obrabiarki o ewentualnym zatrzymaniu posuwu roboczego nie może być większa niż kilkadziesiąt milisekund. Z drugiej strony moduł pętli głównej, odpowiedzialny za szacowanie zużycia ostrza a wykonywany pomiędzy zabiegami danego narzędzia wymaga dużej wydajności komputera i musi być zrealizowany przed rozpoczęciem kolejnego zabiegu, czyli w czasie kilku sekund. Ilość i różnorodność wymagań stawianych komputerowi jest bardzo trudna do zrealizowania na jednym komputerze, zwłaszcza opartym na systemie Windows, mogącym wprowadzać opóźnienia w działaniu krytycznych aplikacji. Stąd też celem jest zrealizowanie koncepcji wykorzystania kilku komputerów do obsługi układu ADONIS, z czego każdemu komputerowi można przypisać inne zadanie.

Funkcje układu ADONIS	Wymagania stawiane komputerowi
Komunikacja z obrabiarką	- Karta DAC (bez sterowania ręcznym)
- Monitorowanie diagnostyczne	- Aktywizacja sygnałów czujników
- Monitorowanie parametrów skrawania	- Transfer komunikatów do obrabiarki
Komunikacja z operatorem	Przystosowany do pracy w warunkach przemysłowych
Realizacja algorytmów obliczeniowych	- Nie obciążona
- Diagnostyka zużycia ostrza	- Praca w czasie rzeczywistym
- Diagnostyka KSO	- Praca w czasie rzeczywistym
- Diagnostyka kolizji	
Zapis przebiegu procesu skrawania	Moduł paneli wyliczeniowych do archiwizacji danych
Komunikacja z technologiem/administratorem	Odpowiedni interfejs sieci (połączenie przewodowe lub bezprzewodowe)



Rys. 4. Modułowa struktura oprogramowania układu ADONIS 10  
Fig. 4. Modular structure of ADONIS 10 software

#### Moduł 1: Praca on-line

- próbkowanie sygnałów z czujników
  - komunikacja z układem sterowania obrabiarki
  - wstępna obróbka sygnału – tarowanie, wykrywanie skrawania,
  - wyznaczenie segmentów do diagnostyki zużycia ostrza
  - wyznaczenie zarysów przebiegu do diagnostyki przyspieszonego zużycia
  - diagnostyka KSO
  - diagnostyka Kolizji
- Podprogram ten realizuje procedury krytyczne pod względem czasowym nie mogą więc występować żadne opóźnienia w jego wykonywaniu. Posiada on najwyższy priorytet ze wszystkich modułów układu ADONIS.

#### Moduł 2: Główna pętla diagnostyki

- Diagnostyka zużycia ostrza
  - Diagnostyka przyspieszonego zużycia ostrza
  - Sterowanie przebiegiem procesu nadzoru
  - Zapis danych o przebiegu procesu nadzoru – tylko dane wolnoczesne przydatne do zarządzania nadzorem
- Podprogram ten realizuje główne procedury diagnostyczne. Posiada on drugi priorytet wykonania po szybkiej pętli nadzoru.

#### Moduł 3: Zapis danych przebiegu sygnałów diagnostycznych i przebiegu nadzoru

- Zapis przebiegu sygnałów diagnostycznych (sił skrawania, drgań itp.) i przebiegu flag stanu procesu nadzoru(wykrycie skrawania, alarm KSO, itp.)
- Moduł ten nie jest modułem obowiązkowym. Służy do weryfikacji i rozwoju układu diagnostycznego. Może również być przydatny do technologia do korekcji programów obróbki

po analizie miejsc występowania dużych drgań czy sił skrawania.

#### Moduł 4: Panel operatora obrabiarki

- Zmiana ustawień czujników(tylko serwis)
- Definicja obróbek
- Przegląd logów txt i tdms jeśli są dostępne
- Informowanie operatora o stanie ostrza i przebiegu operacji
- Wprowadzanie danych o wymianie ostrzy

#### Moduł 5: Zarządzanie nadzorem

- Zmiana ustawień czujników(tylko serwis)
- Definicja procesów technologicznych (wprowadzanie nazw przedmiotów, deklarowanie liczby i rodzaju użytych narzędzi itp.)
- Przegląd logów txt i tdms jeśli są dostępne

#### Komputer przemysłowy PC NI Real-Time DAQ



- Diagnostyka KSO
- Diagnostyka kolizji
- Komunikacja z obrabiarką
- Zapis przebiegu procesu skrawania

#### Komputer PC (panelowy) Windows



- Komunikacja z operatorem

#### Komputer przemysłowy NI Real-Time lub Windows



- Diagnostyka zużycia ostrza



- Komunikacja z technologiem/administratorem

Rys. 5. Koncepcja rozproszonej struktury układu ADONIS 10  
Fig. 5. The concept of a distributed system structure of ADONIS 10

#### Wnioski Conclusions

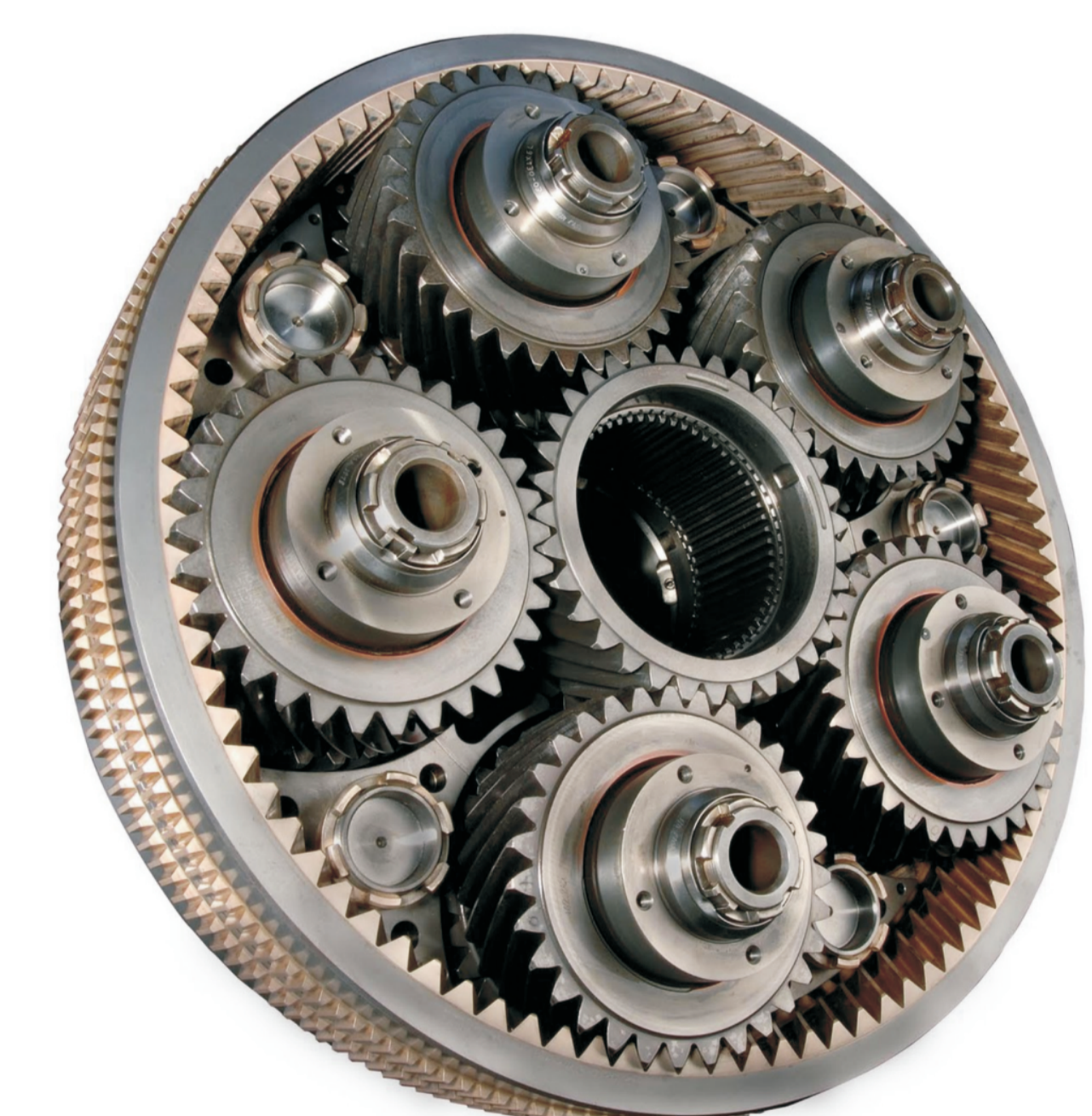
Dzięki strukturze modułowej rozproszonej uzyskano możliwość programowania układu ADONIS przez kilka osób jednocześnie, uzyskano możliwość testowania oddzielnie poszczególnych modułów układu, zaimplementowano układ na stanowisku składającym się z dwóch komputerów, z czego jeden komputer z systemem czasu rzeczywistego. W ramach projektu tworzony jest układ diagnostyki stanu ostrza, którego jednym z głównych założeń jest bezproblemowa obsługa w warunkach przemysłowych. Program powinien posiadać prosty, minimalistyczny interfejs użytkownika, tak, aby operator obrabiarki mógł go obsługiwać w sposób jak najbardziej intuicyjny i nie wymagający wiedzy z dziedziny diagnostyki procesu skrawania.

The modular structure of the ADONIS allows to programming by several people at the same time and to testing separately the individual modules of the system. ADONIS modular system has been implemented at the workstation consisting of two computers, with one computer running real-time.

In this project the tool wear diagnostic system is designed, one of the main goals is trouble-free using in industrial conditions. The program should have a simple, minimalist user interface, so that the operator of the machine could use it in the most intuitive way and does not required knowledge in the field of diagnostics systems of cutting process.

#### Przykłady współpracy z przemysłem lotniczym Collaboration with aviation industry

- Planowane wdrożenie prototypu systemu na linii obróbki kół zębatych w WSK "PZL-Rzeszów" S.A. w ramach projektu "Innot"



#### Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

**Prace mgr, dr, hab.**  
**Prace inżynierskie planowane:**  
Paweł Madej: *Badania doświadczalne i weryfikacja poprawności działania układu Adonis.*  
Promotor: dr inż. Joanna Kossakowska, planowany termin obrony pracy: 02.2015

**Prace inżynierskie planowane**  
Paweł Dźwigalowski *Rozproszony system pomiarowy*  
Promotor: dr inż. Mirosław Nejman

**Prace habilitacyjne**  
Tytuł: *Algorytm diagnostyki stanu ostrza*  
Autor: Sebastian Bomiński  
Status: „W trakcie opracowania wydawniczego”