

DIAGNOSTYKA I NADZOROWANIE SYSTEMÓW OBRÓBKOWYCH

Treści kształcenia

- Diagnostyka i nadzorowanie - wprowadzenie. Podstawowe pojęcia i terminologia, zadania i cele diagnostyki i nadzorowania w procesach obróbkowych.
- Źródła informacji diagnostycznej. Pomiary typowych wielkości fizycznych. Sygnały pomiarowe. Przetwarzanie sygnałów pomiarowych.
- Czujniki i zasady pomiaru sił, momentów, temperatury, drgań, przemieszczeń i emisji akustycznej.
- Diagnostyka i nadzorowanie obrabiarek.

Dokładność geometryczna i kinematyczna, sztywność zespołów obrabiarki. Diagnostyka stanu łożysk. Diagnostyka zespołów napędowych osi sterowanych.

Diagnostyka układów pomocniczych. Interfejsy komunikacyjne stosowane w układach diagnostycznych.

- Diagnostyka stanu narzędzia i procesu obróbki. Zużycie narzędzia, formy zużycia. Sygnały pomiarowe wykorzystywane w diagnostyce narzędzi, siły skrawania, temperatura, drgania.
- Diagnostyka i nadzorowanie dokładności przedmiotów obrabianych.
- Wirtualny system pomiarowy. Programowanie funkcji pomiarowych z wykorzystaniem oprogramowania Testpoint oraz Lab View Signal Express.
- Kryteria doboru przetwornika A/D do określonego zadania pomiarowego. Przetwarzanie sygnału pomiarowego w dziedzinie czasu i częstotliwości.

Literatura wykorzystywana podczas zajęć wykładowych

Jemielniak K. - Automatyczna diagnostyka stanu narzędzia i procesu skrawania, - Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. - 2002

Honczarenko J. - Elastyczna automatyzacja wytwarzania - WNT. - 2000

Turkowski M. - Przemysłowe sensory i przetworniki pomiarowe - Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. - 2002

A. Biernat - Analiza sygnałów diagnostycznych. - Ofic.Wydaw.Politech.Warsz.. - 2015

B. Żółtowski, T. Kałaczyński - Diagnostyka maszyn : wykład i ćwiczenia. - Wydaw.Uczel.Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego.. - 2013

B. Żółtowski, M. Łukasiewicz - Diagnostyka drganiowa maszyn. - Wydaw.Nauk.Instytutu Technologii Eksploatacji.. - 2012

J. Drabarek - Metody sztucznej inteligencji w diagnostyce urządzeń elektronicznych. - Wydaw.Uczel.Politech.Koszal.. - 2011

Diagnostyka techniczna

Dziedzina wiedzy obejmująca całokształt zagadnień teoretycznych i praktycznych dotyczących identyfikacji i oceny przeszłych, aktualnych i przyszłych stanów obiektu technicznego, z uwzględnieniem jego otoczenia.

Diagnostyka systemów obróbkowych

... jest częścią diagnostyki technicznej. Zajmuje się ona rozpoznawaniem zmian stanów procesów w trakcie ich eksploatacji. Przyczynami zmian stanów mogą być uszkodzenia lub inne zdarzenia destrukcyjne.

Jej zadaniem jest wczesne wykrywanie i dokładne rozpoznawanie powstających uszkodzeń.

Stan obiektu

Najmniejszy zbiór wielkości, których znajomość w danym momencie czasu, wraz ze znajomością przyszłych przebiegów czasowych zmiennych wejściowych, umożliwia określenie przyszłych przebiegów czasowych zmiennych wyjściowych obiektu.

Uszkodzenie

Zdarzenie destrukcyjne powodujące przejście obiektu ze stanu zdatności do stanu niezdatności

Detekcja

Wykrycie, zauważenie powstania uszkodzenia w obiekcie i zdefiniowanie chwili detekcji

Identyfikacja

Wyznaczenie rozmiaru i charakteru zmienności uszkodzenia w czasie.

Sygnał

Przebieg dowolnej wielkości fizycznej, będącej nośnikiem Informacji.

Zmienne procesowe

Sygnały, których wartości są znane. Zmienne procesowe są bezpośrednio mierzone, wyliczane lub wypracowywane przez system automatyki.

Sygnał diagnostyczny

Przebieg dowolnej wielkości będącej nośnikiem informacji o stanie obiektu diagnozowania.

Monitorowanie

Przeprowadzane w czasie rzeczywistym zadania polegające na pomiarze, odczytywaniu i przeliczaniu wartości zmiennych procesu oraz na porównywaniu tak otrzymanych wartości z wcześniej przyjętymi ograniczeniami i ewentualne uruchamianie alarmów, tj. zadanie kontroli i sygnalizacji automatycznej.

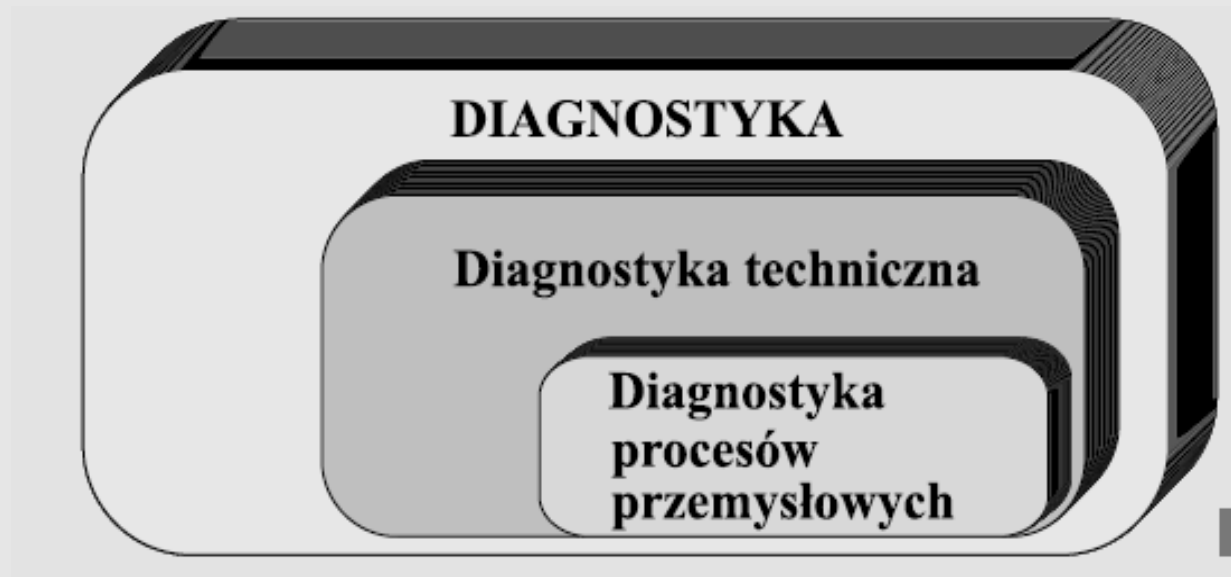
Zadania te obejmują również rejestrację danych.

Nadzór

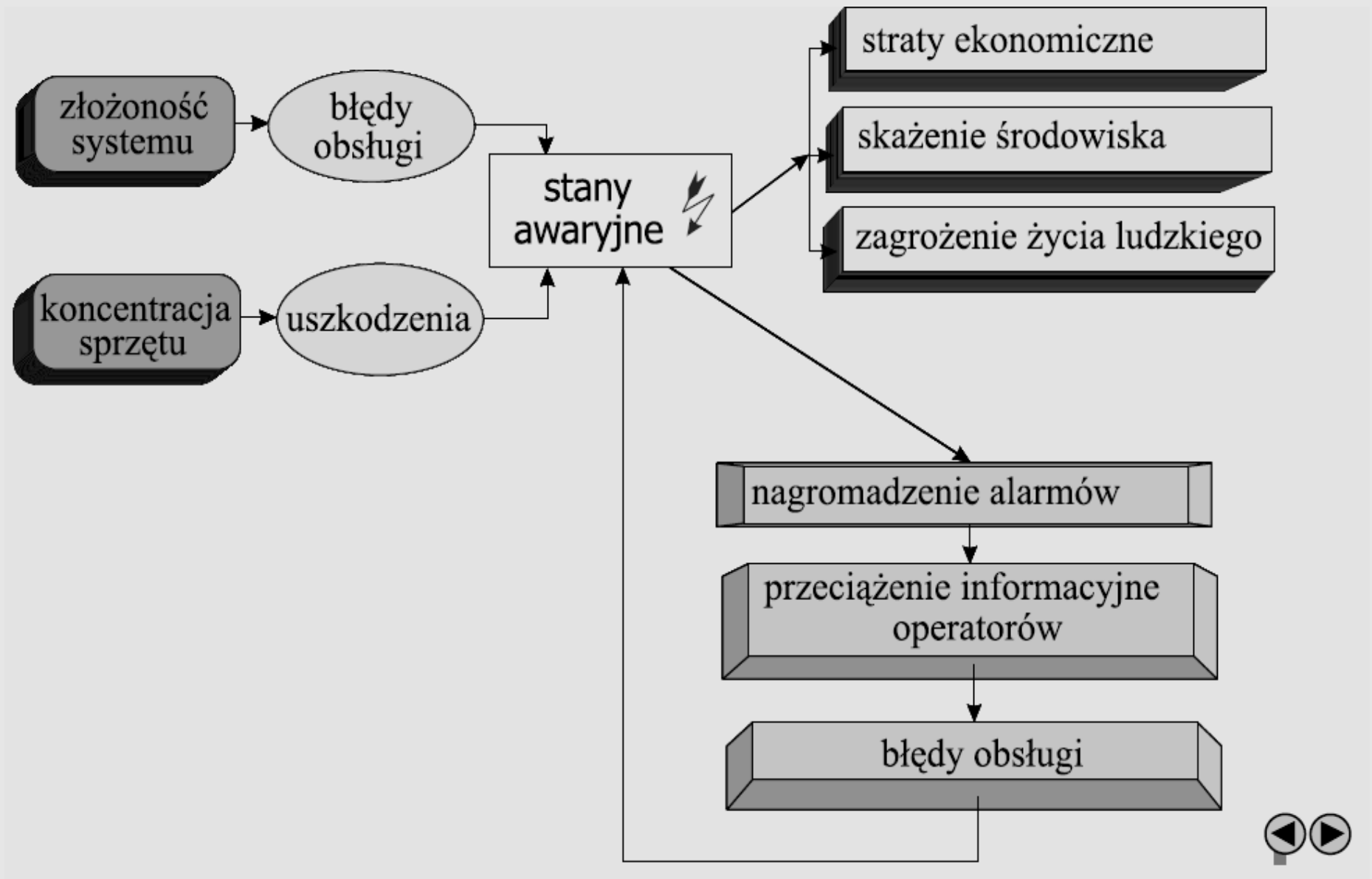
Monitorowanie obiektu i podejmowanie czynności dla utrzymania jego właściwego działania przy wystąpieniu defektów

Uwarunkowania diagnostyki procesów przemysłowych

- Wczesne wykrywanie awarii jest warunkiem możliwości zabezpieczenia innych podzespołów.
- Prowadzona jest na bieżąco.
- Funkcjonuje na sygnałach roboczych.
- Nie pozwala na stosowanie sygnałów testowych wprowadzających do procesu zakłócenia.



Diagnostyka - pojęcia podstawowe



Koncepcje diagnozowania procesów

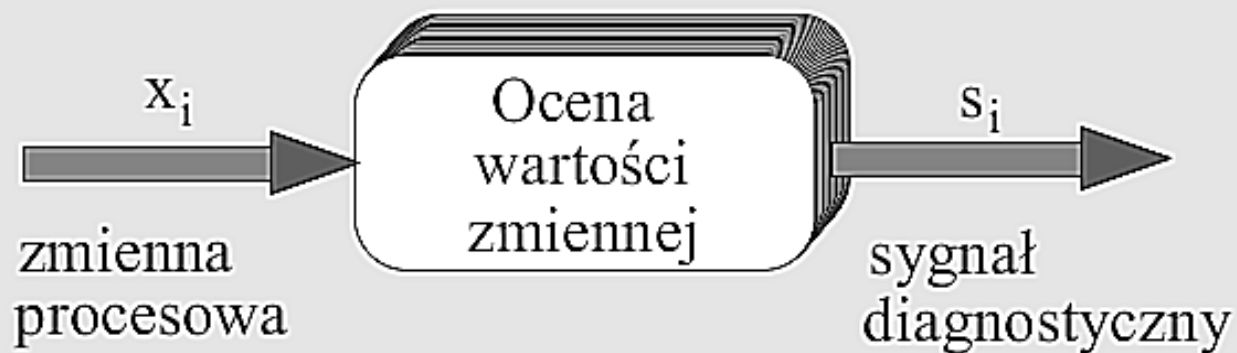
Automatyczna realizacja działań diagnostycznych pozwala:

- skrócić czas wykrycia i lokalizacji uszkodzenia,
- zwiększyć niezawodność działania obiektu,
- zwiększyć efektywność ekonomiczną procesu,
- ograniczyć skutki awarii,
- uzyskać efekty tolerowania niektórych uszkodzeń,
- zmniejszyć koszty remontów.

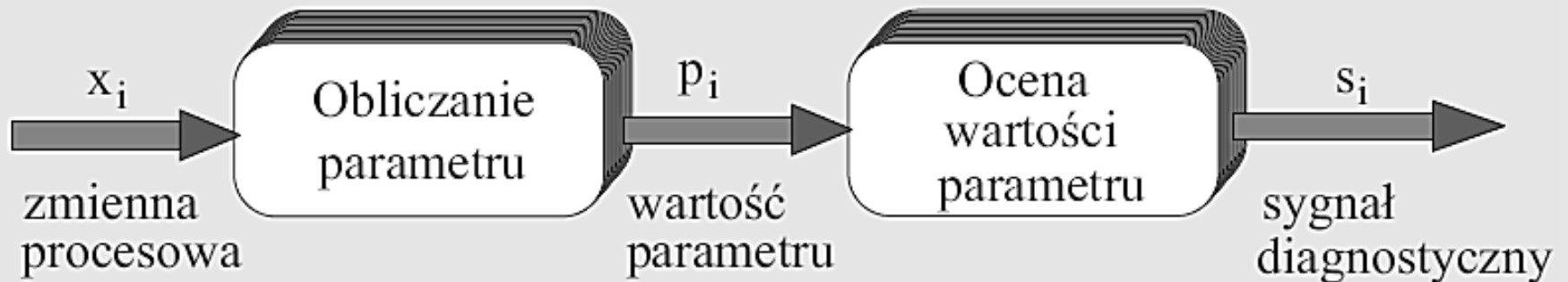
Schematy uzyskiwania sygnałów diagnostycznych

a. Ocena wartości zmiennej procesowej,

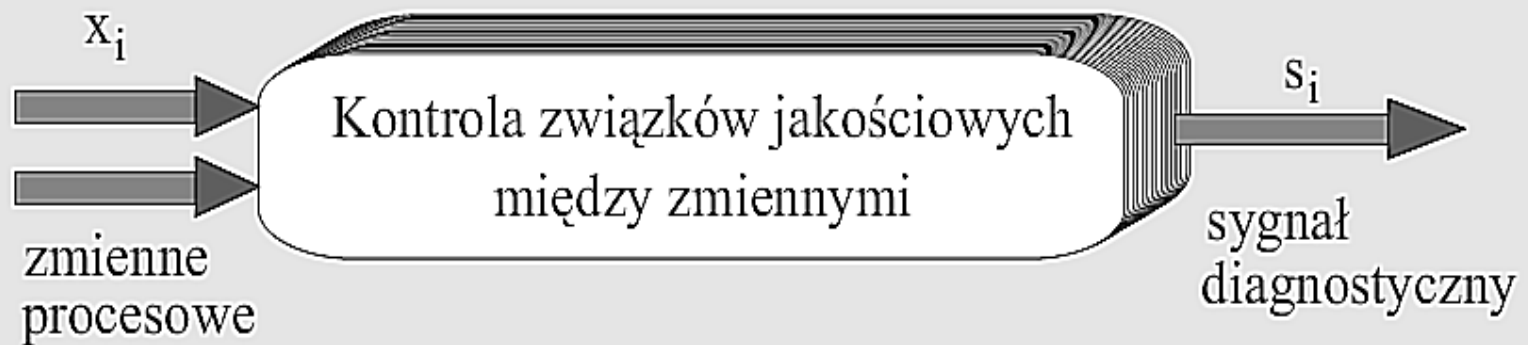
Przykład: kontrola granic alarmowych zmiennej:



1. Ocena lub wyliczanie parametru zmiennej procesowej,
Przykład parametru : szybkość zmian, średnia, wartość maksymalna, wartość skuteczna, rozrzut .. itp.



2. Kontrola związków jakościowych między zmiennymi procesowymi:



Metody bazujące na kontroli związków między zmiennymi procesowymi:

Metody wykorzystujące proste związki między sygnałami:

- wykorzystanie redundancji (nadmiarowości) sprzętowej czujników pomiarowych,
- kontrola sygnałów sprzężeń zwrotnych,
- kontrola relacji między wartościami zmiennych procesowych,
- kontrola związków statystycznych między zmiennymi procesowymi.

Metody wykorzystujące modele analityczne:

- detekcja z wykorzystaniem modeli fizycznych (bilansowych, równań ruchu itp.),
- detekcja z wykorzystaniem modeli liniowych typu wejście-wyjście (równania zgodności),
- detekcja z wykorzystaniem obserwatorów stanu,
- detekcja na podstawie identyfikacji on-line.

Metody bazujące na kontroli związków między zmiennymi procesowymi:

Metody wykorzystujące modelowanie jakościowe i neuronowe:

- detekcja z wykorzystaniem modeli rozmytych,
- detekcja z wykorzystaniem modeli neuronowych.

Zalety:

- możliwość wykrywania uszkodzeń urządzeń pomiarowych, wykonawczych i komponentów procesu.

Wady:

- wymagana wiedza o obiekcie w postaci modeli ilościowych lub jakościowych.

Kontrola wiarygodności sygnałów,

- wykrywanie uszkodzeń torów pomiarowych,
- sprawdzanie przekroczeń dopuszczalnych wartości,
- sprawdzanie przekroczeń szybkości zmian sygnału,
- wykrywanie braku zmienności sygnału.



Kontrola trendów,

$$y(t) - y(t-1) > Y_{dop}$$

zasada podobna jak przy sprawdzaniu szybkości zmian,
Celem jest wykrycie zbyt szybkich zmian.

Kontrola zmiennych binarnych,

$$y = Y_N$$

wyznacza nieprawidłowy stan (np. jednoczesne zadziałanie przełączników krańcowych x_+ i x_- w obrabiarce) lub wykrywa zanik sygnału.

Kontrola relacji między zmiennymi procesowymi

Stosuje się tam gdzie nieznany jest model procesu (obiektu),

Bazuje na związkach technologicznych, wiedzy operatorów (ekspertów), (np. wzrost a_p i spadek siły skrawania)

Związki dotyczą sygnałów lub kierunków ich zmian.

Zalety:

- bardzo proste algorytmy detekcyjne,
- skuteczne przy wykrywaniu wielu uszkodzeń,
- prawie wszystkie uszkodzenia katastroficzne są wykrywane.

Wada: nie wykrywają uszkodzeń parametrycznych.

„ Komputerowe karty pomiarowe ”

Literatura do wykładu

- Waldemar Nawrocki,
„Rozproszone systemy pomiarowe”,
Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2006,
- Dariusz Świsulski,
„Komputerowa technika pomiarowa”,
Agenda Wydawnicza „Pomiary, Automatyka, Kontrola”,
Warszawa 2005,
- Waldemar Nawrocki,
„Komputerowe systemy pomiarowe”,
Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2002

Plan wykładu

1. Określenia, definicje...
2. Podstawowe funkcje realizowane przez komputerowe karty pomiarowe
3. Budowa i architektura komputerowej karty pomiarowej
4. Parametry charakterystyczne
5. Zalety korzystania z komputerowych kart pomiarowych
6. Prezentacja przykładowych kart pomiarowych
7. Oprogramowanie dla komputerowych kart pomiarowych
8. Podsumowanie

Określenia

Komputerowe karty pomiarowe

są specjalizowanymi układami pomiarowymi współpracującymi z komputerem i tworzącymi wraz z nim oraz odpowiednim oprogramowaniem tzw.

wirtualne przyrządy pomiarowe.

Ze względu na rozbudowane funkcje akwizycji danych przyjęł się skrót

DAQ od **Data AcQuisition card**, czyli karty pozyskującej dane.

Komputerowa karta pomiarowa może być zamontowana w obudowie komputera lub też znajdować się poza nią.

Podstawowe funkcje realizowane przez komputerowe karty pomiarowe

- przetwarzanie analogowo-cyfrowe „pojedynczego” sygnału (napięcia lub prądu) z jednego z wielu wejść analogowych karty pomiarowej,
- przetwarzanie analogowo-cyfrowe wielu sygnałów doprowadzonych do wejść analogowych karty pomiarowej,
- filtracja analogowa (antyaliasingowa) sygnałów wejściowych,
- wytwarzanie żądanych sygnałów (napięcia lub prądu) na wyjściach analogowych karty pomiarowej,

Podstawowe funkcje realizowane przez komputerowe karty pomiarowe cd.

- odczytywanie sygnałów cyfrowych z wejść cyfrowych karty pomiarowej (jeśli występują),
- przypisywanie sygnałów cyfrowych do portów wyjściowych karty pomiarowej (jeśli występują),
- generowanie sygnałów cyfrowych o zadanej częstotliwości i czasie trwania na wyjściach cyfrowych,
- synchronizacja z liniami wyzwalania systemów czasu rzeczywistego (RTSI) w komputerze,
- przechowywanie danych pomiarowych i konfiguracyjnych karty
w jej pamięci wewnętrznej

Budowa komputerowej karty pomiarowej

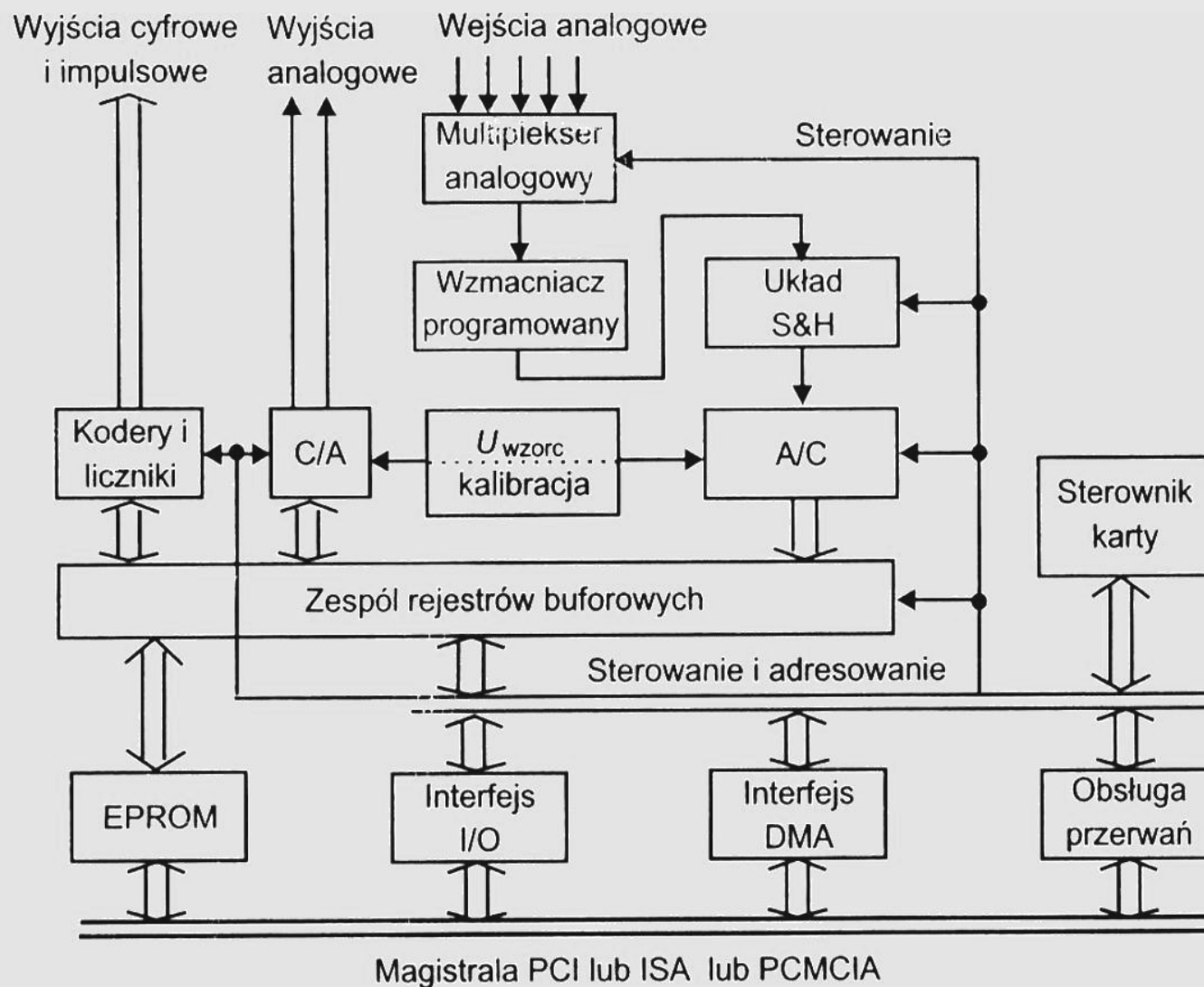
W skład typowej karty pomiarowej wchodzi następujące komponenty:

- multiplekser analogowy, przełączający sygnały z wielu kanałów pomiarowych na wejście przetwornika A/C, (analogowo – cyfrowego),
- wzmacniacz programowany, dostosowujący poziom sygnałów zgodnie z wybranym zakresem pomiarowym,
- układ próbkująco-pamiętający (S&H) lub próbkująco-śledzący (S&T), (zapobiega zmianie sygnału podczas jego przetwarzania).
- przetwornik analogowo-cyfrowy, zamienia wartość sygnału napięciowego na jego wartość (liczba).

Budowa komputerowej karty pomiarowej – układy dodatkowe

- przetwornik cyfrowo-analogowy (jeśli są wyjścia analogowe),
- kodery i liczniki (jeśli są wyjścia cyfrowe),
- precyzyjne źródło napięcia odniesienia,
- układ autokalibracji,
- blok sterujący,
- zespół rejestrów buforowych,
- układy pamięci.

Architektura przykładowa komputerowej karty pomiarowej



Parametry charakterystyczne karty pomiarowej

- **rozdzielczość bitowa przetwornika analogowo-cyfrowego**
 - typowo od 8 do 24 bitów => może znacznie przewyższyć rozdzielczość przyrządów cyfrowych wysokiej klasy, (np.. przetwornik 10bit. Dzieli zakres napięcia wejściowego na $2^{10} = 1024$ wartości).
- **rozdzielczość bezwzględna**
 - określana dla wybranego zakresu pomiarowego:

$$\Delta U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{2^N}, \quad N - \text{liczba bitów},$$

- **dokładność pomiaru**
 - podawana w formie tabelarycznej, w zależności od zakresu pomiarowego, czasu obserwacji, temperatury i in.czynników; zwykle od 2 do 10 razy gorsza od rozdzielczości, dla kart 12bit lub więcej.

Zalety korzystania z komputerowych kart pomiarowych

- możliwość prowadzenia pomiarów wielokanałowych z bardzo dużą dokładnością,
- generacja analogowych lub cyfrowych sygnałów sterujących, jak również sygnałów testowych dla systemu pomiarowego,
- realizacja podstawowych funkcji multimetru cyfrowego, generatora funkcyjnego i oscyloskopu (zależnie od wyboru trybu pracy),
- współpraca z zazwyczaj bardzo rozbudowanym oprogramowaniem, służącym wizualizacji, analizie oraz archiwizacji rejestrowanych sygnałów,
- nie zabierają miejsca, jeśli osadzone w obudowie komputera

Producenci komputerowych kart pomiarowych

Komputerowe karty pomiarowe są produkowane przez wiele firm. Do najbardziej znanych należą:

- Advantech,
- Computer Board,
- IO-tech,
- Keithley,
- **National Instruments,**
- RK-system.

Przykłady komputerowych kart pomiarowych (1)

PenScopeDaq – oscyloskop jednokanałowy z łączem USB

- szeroki zakres pomiarowy
– od 20 mV/dz do 5 V/dz,
- regulowana szybkość próbkowania
– od 1 kpróbek/s do 100 Mpróbek/s,
- zasilany bezpośrednio
- z gniazda USB,
- wygodny w użytkowaniu,
- do zastosowań serwisowych,
laboratoryjnych,
edukacyjnych



Przykłady komputerowych kart pomiarowych (2)

ScopeLogicDaq – system akwizycji danych z oscyloskopem dwukanałowym i analizatorem stanów logicznych

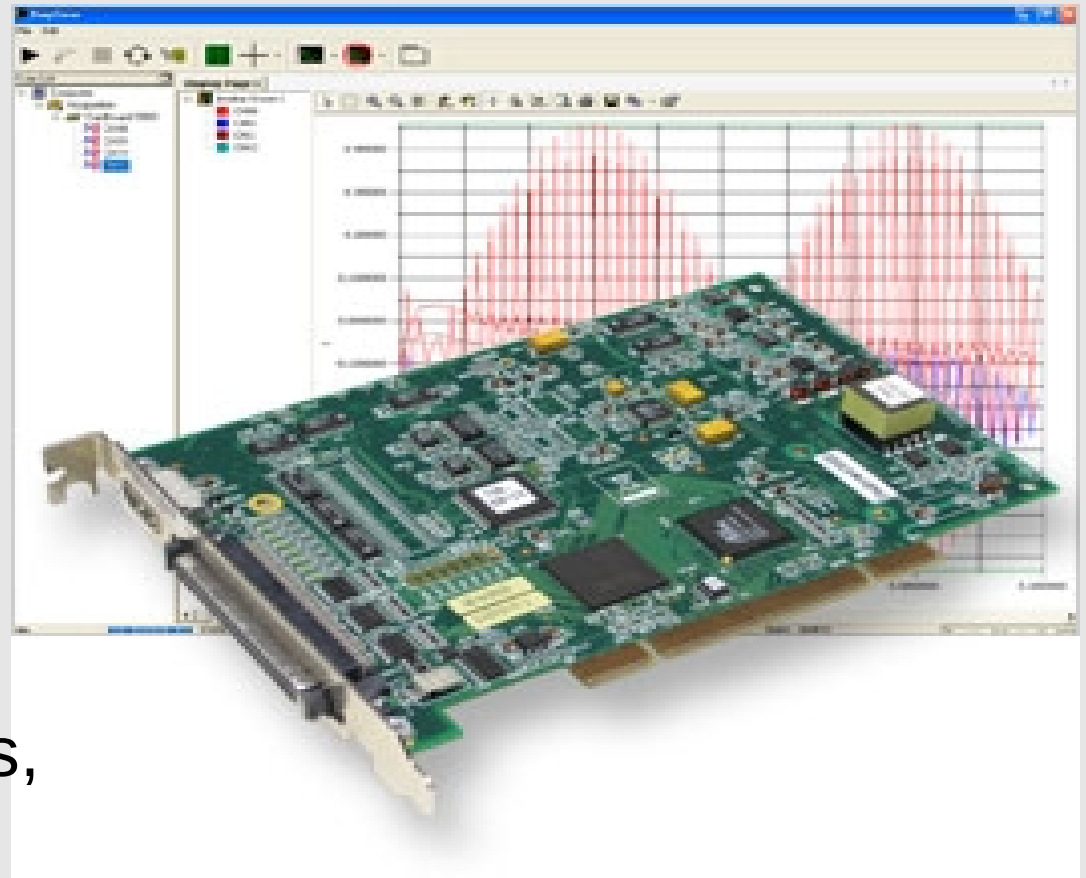
- szybkość próbkowania
 - do 200 Mpróbek/s przy akt. jednym kanale,
 - do 100 Mpróbek/s przy dwóch kanałach,
- 16 kanałów cyfrowych,
- umożliwia dokładną analizę sygnałów analogowo-cyfrowych oraz badanie zależności między nimi



Przykłady komputerowych kart pomiarowych (3)

DaqBoard 3000 (IO-tech)

- 16 wejść analogowych (8 w trybie różnicowym),
- wejścia/wyjścia cyfrowe – 24 linie,
- przetwornik analogowo-cyfrowy – 16-bitowy,
- maksymalna szybkość
- Próbkowania – 1 Mpróbek/s,
- 4 liczniki 32-bitowe



Przykłady komputerowych kart pomiarowych (4)

PCI 6120 (National Instruments)

- 4 wejścia analogowe,
- zakres napięć wejściowych – do 42 V,
- 2 wyjścia analogowe,
- 8 cyfrowych linii wejścia/wyjścia,
- dedykowany przetwornik A/C dla każdego kanału (16-bitowy),
- 2 liczniki 24-bitowe,
- przerzutniki analogowe i cyfrowe



Podsumowanie

- Komputerowe karty pomiarowe są głównym ogniwem wirtualnych przyrządów pomiarowych.
- Umożliwiają wielokanałowy pomiar sygnałów doprowadzanych do wejść analogowych, a także generują żądane sygnały analogowe/cyfrowe na odpowiednich portach wyjściowych.
- Zależnie od trybu pracy, ta sama karta może pełnić różne funkcje (multimetru, generatora funkcyjnego, oscyloskopu).
- Oferują najlepsze parametry przetwarzania, jak chodzi o rozdzielczość pomiarową oraz szybkość próbkowania.
- Niektórych zadań pomiarowych nie sposób wykonać inaczej lub lepiej niż przy zastosowaniu komputerowych kart pomiarowych.