

Zautomatyzowane systemy produkcyjne

dr inż. Marcin Kielczewski

Wydział Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki

Instytut Automatyki i Robotyki

e-mail, www:

marcin.kielczewski@put.poznan.pl

marcin.kielczewski.pracownik.put.poznan.pl

pok. 420 WARiE (budynek bez zegara), tel.: 61 665 2848

1

Literatura

- *Springer Handbook of Automation*, S.Y. Nof (Edytor), Springer 2009
- *Elementy, urządzenia i układy automatyki*, J. Kostro, WSiP 1998
- *Modelowanie komputerowe i obliczenia współczesnych układów automatyzacji*, R. Tadeusiewicz, G.G. Piwniak, W.W. Tkaczow, W.G.Szaruda, K. Oprzędkiewicz, AGH 2004
- *Badanie i projektowanie układów regulacji*, Z. Szopliński, WNT 1975
- *Wprowadzenie do robotyki: mechanika i sterowanie*, J.J. Craig, WNT 1995
- *Modelowanie i sterowanie robotów*, K. Kozłowski, P. Dutkiewicz, W.Wróblewski, PWN 2003

2

Plan wykładów

- 1. Wprowadzenie do automatyki**
- 2. Wprowadzenie do robotyki**
- 3. Systemy robotów przemysłowych (KUKA, Staubli)**
- 4. Sterowniki PLC**
- 5. Regulatory**
- 6. Czujniki i urządzenia pomiarowe**

3

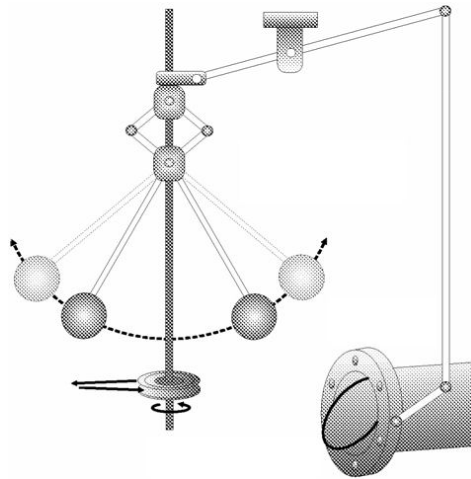
Wprowadzenie do automatyki

- Automatyka – dziedzina wiedzy, która zajmuje się możliwościami wyeliminowania lub ograniczenia udziału człowieka w czynnościach związanych ze sterowaniem różnorodnymi procesami, głównie technologicznymi i przemysłowymi**
- Automatyka – w ogólności oznacza niezależne działanie, samoregulację lub wykonywanie szeregu czynności i podejmowanie decyzji bez ingerencji człowieka**

4

Wprowadzenie do automatyki

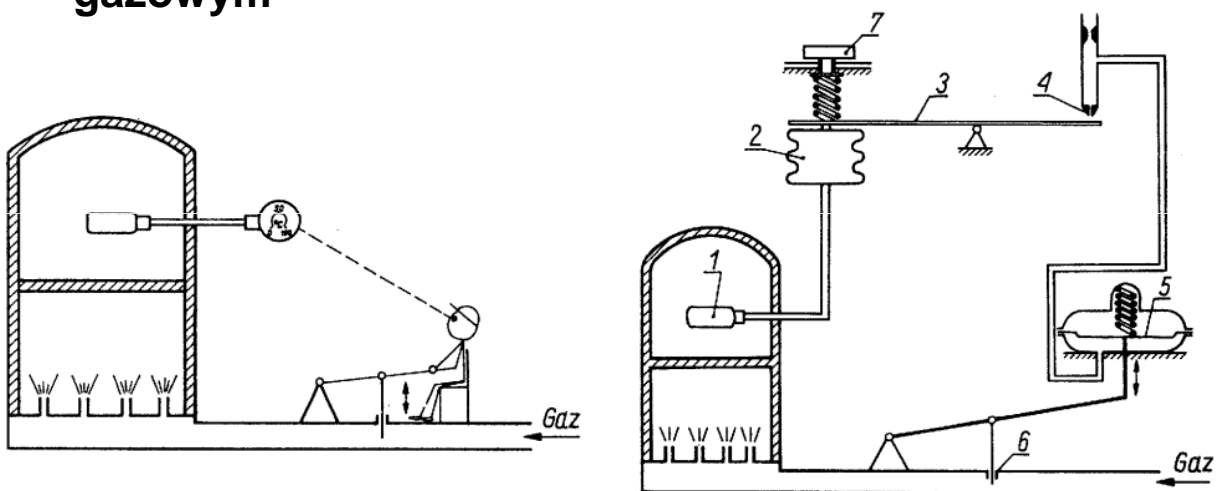
- Przykład – regulator Watta (regulator prędkości obrotowej w maszynach parowych)



5

Wprowadzenie do automatyki

- Przykład – układ sterowania temperatury w piecu gazowym



1 — termometr, 2 — miśczek sprężysty, 3 — dźwignia, 4 — dysza,
5 — siłownik membranowy, 6 — zawór, 7 — śruba do nastawiania
wartości zadanej

6

Wprowadzenie do automatyki

- Obecnie większość procesów produkcyjnych w przemyśle nie może być prowadzona bez automatycznego nadzoru i możliwości oddziaływania na ich przebieg. Nowoczesne fabryki wyposażone są w skomplikowane systemy automatyki i sterowania, które są kluczowe dla ich właściwego działania.
- Rozwój nowoczesnych technologii - rozbudowa zaawansowanych systemów sterowania umożliwia:
 - lepsze (optymalne) wykorzystanie surowców i źródeł energii:
 - poprawę jakości produkcji,
 - minimalizację strat,
 - zwiększenie stopnia ochrony środowiska,
 - zwiększenie zysków,
 - wstrzymanie kosztownej „rozbudowy fabryki”,
 - zwiększenie marginesu bezpieczeństwa.

7

Wprowadzenie do automatyki

- **Podstawowe elementy w układzie sterowania**
 - **Obiekt regulacji** (sterowania) – urządzenie lub zespół urządzeń w których przebiega dany proces technologiczny. Przebieg procesu technologicznego określają wielkości fizyczne. Wielkość odzwierciedlająca przebieg procesu, na której wartość wpływamy nazywa się **wielkością regulowaną**.

Do projektowania układu sterowania niezbędna jest wiedza o fizycznym obiekcie regulacji (znajomość rodzaju obiektu i jego parametrów, identyfikacja obiektu, modelowanie obiektów).
 - **Czujniki** – urządzenia służące do pomiaru wartości rzeczywistych wielkości regulowanej w danej chwili. Czujniki umożliwiają uzyskanie wiedzy o stanie obiektu i przebiegu realizowanego procesu.

8

Wprowadzenie do automatyki

- **Podstawowe elementy w układzie sterowania**
 - **Regulatory** – urządzenia których zadaniem jest przygotowanie odpowiednich sygnałów sterujących na podstawie informacji z czujników oraz wartości zadanej, które umożliwiają uzyskanie pożądanego przebiegu wielkości regulowanej niezależnie od występujących zakłóceń.
 - **Elementy wykonawcze** – urządzenia za pomocą których regulator oddziałuje na obiekt regulacji i przebieg procesu technologicznego (przygotowanie sygnału o odpowiedniej postaci i mocy).

9

Wprowadzenie do automatyki

- **Cele sterowania** – zanim dobierzemy czujniki, elementy wykonawcze, zaprojektujemy architekturę układu regulacji musimy określić cele - efekty które należy osiągnąć w procesie sterowania lub po jego zakończeniu.
 - Co chcemy osiągnąć (poprawa jakości i powtarzalności wykonania produktu, redukcja zużycia energii, ilości surowców, zwiększenie zysku, poprawa bezpieczeństwa produkcji, ...)?
 - Jakie wielkości należy sterować aby osiągnąć zamierzone cele?
 - Jakie są wymagania (prędkość, dokładność, jakość regulacji, zdolność tłumienia zakłóceń, odporność na zmiany parametrów, ...)?

10

Wprowadzenie do automatyki

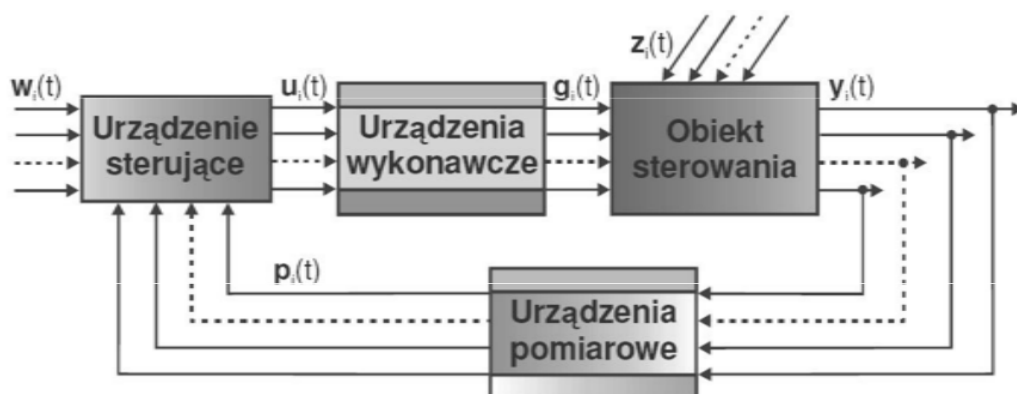
- **Reguła (prawo) sterowania** – algorytm przetwarzania informacji o stanie obiektu na sygnały sterowania elementami wykonawczymi.
- Podstawowe układy sterowania:
 - Sterowanie w układzie otwartym



11

Wprowadzenie do automatyki

- Sterowanie w układzie zamkniętym ze sprzężeniem zwrotnym

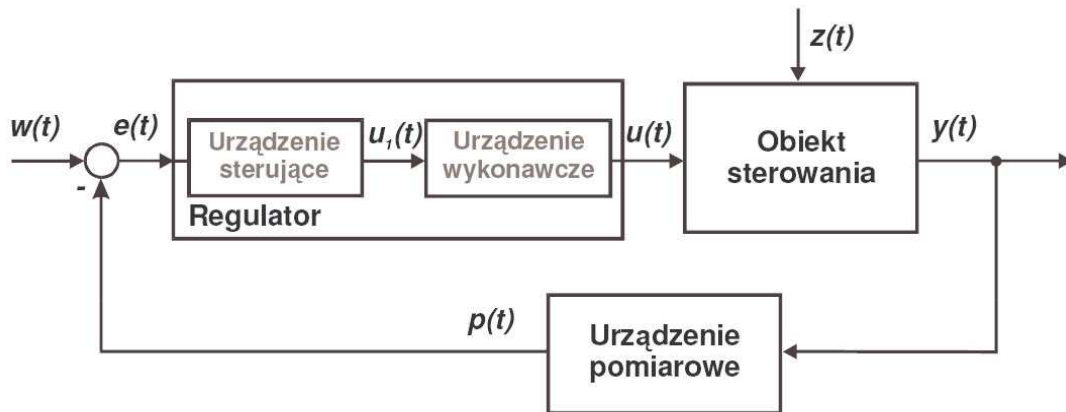


- **Układ regulacji automatycznej URA** – układ z ujemnym sprzężeniem zwrotnym (typowo), który samoczynnie (bez udziału człowieka) zapewnia pożądany przebieg wybranych sygnałów regulowanych charakteryzujących dany proces.

12

Wprowadzenie do automatyki

- Schemat blokowy URA



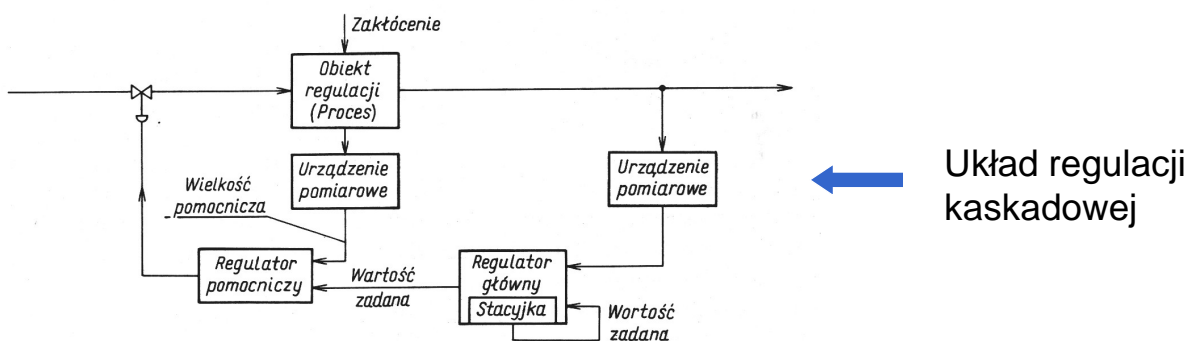
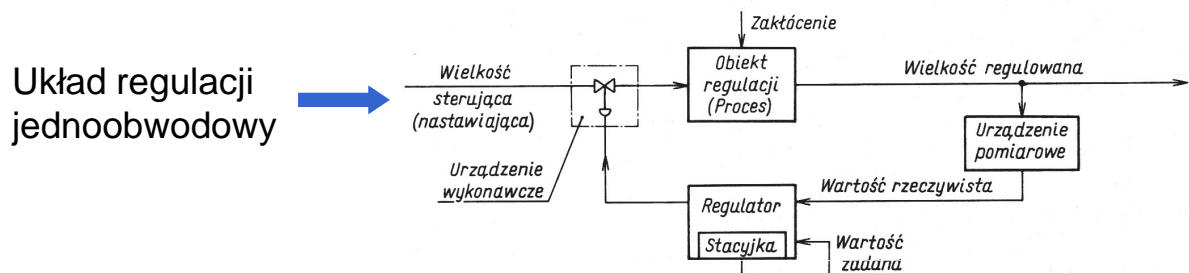
$w(t)$ – wartość zadana,
 $u(t)$ – sygnał sterujący (regulujący),
 $z(t)$ – zakłócenie,
 $y(t)$ – sygnał regulowany (rzeczywisty)
 $p(t)$ – zmierzony sygnał regulowany

Uchyb regulacji:
 $e(t) = w(t) - p(t)$

Zadanie URA – minimalizacja uchybu regulacji

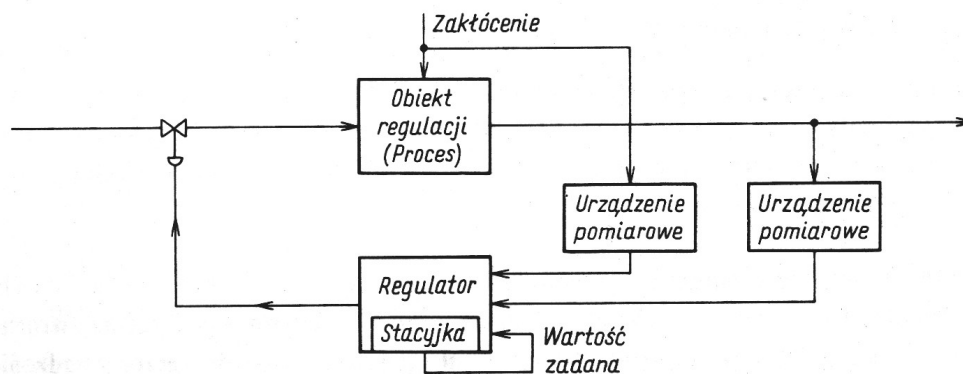
Wprowadzenie do automatyki

- Przykładowe struktury URA



Wprowadzenie do automatyki

- Przykładowe struktury URA



Układ regulacji z pomiarem zakłóceń

15

Wprowadzenie do automatyki

- Podstawowe kryteria klasyfikacji URA:

- Liniowość

- Układy liniowe (opisane liniowymi równaniami algebraicznymi, różniczkowymi, itp.)
- Układy nieliniowe (opisane nieliniowymi równaniami algebraicznymi, różniczkowymi, za pomocą funkcji opisującej, itp.)

- Liczba wejść i wyjść

- Układy o jednym wejściu i jednym wyjściu tzw. **SISO** (single input single output)
- Układy o wielu wejściach i wielu wyjściach tzw. **MIMO** (multiple input multiple output)

16

Wprowadzenie do automatyki

- **Podstawowe kryteria klasyfikacji URA:**
 - Charakter sygnałów
 - Ciągłe (dynamiczne układy ciągłe są opisywane równaniami różniczkowymi zwyczajnymi lub cząstkowymi)
 - Dyskretne (dynamiczne układy dyskretne są opisywane równaniami różnicowymi)
 - Hybrydowe (zawierają zarówno sygnały ciągłe jak i dyskretne np. komputer sterujący procesem ciągłym)
 - Zależność parametrów układu od czasu
 - Układy stacjonarne (stałe parametry w czasie)
 - Układy niestacjonarne (zmiennie parametry w funkcji czasu np. zmiana masy ze względu na spalanie paliwa)

17

Wprowadzenie do automatyki

- **Podstawowe kryteria klasyfikacji URA:**
 - Rodzaj sygnału zadanego
 - Regulacja stałowartościowa (stabilizacja automatyczna), gdzie wartość zadana jest stała, np. utrzymywanie stałej temperatury w pomieszczeniu
 - Regulacja programowa – wartość zadana jest znaną z góry funkcją czasu, zmienia się według znanego programu
 - Układy z programem czasowym (np. regulacja temp.)
 - Układy z programem przestrzennym (np. wykonywanie detali przez obrabiarkę CNC, ruch złączy robota)
 - Regulacja nadążna (układy nadążne lub śledzące) – wartość zadana nie jest znaną z góry funkcją czasu, ale zależy od zjawisk występujących na zewnątrz obiektu, np.:
 - Śledzenie samolotu przez układ radarowy
 - Śledzenie obiektu przez kamerę

18

Zautomatyzowane systemy wytwarzania

- W nowoczesnym systemie sterowania połączenie pomiędzy czujnikami a elementami wykonawczymi realizowane jest najczęściej przy pomocy cyfrowego urządzenia sterującego (systemu mikroprocesorowego):
 - dedykowane regulatory np. przemysłowy regulator PID,
 - sterowniki PLC,
 - przemysłowe komputery PC.
- W złożonych liniach produkcyjnych połączenie między czujnikami, sterownikami i elementami wykonawczymi wymaga zaprojektowania systemu komunikacji, co wiąże się z wyborem interfejsu oraz odpowiedniego protokołu komunikacyjnego – bardzo ważny aspekt projektowania układów sterowania (przemysłowe magistrale i sieci komputerowe).

19

Zautomatyzowane systemy wytwarzania

- Nowoczesne narzędzia nadzoru procesów technologicznych i produkcyjnych – systemy typu SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).
- Główne funkcje systemów SCADA:
 - Zbieranie aktualnych danych (pomiarów)
 - Nadzorowanie i zarządzanie procesami (alarmowanie)
 - Archiwizacja i wizualizacja danych
- Termin SCADA odnosi się do systemu komputerowego, który pełni rolę nadrzędną w stosunku do sterowników PLC i innych urządzeń.

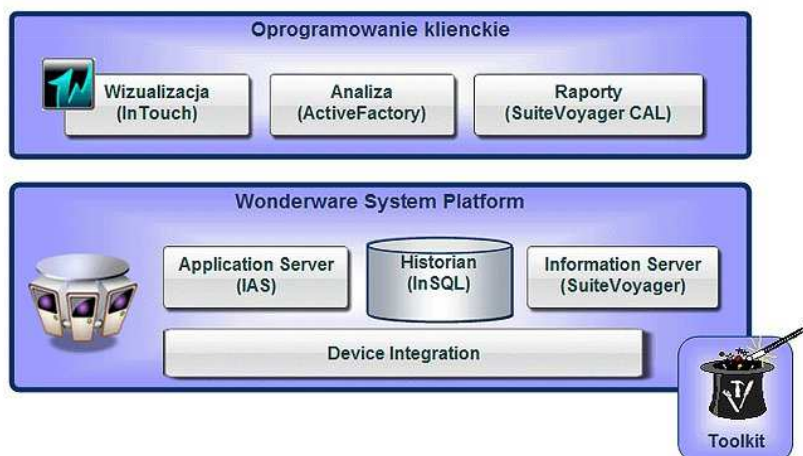


20

Zautomatyzowane systemy wytwarzania

- System SCADA – np. Wonderware System Platform

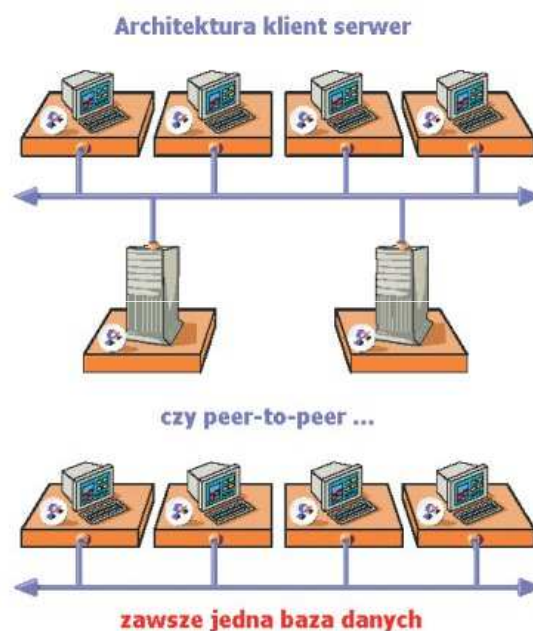
Wonderware System Platform to zestaw komponentów udostępniający użytkownikowi funkcje do efektywnego budowania elastycznych i skalowalnych aplikacji przemysłowych.



21

Zautomatyzowane systemy wytwarzania

Wonderware Application Server zawiera: wspólną bazę danych zmiennych całej wielostanowiskowej aplikacji, konfigurację aplikacji, skrypty, alarmy i wszelkie mechanizmy pozwalające na zdalną dystrybucję i uruchamianie elementów aplikacji.



22

Zautomatyzowane systemy wytwarzania

Wonderware InTouch to przemysłowe oprogramowanie zaprojektowane do wizualizacji oraz kontroli procesów produkcyjnych, w pełni zgodne z wytycznymi dla systemów klasy SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) oraz HMI (Human-Machine-Interface).

- pakiet wizualizacyjny (SCADA, HMI) dla środowiska Windows
- aplikacje tworzy się bez programowania
- ponad 3 tysiące gotowych obiektów graficznych
- obsługa receptur
- statystyczna analiza danych SPC (Statistical Process Control)

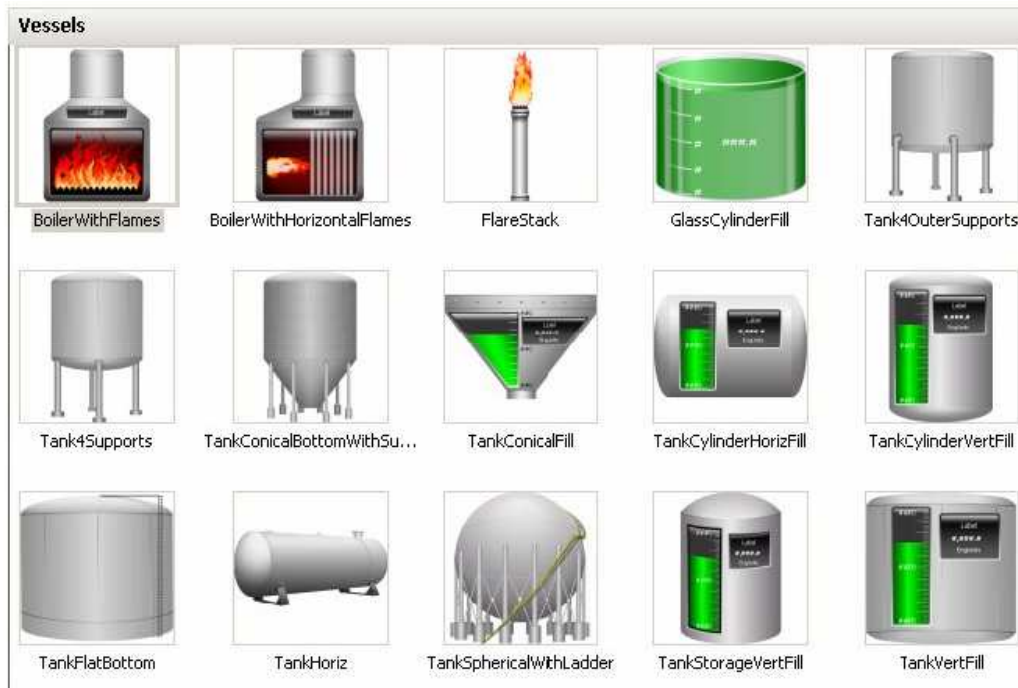
23

Zautomatyzowane systemy wytwarzania

- komunikacja sieciowa przez Ethernet (TCP/IP) - aplikacje sieciowe
- komunikacja z wieloma typami sterowników i wsparcie dla szeregu protokołów komunikacyjnych
- komunikacja z programami komunikacyjnymi wymiany danych (I/O Servers): DDE, SuiteLink i OPC
- komunikacja z bazami danych (ODBC)

24

Zautomatyzowane systemy wytwarzania



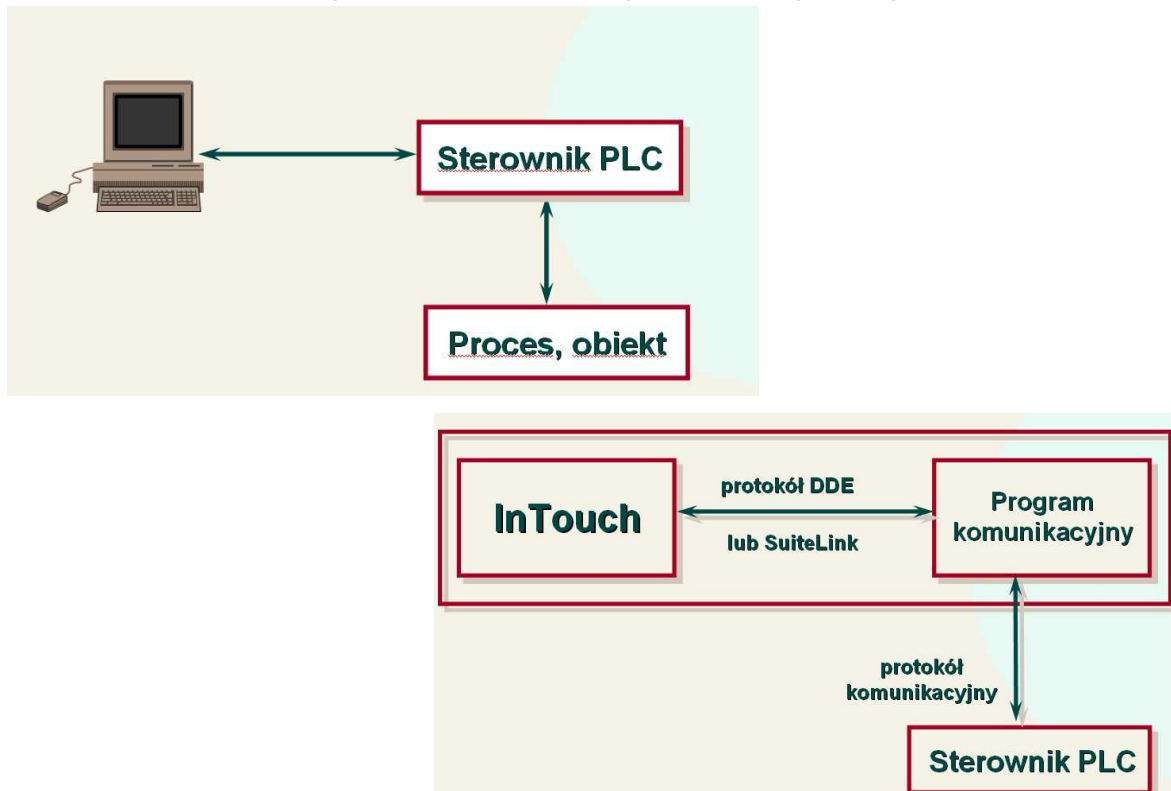
25

Zautomatyzowane systemy wytwarzania



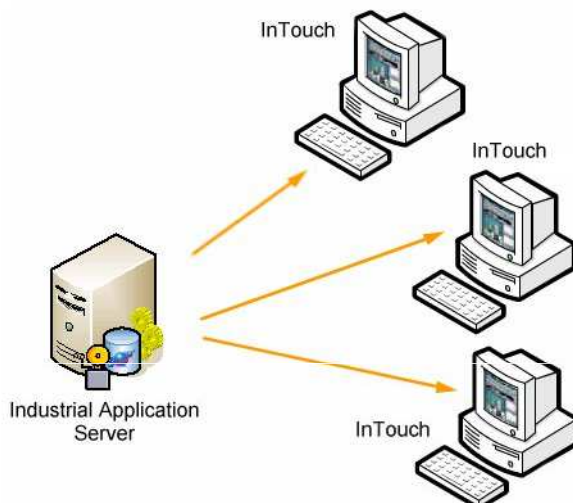
26

Zautomatyzowane systemy wytwarzania



27

Zautomatyzowane systemy wytwarzania



Możliwość tworzenia bardzo rozbudowanych aplikacji wizualizacyjnych pracujących w systemie rozproszonym bez konieczności duplikowania logiki działania całego systemu na wszystkich stacjach operatorskich.

28