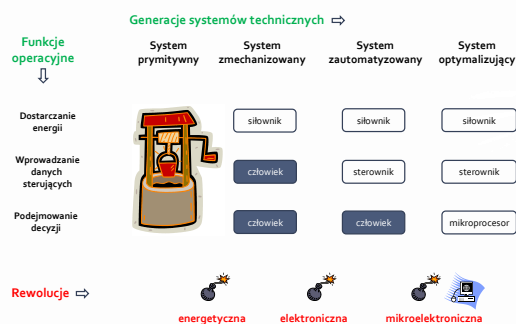


# Mechatronika i szybkie prototypowanie układów sterowania

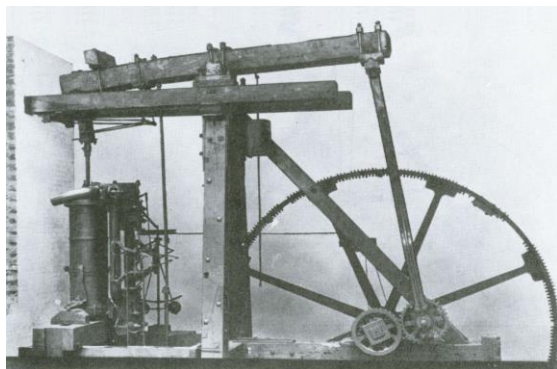


## Rozwój systemów technicznych



[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Silnik parowy – odśrodkowy regulator prędkości



## Mechatronika

Interdyscyplinarny obszar nauk technicznych, zajmujący się integracją

- mechaniki i budowy maszyn
- elektroniki
- elektrotechniki
- automatyki i robotyki
- informatyki

**Mechatronika = mechanika + elektronika**

Japonia - koniec lat 70-tych

## Mechatronika

Główne czynniki, które miały wpływ na rozwój mechatroniki

- wzrost złożoności i wymagań stawianych urządzeniom mechanicznym
- tanie i masowo produkowane obwody scalone wypierają układy mechaniczne realizujące przetwarzanie informacji
- mikroprocesory umożliwiły prostsze, dokładniejsze i bardziej elastyczne sterowanie procesami mechanicznymi
- niezawodność zespołów elektronicznych stała się na tyle wysoka, że umożliwiła pracę w obecności drgań i innych czynników środowiska mechanicznego (mgła olejowa)

Rozwój mechatroniki znacząco wpływa na

- strukturę nowych maszyn
- sposób projektowania i konstruowania maszyn



**METODOLOGIA PROJEKTOWANIA I KONSTRUOWANIA MECHATRONICZNEGO**

## Mechatronika – wybrane definicje

Integracja naturalnie różnych systemów konstrukcyjnych: mechanizmów, obwodów elektrycznych i oprogramowania. [1983]

Zastosowanie mikroelektroniki w inżynierii mechanicznej. [Oryginalna definicja Japońskiego Ministerstwa Przemysłu i Handlu (MITI)]

System, w którym zaawansowany ruch i rozwinięte sterowanie łączone są systematycznie w celu otrzymania systemu o wysokiej wartości, który może wykonywać rozwinięte funkcje zamierzone. [1986]

... **synergiczna** kombinacja precyzyjnej inżynierii mechanicznej, sterowania elektronicznego i myślenia systemowego w projektowaniu produktów i procesów wytwórczych. [1986]

Interdyscyplinarny obszar nauk inżynierskich, który wspiera się na klasycznych dyscyplinach budowy maszyn, elektrotechniki i informatyki. **Typowy system mechatroniczny odbiera sygnały, przetwarza je i wydaje sygnały, które z kolei przetwarza np. w siły i ruchy.** [1989]

Strategia, która daje odpowiednio zintegrowane połączenie inżynierii mechanicznej, elektroniki i oprogramowania, zastosowana do rozwoju konstrukcyjnego i wytwarzania produktu w celu osiągnięcia optymalnego rozwiązania konstrukcyjnego. [1989]

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Mechatronika – wybrane definicje

**Programowalne urządzenia i systemy mechaniczne z sensoryką, aktoryką i komunikacją.** [1994]

Projektowanie systemów, urządzeń i produktów zorientowanych na osiągnięcie optymalnej równowagi między podstawową strukturą mechaniczną i jej całkowitym sterowaniem. [1995]

**Synergiczna** integracja inżynierii mechanicznej z elektroniką i inteligentnym sterowaniem komputerowym w projektowaniu i wytwarzaniu produktów i procesów. [1995]

**Projektowanie i wytwarzanie produktów i systemów wykazujących zarówno funkcjonalność mechaniczną jak i zintegrowane sterowanie algorytmiczne.** [1995]

**Projektowanie maszyn inteligentnych.** [1995]

Synergiczna kombinacja inżynierii mechanicznej, inżynierii elektrycznej i techniki informacyjnej dla zintegrowanego projektowania inteligentnych systemów – w szczególności mechanizmów i maszyn. [1995]

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Mechatronika – wybrane definicje

Interdyscyplinarny obszar nauk inżynierskich, który wspiera się na klasycznych dyscyplinach budowy maszyn, elektrotechniki i informatyki.

Wzajemne oddziaływania między częściami składowymi określają zachowanie się systemu mechatronicznego. Przy tym należy odróżnić **pasywny system mechatroniczny** od **aktywnego**.

W **systemie pasywnym** te oddziaływania wykorzystywane są jednorazowo podczas fazy konstrukcyjnej, aby system idealnie dopasować do określonego przypadku zastosowania.

System jest „**projektowany mechatronicznie**”, jeżeli te oddziaływania są także wykorzystywane podczas stosowania i użytkowania systemu, a więc wpływają aktywnie również na zachowanie się systemu, to mówi się wtedy o **aktywnych systemach mechatronicznych**. [1995]

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Mechatronika - podsumowanie

Mechatronika uczy jak integrować urządzenia mechaniczne ze sterowaniami elektronicznymi (komputerowymi).

Zajmuje się badaniem i rozwojem nowych zintegrowanych systemów mechaniczno-elektronicznych, cechujących się pewnym stopniem „*inteligencji*” i *samodzielnością rozstrzygnięcia*.

System mechatroniczny jest w stanie

- za pomocą czujników (**sensorów**) – odbierać ze swego otoczenia sygnały
- za pomocą mikroprocesorów (**procesorów**) – przetwarzać i interpretować odebrane sygnały
- za pomocą elementów wykonawczych (**aktorów**) – reagować odpowiednio do sytuacji

System mechatroniczny jest elastyczny i może być stosowany w różnorodnych zadaniach.

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Projektowanie mechatroniczne

### Główne cele

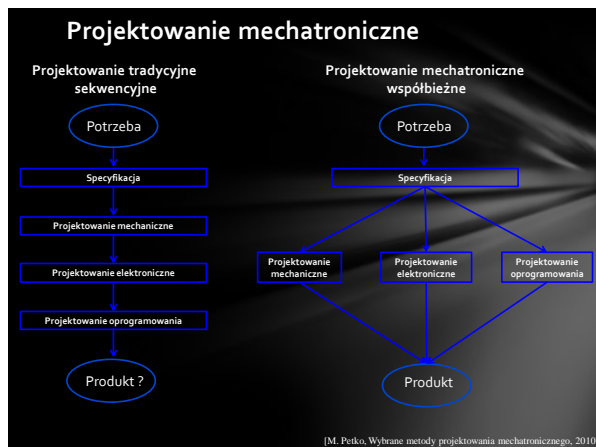
- skrócenie czasu od powstania i zidentyfikowania potrzeby rynkowej do rozpoczęcia produkcji
- obniżenie kosztów, wzbogacenie funkcjonalności i podniesienie jakości – efekt synergii

[M. Petko, Wybrane metody projektowania mechatronicznego, 2010]

### Zasada

To co łatwo daje się zrobić mechanicznie, robimy sposobem mechanicznym, to zaś co łatwo daje się zrobić elektronicznie, robimy sposobem elektronicznym i łączymy (integrujemy) obie części – mechaniczną i elektroniczną

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]



## Projektowanie mechatroniczne

Cechy systemów projektowanych konwencjonalnie i mechatronicznie

Projektowanie konwencjonalne	Projektowanie mechatroniczne
<b>Dodawanie części składowych</b>	<b>Integracja części składowych</b>
1. Obszerność (zajmowanie dużo miejsca)	Zwartość (kompaktość)
2. Złożone mechanizmy	Proste mechanizmy
3. Problemy z kablami	Magistrale (basy) lub komunikacja bezprzewodowa
4. Połączone części składowe	Jednostki autonomiczne
<b>Proste sterowanie</b>	<b>Integracja przez przetwarzanie informacji</b>
5. Sztywna konstrukcja	Elastyczna konstrukcja z tłumieniem elektronicznym
6. Sterowanie według prognozy, liniowe, analogowe	Sterowanie według sprzężenia zwrotnego, nieliniowe, cyfrowe
7. Precyzja przez małe tolerancje	Precyzja przez pomiary i sterowanie ze sprzężeniem zwrotnym
8. Wielkości niemierzalne zmieniają się dowolnie	Sterowanie oszacowanymi wielkościami niemierzalnymi
9. Proste monitorowanie	Nadzór z diagnostyką uszkodzeń
10. Zdolności ustalone, niezmiennie	Zdolność uczenia się

[R. Isermann, Information processing for mechatronic systems. *Robotics and Autonomous Systems* 19 (1996)]

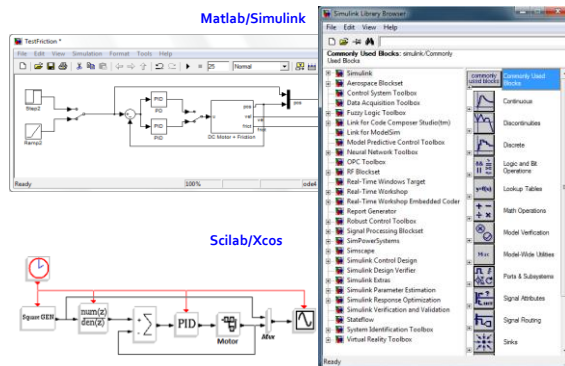
[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Techniki ułatwiające/umożliwiające realizację idei projektowania mechatronicznego

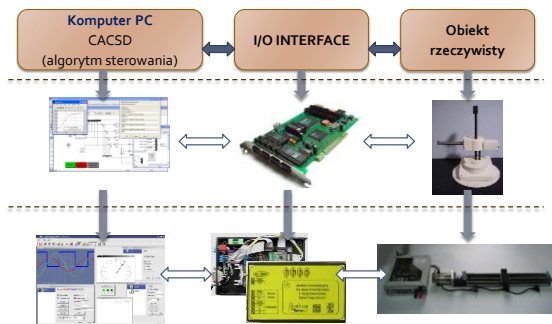
- Wirtualne prototypowanie
- Symulacja w czasie rzeczywistym
  - szybkie prototypowanie (rapid prototyping)
  - Hardware-in-the-Loop Simulation (HILS)
- Szybkie prototypowanie na docelowej platformie sprzętowej

[M. Petko, Wybrane metody projektowania mechatronicznego, 2010]

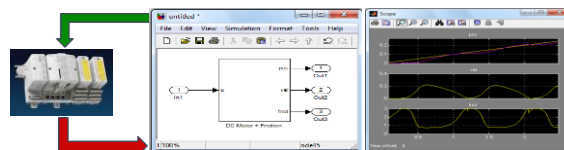
## Wirtualne prototypowanie



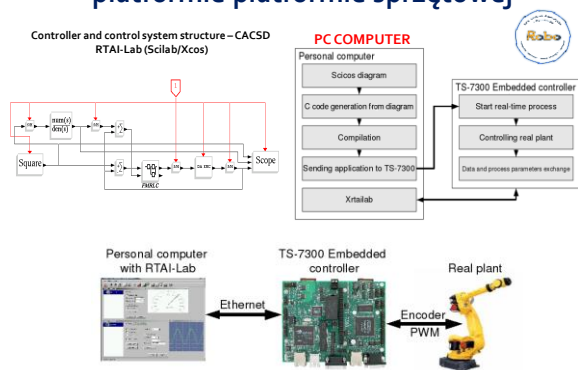
## Szybkie prototypowanie



## Hardware-in-the-Loop Simulation



## Szybkie prototypowanie na docelowej platformie sprzętowej



Kręgosłupem urządzeń mechatronicznych jest obwód sterowania

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

Wzrastająca tendencja do przenoszenia coraz większej liczby funkcji z mechaniki do oprogramowania

[M. Gawrysiak, Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wprowadzenie, 1997]

## Proces projektowania systemu sterowania

