

Zaawansowane sterowanie

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Åström, Hägglund; *PID Controllers: Theory, Design and Tuning*, ISA - Instrument Society of America, 1995
- [2] Åström, Hägglund; *Advanced PID Control*, ISA - Instrumentation, Systems and Automation Society, 2006
- [3] Halawa J., *Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
- [4] Piegat A., *Modelowanie i sterowanie rozmyte*; Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 1999
- [5] Żuchowski A., *Uproszczone modele dynamiki*. Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin 1998
- [6] Brzózka J., *Regulatory i układy automatyki*, Mikom, Wa-wa 2014
- [7] Franklin G.F. i in., *Feedback control of dynamic systems*, Pearson, 2010

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dokumentacja Matlab (dostęp on line)
- [2] Greblicki W.; *Podstaw automatyki*, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 2006

Zaawansowane sterowanie

Etapy:

Wymagania/ograniczenia obiektowe

- cel sterowania, dokładność, ograniczenia

I. Struktura układu sterowania

- wybór struktury układu i typu regulatora

II. Synteza parametryczna

- cel: spełnić wymaganie stabilności, (pewnej dokładności)
- dobór parametrów regulatora/regulatorów zapewniających stabilność

III. Ocena jakości

IV. Optymalizacja

- poprawa jakości sterowania (wybór kryterium, strojenie parametrów)

Klasyfikacja systemów sterowania

UR klasyczne – projektowanie:

classical control design, SISO Design

- na podstawie opisu układu zamkniętego
 - położenie biegunów transmitancji u.z.
 - charakterystyki częstotliwościowe u.z.
- na podstawie opisu układu otwartego
 - charakterystyki częstotliwościowe u.o.
- projektowanie optymalizacyjne

Układy sterowania z modelem

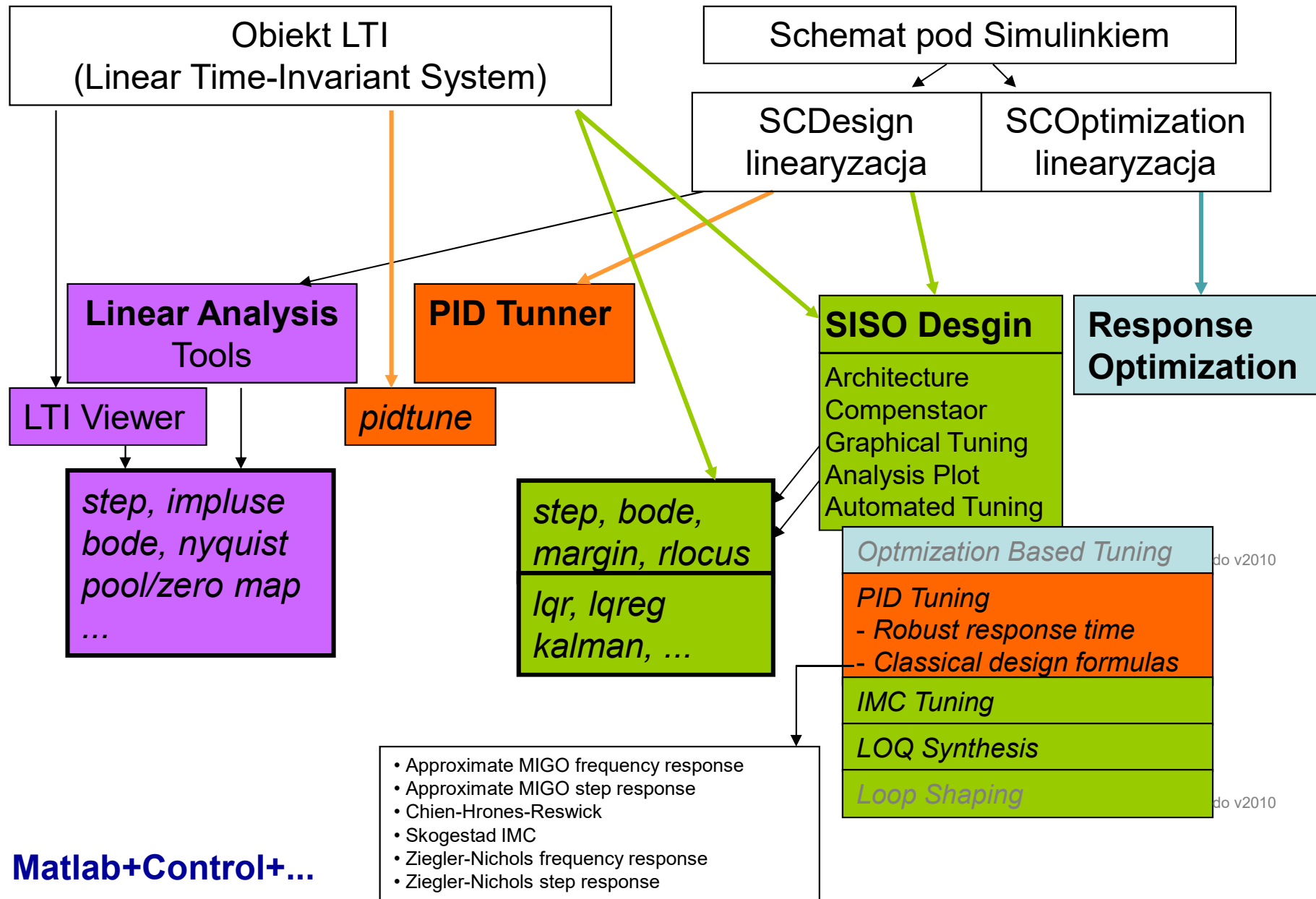
Sterowanie adaptacyjne, odporne, predykcyjne, rozmyte

Regulacja wieloobwodowa, regulacja wieloparametrowa

Sterowanie w przestrzeni stanów

state-space control design
modern control design

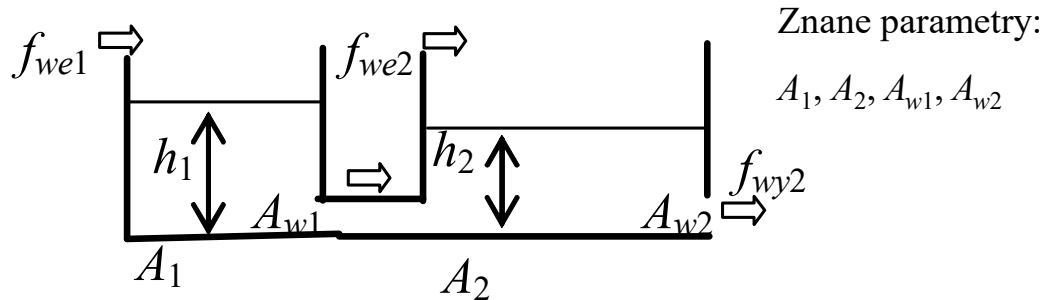
Narzędzia wspomagające projektowanie UR – SISO Design



Matlab+Control+...

Model Predictive Control Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox

Przykładowe modele do ćwiczeń laboratoryjnych

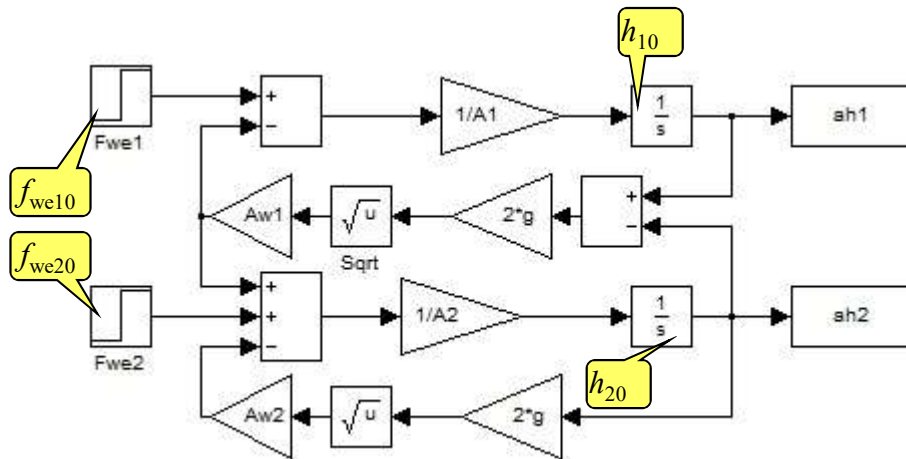


Znane parametry:

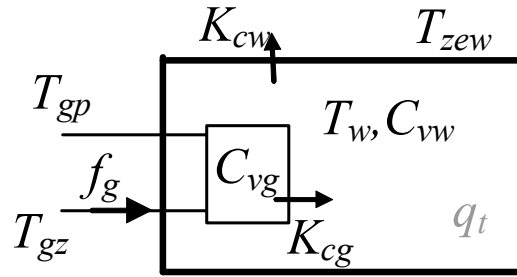
$$A_1, A_2, A_{w1}, A_{w2}$$

$$\begin{cases} A_1 \dot{h}_1(t) = f_{we1}(t) - A_{w1} \sqrt{2g(h_1(t) - h_2(t))} \\ A_2 \dot{h}_2(t) = f_{we2}(t) + A_{w1} \sqrt{2g(h_1(t) - h_2(t))} - A_{w2} \sqrt{2gh_2(t)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = f_{we1} - A_{w1} \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \\ 0 = f_{we2} + A_{w1} \sqrt{2g(h_1 - h_2)} - A_{w2} \sqrt{2gh_2} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h_{10} = F(f_{we10}, f_{we20}) \\ h_{20} = F(f_{we10}, f_{we20}) \end{cases}$$



Przykładowe modele do ćwiczeń laboratoryjnych



Znane parametry:

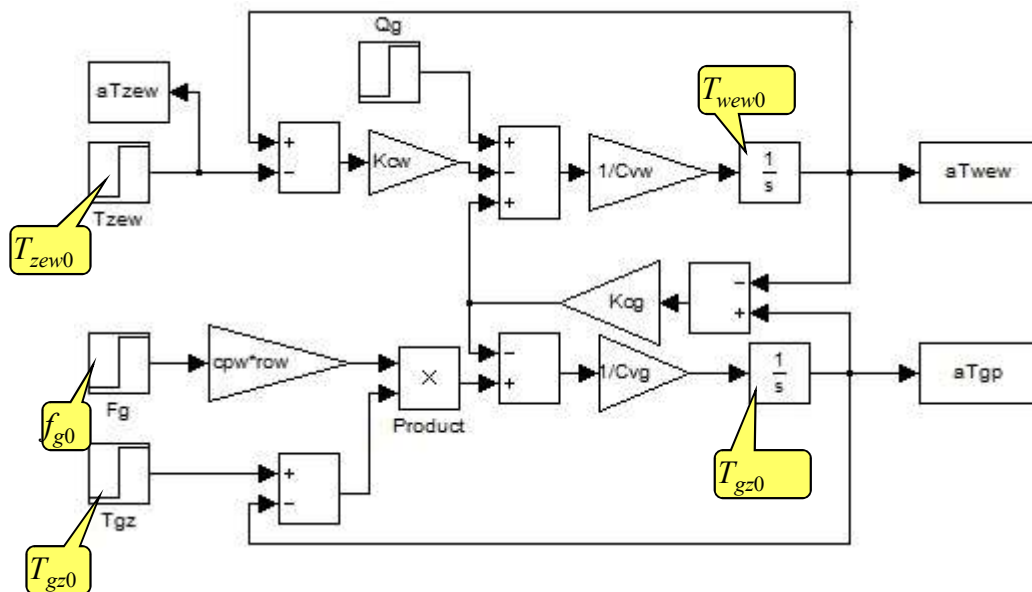
$$T_{gzN}, T_{gpN}, P_N, T_{zewN}, T_{weWN}, q_{tN}=0$$

$$90^\circ\text{C}, 70^\circ\text{C}, 2\text{kW}, -20^\circ\text{C}, 20^\circ\text{C}$$

$$c_{pw}\rho_{pw}f_{gN}(T_{gzN} - T_{gpN}) = K_{cg}(T_{gpN} - T_{weWN}) = K_{cw}(T_{weWN} - T_{zewN}) = P_N \longrightarrow f_N, K_{cg}, K_{cw}$$

$$\begin{cases} C_{vg}\dot{T}_{gp}(t) = c_{pw}\rho_{pw}f_g(t)(T_{gz}(t) - T_{gp}(t)) - K_{cg}(T_{gp}(t) - T_{weW}(t)) \\ C_{vw}\dot{T}_{weW}(t) = K_{cg}(T_{gp}(t) - T_{weW}(t)) - K_{cw}(T_{weW}(t) - T_{zew}(t)) + q_t(t) \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = c_{pw}\rho_{pw}f_g(T_{gz} - T_{gp}) - K_{cg}(T_{gp} - T_{weW}) \\ 0 = K_{cg}(T_{gp} - T_{weW}) - K_{cw}(T_{weW} - T_{zew}) \end{cases} \longrightarrow \begin{cases} T_{weW0} = F(T_{gz0}, T_{zew0}, f_{g0}) \\ T_{gp0} = F(T_{gz0}, T_{zew0}, f_{g0}) \end{cases}$$



Modelowanie: Modele układów dynamicznych

<http://anna.czemplik.staff.iar.pwr.wroc.pl/index.php/modele-ukladow-dynamiki>

Wybór strategii sterowania

Trudności:

- nieliniowość obiektu
- opóźnienia transportowe
- regulacja wieloobwodowa
- regulacja wieloparametrowa
- zmienność i niepewność obiektu
- ograniczenia

Rozwiązania: