Projekt układu sterowania = struktura+parametry

Wymagania/ograniczenia obiektowe

- opis technologiczny, założenia projektowe, warunki techniczne

I. Wybór układu i regulatora

- cel: wybór struktury układu i typu regulatora
- sposób: wiedza+doświadczenie

II. Synteza parametryczna

- cel: spełnić wymaganie stabilności, dokładności
- sposób: dobór nastaw/parametrów (analitycznie, symulacyjnie)

III. Ocena jakości

- cel: ocenić szybkość, dokładność, zapas stabilności
- sposób: badania symulacyjnie na modelu (i na obiekcie)

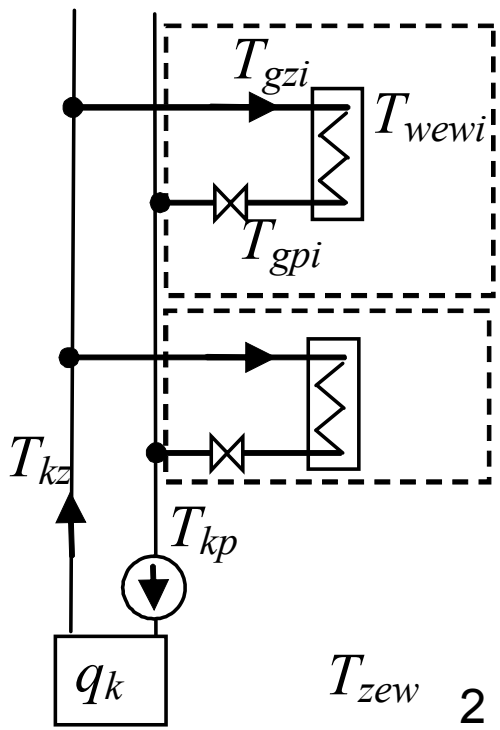
Wymagania/ograniczenia obiektowe

a) cel sterowania

- dokładność statyczna
  - np. ster. binarne, proporcjonalne, PI
- dokładność dynamiczna
  - szybkość reakcji, rodzaj zakłóceń

b) możliwości i ograniczenia techniczne

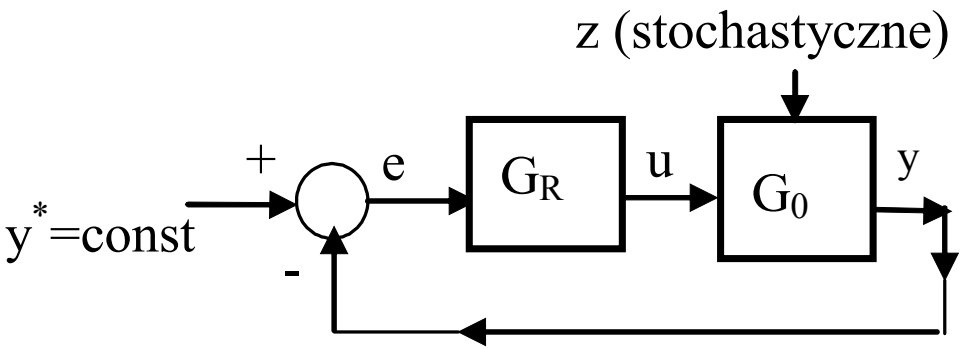
- wybór PV
  - regulacja centralna / lokalna
  - bezpośrednia / pośrednia
- wybór CV
  - liniowość / nieliniowość
  - czułość i zakres sterowania (zmiany CV)
  - opóźnienia
  - sterowanie aktywne/bierne (np.pompa/zawór)
- wartość SP
  - stała, programowa, losowa (nadążanie)



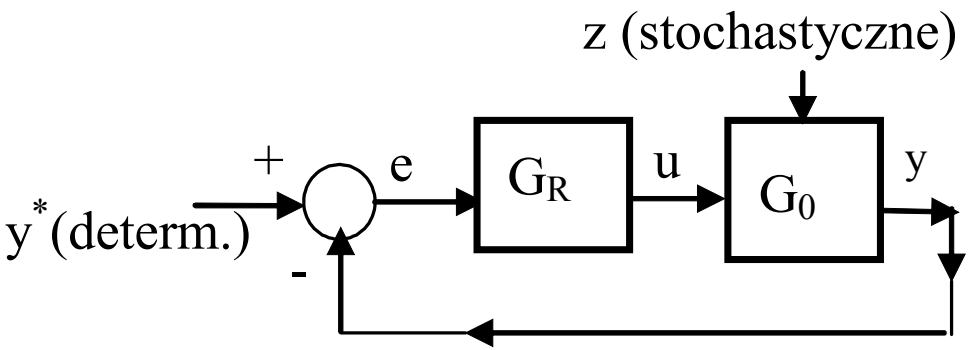
Typy regulacji ze względu na wartość zadaną

Regulacja:

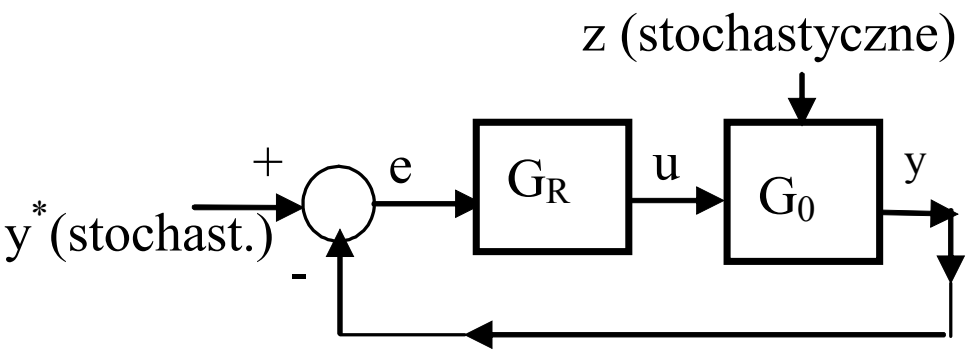
- stałowartościowa
(np.zmiana na żądanie)



- programowa
(np.programowane wg czasu trwania, pory dnia, dni tygodnia, ...)



- nadążna
(np.śledzenie ruchu)



[Findeisen/101]

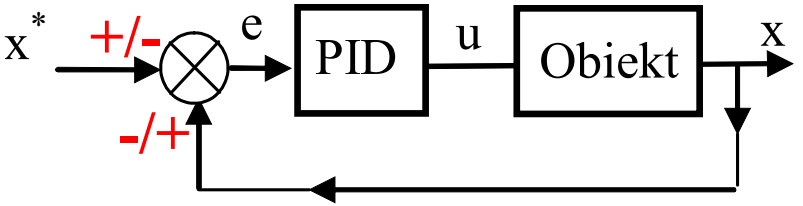
Wybór typu regulatora - zalecenia

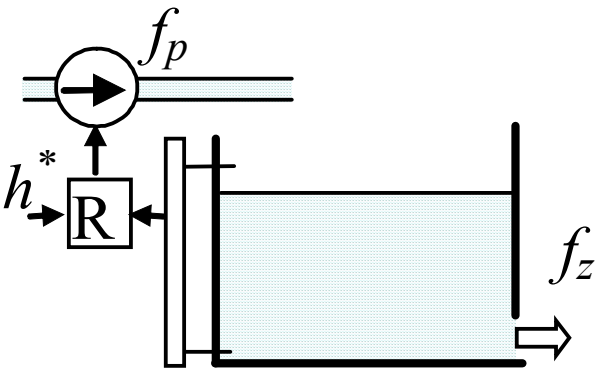
1) struktura układu
   - otwarty
     - prostsze projektowanie ale wymaga wiedzy o obiekcie
     - mniejsza dokładność (wrażliwy na zakłócenia)
   - **zamknięty**
     - trudniejsze projektowanie (np. stabilność)
     - dokładniejszy
2) regulacja prosta-złożona
   - **jednoobwodowa**
   - wieloobwodowa
   - układy regulacji z modelem, ...
3) typ i struktura regulatora
   - regulator binarny (przekaźnikowy)
   - **klasyczny PI,** PID, PD, P,
   - regulatory „zaawansowane”
   - AI

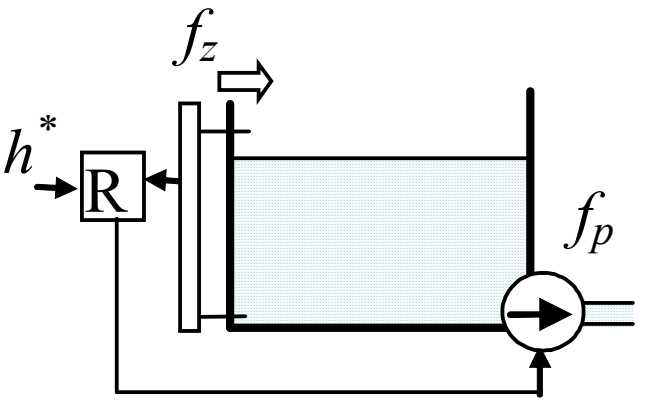
$$\frac{k}{Ts+1}e^{-sT_o}$$

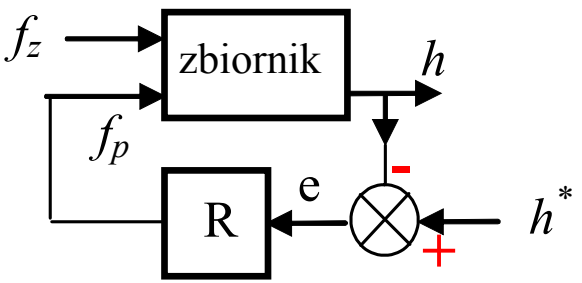
$k_r = T_o / T$	Regulacja	
$k_r < \frac{1}{20}$	łatwa	
$\frac{1}{20} < k_r < \frac{1}{4}$	dość trudna	
$k_r > \frac{1}{4}$	trudna	

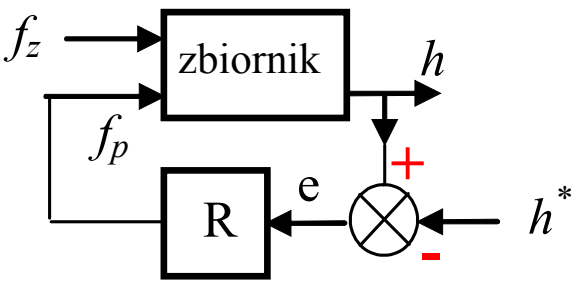
Jednoobwodowa regulacja PI(D) - znak











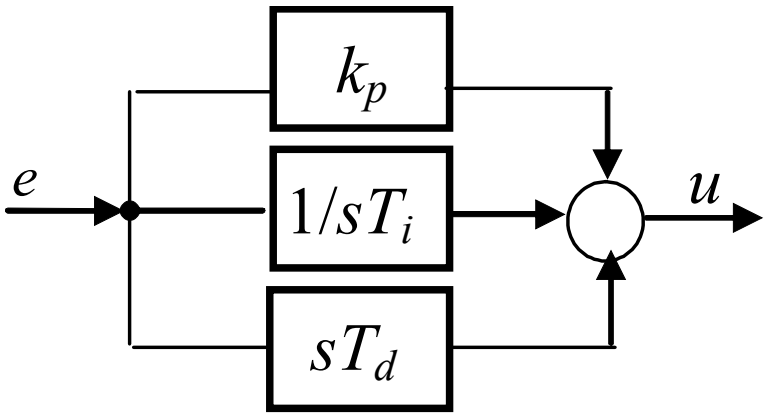
$h^* > h$ (poziom za niski)

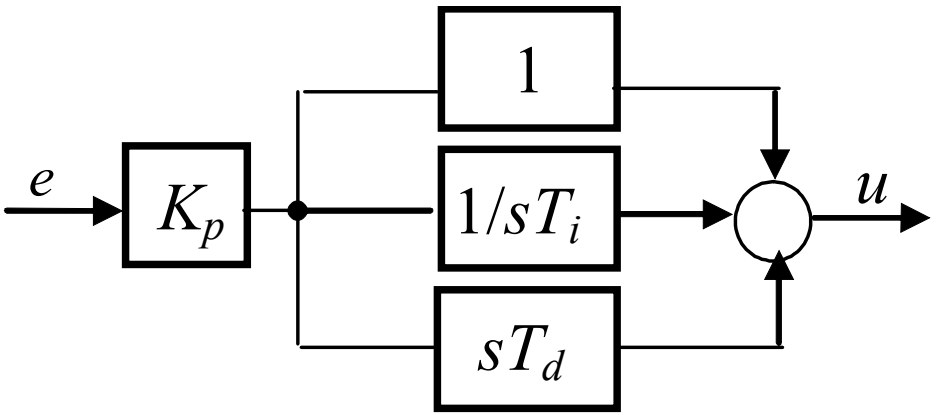
zwiększ f_p ← $h^* > h$ → *zmniejsz* f_p

$e = h^* - h$ → sterowanie $K_p e + \frac{1}{T_i}\int e$ ← $e = h - h^*$

Jednoobwodowa regulacja PI(D) – struktura PI(D)

Wybór struktury PID na potrzeby projektu





$$R = k_p + \frac{1}{T_i s} + T_d s$$

$$R = K_p (1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s)$$

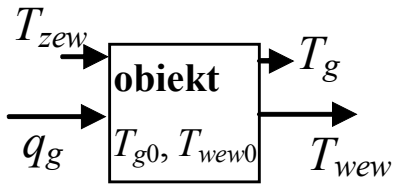
$$R_{par} = P + I\frac{1}{s} + D\frac{Ns}{s+N}$$

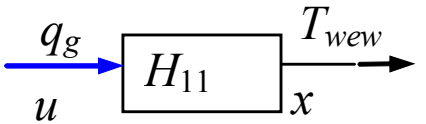
$$R_{id} = P\left(1 + I\frac{1}{s} + D\frac{Ns}{s+N}\right)$$

Wybór urządzenia (sterownik, regulator cyfrowy/wielofukcyjny, ...)
Sprawdzenie struktury i parametrów PID

Synteza parametryczna – dobór nastaw

1) Identyfikacja modelu (transmitancji PV(s) / CV(s))





2) Weryfikacja modelu

3) Obliczenie nastaw
(przeliczenie nastaw zgodnie z wybraną strukturą PID)

4) Aplikacja UR na modelu:

- z zastosowaniem schematu
- na bazie funkcji narzędziowych (CACSD)

Ocena jakości i optymalizacja

1) Badania symulacyjne na modelu
- rejestracja odpowiedzi skokowych i wyznaczenie wskaźników,
- pomiar wskaźników całkowych,
- zastosowanie funkcji narzędziowych (CACSD).

Ocena spełnienia założeń i realności sterowania

2) Implementacja na „obiekcie wirtualnym”

Testy w różnych punktach pracy, przy różnych zakłóceniach, uwzględnienie ograniczeń

Ocena spełnienia założeń i realności sterowania

3) Implementacja na obiekcie rzeczywistym

Testy podczas normalnej pracy obiektu

Ocena spełnienia założeń

Optymalizacja (strojenie)