

**Politechnika Gdańska**  
**Wydział Elektrotechniki i Automatyki**  
**Katedra Automatyki**

**Teoria liniowych układów sterowania**

Synteza klasycznego systemu sterowania: dobór i strojenie  
regulatorów klasycznych (PID)

Pytania i zadania do ćwiczeń laboratoryjnych  
- zajęcia nr 6

Opracowanie:

Kazimierz Duzinkiewicz, dr inż.

Robert Piotrowski, dr inż.

Marcin Drewna, mgr inż.

Jarosław Głowacki, mgr inż.

Zespół Inteligentnych Systemów Wspomagania Decyzji i Sterowania

Gdańsk, marzec 2007

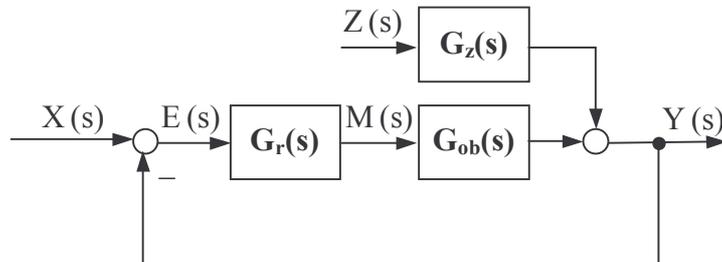
## Pytania:

1. Co to jest regulator i jakie jest jego podstawowe zadanie?
2. Jaka jest różnica między członami korekcyjnymi a regulatorami?
3. Wymień podstawowe rodzaje regulatorów.
4. Na czym polega proporcjonalne działanie regulatora i jakie są skutki tego działania?
5. Na czym polega całkujące działanie regulatora i jakie są skutki tego działania?
6. Na czym polega różniczkujące działanie regulatora i jakie są skutki tego działania?
7. Podaj wzór na sygnał wyjściowy i transmitancję operatorową regulatora proporcjonalnego.
8. Co to jest zakres proporcjonalności?
9. Narysuj charakterystyki: skokową, Nyquist'a i Bode'a (modułu i fazy) regulatora proporcjonalnego.
10. Podaj wzór na sygnał wyjściowy i transmitancję operatorową regulatora proporcjonalno – całkującego.
11. Co to jest czas zdwojenia?
12. Narysuj charakterystyki: skokową, Nyquist'a i Bode'a (modułu i fazy) regulatora proporcjonalno – całkującego.
13. Podaj wzór na sygnał wyjściowy i transmitancję operatorową idealnego regulatora proporcjonalno – różniczkującego.
14. Co to jest czas wyprzedzenia?
15. Narysuj charakterystyki: skokową, Nyquist'a i Bode'a (modułu i fazy) idealnego regulatora proporcjonalno – różniczkującego.
16. Podaj wzór na sygnał wyjściowy i transmitancję operatorową idealnego regulatora proporcjonalno – całkująco – różniczkującego.
17. Narysuj charakterystyki: skokową, Nyquist'a i Bode'a (modułu i fazy) idealnego regulatora proporcjonalno – całkująco – różniczkującego.
18. Podaj transmitancję operatorową rzeczywistego regulatora proporcjonalno – różniczkującego.
19. Narysuj charakterystyki: skokową, Nyquist'a i Bode'a (modułu i fazy) rzeczywistego regulatora proporcjonalno – różniczkującego.
20. Podaj transmitancję operatorową rzeczywistego regulatora proporcjonalno – całkująco – różniczkującego.
21. Narysuj charakterystyki: skokową, Nyquist'a i Bode'a (modułu i fazy) rzeczywistego regulatora proporcjonalno – całkująco – różniczkującego.
22. Co to są nastawy regulatorów?
23. Ile i jakie wielkości można nastawiać w regulatorze: P, PI, PID?
24. Co to są: zakresy nastaw, ograniczenia nastaw i zależność (interakcja) nastaw?
25. Przedstaw podstawowe własności następujących regulatorów: P, PI, PD, PID.
26. Wymień podstawowe metody wyboru regulatora i jego nastaw.
27. Scharakteryzuj bezpośrednią metodę wyboru regulatora i jego nastaw.
28. Kiedy nie należy stosować metody bezpośredniej?
29. Scharakteryzuj częstotliwościową metodę wyboru regulatora i jego nastaw.
30. Opisz pierwszą metodę Zieglera – Nicholasa wyboru regulatora i jego nastaw.
31. Podaj wartości nastaw obowiązujące w pierwszej metodzie Zieglera – Nicholasa dla regulatora: P, PI, PID.
32. Kiedy nie należy stosować pierwszej metody Zieglera – Nicholasa?
33. Opisz drugą metodę Zieglera – Nicholasa wyboru regulatora i jego nastaw.
34. Podaj wartości nastaw obowiązujące w drugiej metodzie Zieglera – Nicholasa dla regulatora: P, PI, PID.
35. Wymień zalety i wady drugiej metody Zieglera – Nicholasa.

36. Jak wyłączyć całkujące działanie regulatora?  
 37. Jak wyłączyć różniczkujące działanie regulatora?

**Zadania:**

1. Dany jest następujący układ regulacji:



Rys. 1. Schemat układu do zadania 1

gdzie:

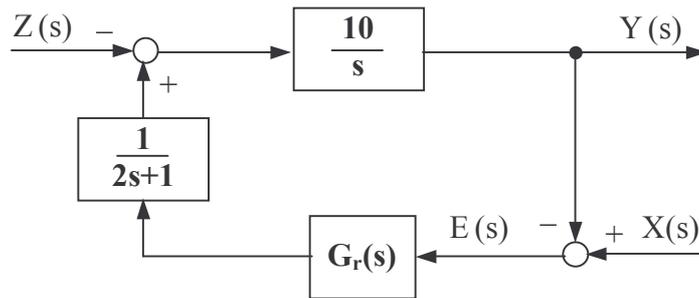
$G_r(s)$  – transmitancja operatorowa regulatora,

$G_{ob}(s) = \frac{5}{(20s+1)(20s+1)}$  – transmitancja operatorowa obiektu,

$G_z(s) = \frac{5}{(20s+1)}$  – transmitancja operatorowa zakłócenia.

- Napisać równanie układu regulacji.
- Wykorzystując środowisko MATLAB, przeanalizować wpływ działania następujących regulatorów na powyższy układ regulacji (w szczególności zwrócić uwagę na uchyb ustalony, czas regulacji i przeregulowanie) w przypadku skokowej zmiany wartości zadanej i sygnału zakłócenieniowego:
  - P ( $k_p = 8$ ),
  - PI ( $k_p = 6$ ;  $T_i = 40[s]$ ),
  - idealnego PD ( $k_p = 16$ ;  $T_d = 0,9[s]$ ),
  - idealnego PID ( $k_p = 10$ ;  $T_i = 22[s]$ ;  $T_d = 2[s]$ ).
- Zinterpretować otrzymane wyniki.

2. Dany jest następujący układ regulacji ( $x(t) = const$ ;  $z(t) = 0,01t$ ):



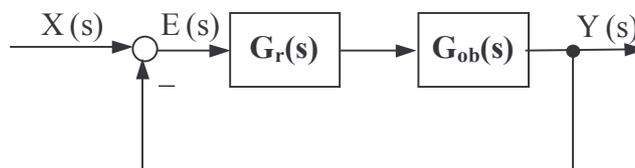
Rys. 2. Schemat układu do zadania 2

gdzie:

$$G_r(s) = k_p \left( 1 + \frac{1}{sT_i} \right) - \text{transmitancja operatorowa regulatora.}$$

- Obliczyć wartości nastaw regulatora PI, aby:
  - układ regulacji był stabilny,
  - uchyb regulacji w stanie ustalonym nie przekraczał wartości  $e_{\max} = 0,01$
- Wykorzystując środowisko MATLAB, zamodelować powyższy układ regulacji z wartościami nastaw obliczonymi w punkcie a). i sprawdzić jego działanie.

3. Dany jest następujący układ regulacji:



Rys. 3. Schemat układu do zadania 3

gdzie:

$$G_{ob}(s) = \frac{1}{2s^3 + 10s^2 + 3s} - \text{transmitancja operatorowa obiektu regulacji,}$$

$$G_r(s) = k_p \left( 1 + \frac{1}{sT_i} + sT_d \right) - \text{transmitancja operatorowa regulatora.}$$

- Korzystając z drugiej metody Zieglera – Nicholasa, dobrać nastawy regulatora.

Podpowiedź:

Parametry  $k_{kr}$  i  $T_{osc}$  wyznaczyć korzystając z kryterium stabilności Routha.

- Wykorzystując środowisko MATLAB, wykreślić odpowiedź skokową powyższego układu regulacji z wartością  $k_{kr}$  obliczoną w punkcie a).
- Wykorzystując środowisko MATLAB, wykreślić odpowiedź skokową powyższego układu regulacji z wartościami nastaw obliczonymi w punkcie a).
- Zinterpretować otrzymane wyniki.