

**Część I. Roboczy zbiór przykładowych zadań na zaliczenie (materiał wprowadzany na KW PSS)**

1. Co to jest / na czym polega:
  - a) zmienna procesowa, zmienna sterująca,
  - b) statyczny uchyb regulacji, czas regulacji,
  - c) regulator dwustanowy/trójstanowy,
  - d) regulator ciągły z wyjściem dwustanowym/trójstanowym,
  - e) regulator Smitha,
  - f) regulacja z wielkością pomocniczą,
  - g) regulacja w przestrzeni stanów,
  - h) regulacja pogodowa,
  - i) regulacja wieloobwodowa,
  - j) regulacja MBC,
  - k) regulacja robust,
  - l) funkcja antiwindup,
  - m) auto-tunning, pre-tunning, self-tuning,
  - n) regulator adaptacyjny,
  - o) linie pierwiastkowe,
  - p) charakterystyka częstotliwościowa układu zamkniętego,
  - q) układ regulacji strukturalnie stabilny
2. Przedstaw klasyfikację regulatorów ze względu na:
  - a) algorytm,
  - b) wyjście,
  - c) ilość obwodów.
3. Narysuj i opisz podstawowe struktury układów sterowania
4. Narysuj układ ze sprzężeniem zwrotnym i opisz jego zastosowanie
5. Opisz podstawowe struktury regulatora PID
6. Wyprowadź 4 transmitancje opisujące układ regulacji
7. Wymień typy i funkcje bloków nieliniowych w regulatorach
8. Opisz etapy projektowania układu sterowania:
  - a) wybór zmiennych i struktur,
  - b) synteza parametryczna,
  - c) optymalizacja.
9. Opisz metody projektowania układów regulacji oparte na:
  - a) położeniu biegunów,
  - b) charakterystykach czasowych,
  - c) charakterystykach częstotliwościowych
10. Wymień i opisz wskaźniki jakości układu regulacji:
  - a) bezpośrednie,
  - b) całkowite.
11. Opisz metody identyfikacji modeli oparte na charakterystykach:
  - a) czasowych,
  - b) częstotliwościowych.
12. Opisz zastosowanie modeli:
  - a) w układach regulacji,
  - b) w projektowaniu układów regulacji.
- 13. Interpretacja własności układu otwartego i zamkniętego na podstawie wykresów: 1) położenie biegunów i zer, 2) odpowiedzi skokowe, 3) charakterystyki Bodego.** Na przykład:
  - 1) obiekt oscylacyjny z regulatorem PI lub z regulatorem P
  - 2) obiekt inercyjny 2.rzędu z regulatorem PI lub z regulatorem P
  - 3) obiekt oscylacyjny + inercyjny 1 rzędu z regulatorem PI lub z regulatorem P
  - 4) obiekt inercyjny 3 rzędu z regulatorem P lub z regulatorem P

**Materiał bazowy wykorzystywany na KW PSS (realizowany np. na kursie Modele ukl.dynamiki)**

1. Wymień metody definiowania modeli obiektów w programach symulacyjnych
2. Wymień 5 najważniejszych własności układów liniowych – opisz, podaj przykłady, zastosowanie
3. Wymień 5 najważniejszych własności logarytmicznych charakterystyk Bodego – opisz, podaj przykłady, zastosowanie
4. Wyjaśnij dlaczego:
  - a) proste asymptoty charakterystyk Bodego są przydatne w projektowaniu własności dynamiki
  - b) warunkiem stabilności układu jest położenie biegunów transmitancji w „lewej” półpłaszczyźnie
  - c) jeśli układ liniowy jest stabilny to jest to stabilność globalna
  - d) występowanie oscylacji w odpowiedzi układu nie zależy od położenia zer transmitancji tego układu
  - e) zera transmitancji obiektu wpływają (lub nie) na stabilność obiektu i układu regulacji tego obiektu
5. Jak wyznaczyć ustaloną wartość wyjściową przy stałym wymuszeniu na podstawie modelu w postaci:
  - a) układu równań różniczkowych,
  - b) transmitancji,
  - c) logarytmicznej charakterystyki modułu transmitancji.
6. Jak określić rząd układu na podstawie jego modelu, przedstawionego w postaci:
  - a) równań stanu,
  - b) transmitancji,
  - c) jednego równania różniczkowego.

7. Dla podanych modeli

- a) podaj charakterystykę statyczną
- b) transmitancję
- c) przedstaw model w postaci układu równań pierwszego rzędu

$$1^\circ \quad a\ddot{x}(t) + b\dot{x}(t) + 4x(t) = u^2(t) \qquad 2^\circ \quad 3\ddot{x}(t) + 15\dot{x}(t) + ax(t) = 3u(t)$$

$$3^\circ \quad a\ddot{x}(t) + \dot{x}(t) + (c + d)x(t)u_2(t) = u_1(t)$$

8. Dla modeli zdefiniowanych poniżej w postaci układu równań:

- a) przedstaw równania stanu w postaci macierzowej i napisz równanie charakterystyczne
- b) wylicz punkt równowagi dla  $u_1 = u_{10}$ ,  $u_2 = u_{20}$ ,
- c) podaj wzory na charakterystyki statyczne  $x_1$  i  $x_2$ ,
- d) wyznacz transmitancje dla  $x_1$  oraz  $x_2$ ,

$$1^\circ \quad \begin{cases} \dot{x}_1 + b x_1 - c x_2 = u_1 \\ d \dot{x}_2 + a \dot{x}_1 + c x_1 = u_1 + u_2 \end{cases} \qquad 2^\circ \quad \begin{cases} d \dot{x}_2 + b x_1 - c x_2 = u_1 \\ d \dot{x}_2 + a \dot{x}_1 + x_1 = 2u_1 + u_2 \end{cases}$$

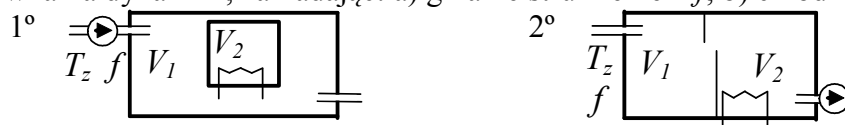
9. Dla poniższych transmitancji  $G(s)$ :

- a) podaj zera transmitancji i bieguny transmitancji
- b) wyznacz punkt równowagi przy wymuszeniu stałym  $u(t) = 3k \cdot 1(t)$  i impulsowym  $u(t) = 3k \cdot \delta(t)$
- c) sprawdź czy układ jest stabilny
- d) wyznacz współczynnik tłumienia  $\zeta$  i pulsację  $\omega$  dla podanych układów
- e) czy jest to człon oscylacyjny w ogólnym lub w dosłownym sensie

$$1^\circ \quad \frac{a}{(5s+1)(s+2)} \qquad 2^\circ \quad \frac{Ts+1}{2s^2+6s+4} \qquad 3^\circ \quad \frac{as+1}{2s^2-2s+8} \qquad 4^\circ \quad \frac{a}{s^2-2s-4}$$

10. Jak sprawdzisz, że przekształcenia w zadaniach 7, 89 są poprawne

11. Dla poniższych pomieszczeń ogrzewanych grzałką o mocy  $q$ , z przepływem strumienia  $f$ , niez izolowanymi ścianami - napisz równania dynamiki, zakładając: a) grzanie strumieniem  $f$ , b) chłodzenie strumieniem  $f$ .

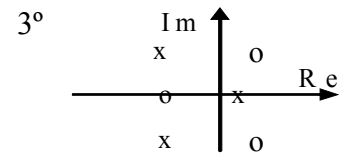
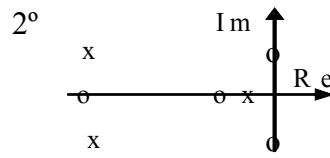
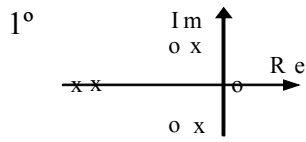


12. Określ (i uzasadnij) czy obiekty z zadania 7 jest: a) liniowy; b) unilateralny; c) ile ma biegunów.

13. Przedstaw modele z zadania 7 w postaci: a) równań stanu; b) transmitancji; c) charakterystyk statycznych

14. Dla przedstawionego poniżej położenia biegunów dwóch układów ‘o’ oraz ‘x’:

- a) naszkicuj przykładową odpowiedź skokową układu;
- b) naszkicuj przykładową odpowiedź impulsową układu;
- c) określ które bieguny można pominąć, żeby uprościć model nie tracąc informacji o istotnych własnościach;
- d) określ, które bieguny decydują o czasie stabilizowania odpowiedzi układu?



15. Odpowiedź skokowa układu składa się z dwóch szybko zanikających przebiegów wykładniczych i z wolno zanikających oscylacji. Naszkicuj położenie biegunów 'x' układu

16. Rozpisz transmitancję  $G$  na iloczyn podstawowych członów dynamiki. Podaj stałe czasowe występujących tu członów inercyjnych. Naszkicuj asymptoty logarytmicznych charakterystyk czasowych

1° 
$$\frac{12s}{(2s^2 + 6s + 4)(s + a)}$$

2° 
$$\frac{Ts + 1}{2s^2 + 6s + 4}$$

17. Narysuj (przykładowe) asymptoty charakterystyk Bodego dla układu inercyjnego trzeciego rzędu z jednym zerem i wskaż charakterystyczne cechy tego wykresu