

INŻYNIERIA SYSTEMÓW DYNAMICZNYCH

przykładowe pytania z części teoretycznej

- (1) Omów schemat funkcjonalny typowego układu sterowania automatycznego z pętlą sprzężenia zwrotnego.
- (2) Scharakteryzuj dwa typowe zadania realizowane w układach sterowania automatycznego (regulacji) – zadanie przestawiania oraz zadanie nadążania.
- (3) Omów podstawowe modele liniowych obiektów dynamicznych (modele wejściowo-wyjściowe oraz model w przestrzeni stanu). Omów związki między tymi modelami.
- (4) Zdefiniuj macierz fundamentalną liniowego jednorodnego równania różniczkowego $\dot{x}(t) = Ax(t), x(t) \in \mathbb{R}^n$. Opisz znane Ci sposoby wyznaczania takiej macierzy.
- (5) Na podstawie zadanego schematu strukturalnego wyznacz stosowną funkcję przenoszenia (transmitancję).
- (6) Podaj przykładowe modele w przestrzeni stanu zadanych obiektów dynamicznych. Jakie są wartości własne macierzy stanu tych modeli? Czy otrzymane modele są podobne?
- (7) Co to jest 'diagonalizacja' modelu w przestrzeni stanu? Podaj procedurę takiej diagonalizacji. Czy każda macierz stanu da się zdiagonalizować?
- (8) Podaj definicję oraz kryterium stabilności w sensie *BIBO* liniowego obiektu dynamicznego. Korzystając z definicji takiej stabilności wyjaśnij dlaczego obiekt o funkcji przenoszenia posiadający biegun (bieguny) na osi urojonej nie jest stabilny w sensie *BIBO*.
- (9) Podaj definicję oraz kryterium stabilności asymptotycznej liniowego obiektu dynamicznego. Czy zdany układ jest asymptotycznie stabilny?
- (10) Podaj definicję oraz kryterium stabilności wewnętrznej (totalnej) liniowego obiektu dynamicznego. Czy zdany układ jest wewnętrznie stabilny?
- (11) Posługując się kryterium Routha-Hurwitza opisz własności zer zadanego wielomianu $W(s)$.
- (12) Zdefiniuj pojęcie uchybu sterowania (regulacji). Omów główne przyczyny pojawiania się uchybów. Jakie środki zaproponujesz, aby ograniczyć wartość uchybu w zadanym układzie regulacji.
- (13) Podaj definicję astatyzmu pierwszego stopnia (rzędu) układu regulacji automatycznej. Określ warunki (konieczny oraz wystarczający) takiego astatyzmu dla zadanego układu.

- (14) Podaj warunki, jakie należy nałożyć na wartości parametrów danego układu zamkniętego, aby doprowadzić do zerowania się ustalonego uchybu położeniowego. Jaka będzie wówczas wartość ustalonego uchybu prędkościowego?
- (15) Wymień zasady wykreślania linii pierwiastkowych. Naszkluj orientacyjny przebieg linii pierwiastkowych dla zadanej funkcji przenoszenia $\tilde{G}_0(s)$ części dynamicznej toru głównego układu zamkniętego.
- (16) Wykreśl orientacyjny przebieg linii pierwiastkowych dla zadanej funkcji przenoszenia $\tilde{G}_0(s)$ części dynamicznej układu otwartego. Jakie wnioski płyną stąd dla projektanta układów regulacji (rozważ typowe wymagania dotyczące stabilności układu zamkniętego, szybkości procesów przejściowych oraz statycznej dokładności regulacji).
- (17) Omów bezpośrednie (w dziedzinie czasu) oraz pośrednie (w dziedzinie częstotliwości) wskaźniki jakości regulacji, odnoszące się do (i) stabilności układu zamkniętego oraz do (ii) szybkości procesów przejściowych w tym układzie.
- (18) Omów podstawowe charakterystyki oraz praktyczne wskaźniki opisujące człon dynamiczny pierwszego rzędu $G(s) = k/(1 + Ts)$. Sformułuj oraz uzasadnij wnioski dotyczące właściwości układu zamkniętego, w którym obiekt o takiej postaci podlega regulacji proporcjonalnej.
- (19) Omów podstawowe charakterystyki oraz praktyczne wskaźniki opisujące człon dynamiczny drugiego rzędu $G(s) = k/(1 + 2\zeta\tau s + \tau^2 s^2)$. Sformułuj oraz uzasadnij wnioski dotyczące właściwości układu zamkniętego, w którym obiekt o takiej postaci podlega regulacji proporcjonalnej.
- (20) Zaproponuj prostą metodę syntezy układów regulacji, w której człon dynamiczny drugiego rzędu $G(s) = k/(1 + 2\zeta\tau s + \tau^2 s^2)$ wykorzystywany jest jako wzorcowa funkcja przenoszenia (transmitancja) projektowanego układu zamkniętego z jednostkowym ujemnym sprzężeniem zwrotnym.
- (21) Dany jest układ, w którym tor główny tworzy regulator $G_r(s)$ szeregowo połączony z obiektem $G_p(s)$, zaś ujemne sprzężenie zwrotne ma charakter jednostkowy. Omów motywy, które legły u podstaw prostej metody syntezy regulatora w oparciu o wzór

$$G_r(s) = \frac{1}{G_p(s)} \cdot \frac{G_w(s)}{1 - G_w(s)}$$

w którym $G_w(s)$ oznacza przyjętą wzorcową funkcję przenoszenia projektowanego układu zamkniętego. Poddać krytycznej ocenie tę naiwną metodę projektowania.

- (22) Uzasadnij tezę głoszącą, że obecność zer funkcji przenoszenia układu otwartego w prawej półpłaszczyźnie zespolonej może w istotny sposób

ograniczać statyczną dokładność regulacji, możliwą do uzyskania w odpowiednim układzie zamkniętym.

- (23) Omów właściwości oraz zastosowanie korektora (regulatora) przyspieszającego fazę *lead*. Uzasadnij użycie korektora przyspieszającego fazę w zadanym układzie regulacji oraz zaproponuj przykładowe racjonalne rozmieszczenie zera i bieguna funkcji przenoszenia tego korektora.
- (24) Omów właściwości oraz zastosowanie korektora (regulatora) opóźniającego fazę *lag*. Posługując się metodą linii pierwiastkowych oraz metodą charakterystyk częstotliwościowych podaj stosowne interpretacje motywujące użycie takiego korektora w zadanym układzie regulacji.
- (25) Omów rolę pomocniczego sprzężenia prędkościowego w układach prostych serwomechanizmów.
- (26) Naszkicuj asymptotyczne charakterystyki Bodego dla zadanych modeli (funkcji przenoszenia). Podaj przykłady układów dynamicznych, które:
(i) posiadają identyczne charakterystyki amplitudowe, zaś różne charakterystyki fazowe; (ii) posiadają identyczne charakterystyki fazowe, zaś różnią się charakterystykami amplitudowymi.
- (27) Wyznacz orientacyjny przebieg charakterystyk Nyquista dla zadanych funkcji przenoszenia.
- (28) Podaj kryterium Nyquista stabilności układu dynamicznego ze sprzężeniem zwrotnym. Zastosuj to kryterium w zadanym przypadku.
- (29) Podaj definicje zapasów (marginesów) wzmocnienia oraz fazy układu regulacji ze sprzężeniem zwrotnym. Podaj stosowne interpretacje tych definicji w oparciu o charakterystyki Nyquista oraz Bodego układu otwartego.
- (30) Omów rolę członu całkującego w korektorze dynamiki toru głównego układu regulacji. Przedstaw stosowne interpretacje w oparciu o linie pierwiastkowe oraz charakterystyki częstotliwościowe.
- (31) Naszkicuj przebieg sygnału uchybu oraz sygnału sterującego w zadanym układzie zamkniętym. Zakłada się stabilność tego układu oraz skokowy sygnał pobudzający.

Piotr J. Suchomski, jesień-zima 2008/2009.