

## **Automatyka i Sterowanie – Laboratorium Zagadnienia**

(aktualizacja 24.05.2012)

### • **Ocena 3.0**

1. Podaj na jakie dwie główne grupy dzieli się układy przełączające.
2. Scharakteryzuj układy kombinacyjne.
3. Scharakteryzuj układy sekwencyjne.
4. Określ jak można odróżnić układ kombinacyjny od sekwencyjnego.
5. Opisz w punktach metodologię projektowania układów kombinacyjnych.
6. Wymień w punktach fazy systematycznego projektowania układów sekwencyjnych.
7. Jakie elementy sprzętowe są stosowane do realizacji układów kombinacyjnych ?
8. Jakie elementy sprzętowe są stosowane do realizacji układów sekwencyjnych ?
9. Scharakteryzuj cechy sterowników PLC, podaj ich pełną nazwę polską i angielską.
10. Scharakteryzuj cechy sterowników PAC, podaj ich pełną nazwę polską i angielską.
11. Jedynie do jakich zadań sterowania pierwotnie były wykorzystywane sterowniki PLC?
12. Narysuj blokową strukturę realizacji programu w sterowniku PLC/PAC.
13. Co to jest czas cyklu sterownika i jakiego typu czas cyklu jest wykorzystywany typowo we współczesnych sterownikach PLC/PAC ?
14. Co to są moduły wejściowe i jakie funkcje pełnią w sterownikach PLC/PAC.
15. Co to są moduły wyjściowe i jakie funkcje pełnią w sterownikach PLC/PAC.
16. Jakie dwa podstawowe typy modułów wejściowych rozróżnia się w systemach automatyki?
17. Jakie dwa podstawowe typy modułów wyjściowych rozróżnia się w systemach automatyki?
18. Co to są przekaźniki ?
19. Co to są styczniki ?
20. Jakie układy nazywa się układami stycznikowo-przekaźnikowymi ?
21. Podaj różnicę pomiędzy przekaźnikami a stycznikami.
22. Opisz zasadę działania przekaźnika elektromechanicznego.
23. Czym różnią się przekaźniki elektromechaniczne od łączników elektronicznych ?
24. Podaj różnicę działania zestyków zwiernych i rozwiernych stosowanych w przekaźnikach.
25. Narysuj oznaczenia graficzne zestyków rozwiernego i zwiernego stosowanych na schematach stykowych.
26. Narysuj oznaczenia graficzne zestyków rozwiernego i zwiernego stosowanych w języku schematów drabinkowych.
27. Narysuj oznaczenie graficzne cewki stosowane na schematach stykowych.
28. Narysuj oznaczenie graficzne cewki stosowane w języku schematów drabinkowych.
29. Scharakteryzuj język ST programowania sterowników.
30. Scharakteryzuj język LD programowania sterowników.
31. W jaki sposób, zgodnie z normą IEC 61131-3, realizowane jest powiązanie zmiennych logicznych zadeklarowanych w programie PLC z fizycznymi we/wy sterownika.
32. Opisz w punktach, na przykładzie pakietu TwinCAT, proces konfigurowania i programowania sterowników PLC/PAC zgodny z normą IEC 61131-3.

33. Wymień podstawowe elementy pakietu TwinCAT wykorzystywane do konfigurowania i programowania sterowników PLC/PAC oraz scharakteryzuj ich funkcje.
34. Wymień tekstowe języki programowania, z wykorzystaniem których można programować sterowniki zgodne z normą IEC 61131-3.
35. Wymień graficzne języki programowania, z wykorzystaniem których można programować sterowniki zgodne z normą IEC 61131-3.
36. W jakim trybie pracy możliwe jest wyszukiwanie modułów we/wy podłączonych do szyn komunikacyjnych sterowników CP6601, BX9000, CX1000.
37. Do czego służy opcja *Scan Boxes...* w programie TwinCAT System Manager.
38. Do czego służy opcja *Simulation Mode* w TwinCAT PLC Control.
39. Do czego służy opcja *Append PLC Project...* w TwinCAT System Manager.
40. Do czego służy opcja *Activate Configuration* w TwinCAT System Manager i kiedy należy ją wykonywać.
41. Do czego służy opcja *Create Bootproject* w programie TwinCAT PLC Control.
42. Do czego służy opcja *Append Device* w programie TwinCAT System Manager ?
43. Do czego służą opcje *Force* i *Write Values* w programie TwinCAT PLC Control.
44. Czym różni się funkcja *Force Values* od *Write Values* w programie TwinCAT PLC Control.
45. Jakie operacje należy wykonać w pakiecie TwinCAT, aby po odłączeniu komputera nadrzędnego sterownik realizował program.
46. Wyjaśnij terminy *UPLOAD* i *DNLOAD* w odniesieniu do sterowników PLC.
47. Co to jest zbocze narastające, podaj angielską nazwę.
48. Co to jest zbocze opadające, podaj angielską nazwę.
49. Wymień standardowe bloki funkcjonalne dwustanowe zdefiniowane w normie IEC 61131-3.
50. Wymień standardowe bloki funkcjonalne detekcji zbocza zdefiniowane w normie IEC 61131-3.
51. Wymień standardowe bloki funkcjonalne liczników zdefiniowane w normie IEC 61131-3.
52. Wymień standardowe bloki funkcjonalne czasomierzy zdefiniowane w normie IEC 61131-3.
53. Opisz zasadę działania bloku detektora zbocza narastającego.
54. Opisz zasadę działania bloku detektora zbocza opadającego.
55. Opisz zasadę działania czasomierza załączającego TON.
56. Podaj przykład instrukcji przypisania w języku ST.
57. Podaj przykłady dwóch różnych instrukcji wyboru dostępnych w języku ST.
58. Podaj przykłady trzech różnych instrukcji iteracji dostępnych w języku ST.
59. Jaka instrukcja języka ST pozwala w wygodny sposób realizować sekwencję stanów ?
60. Narysuj program w języku LD realizujący przy pomocy styków funkcję OR.
61. Narysuj program w języku LD realizujący przy pomocy styków funkcję AND.
62. Opisz zasadę działania, w języku LD, styku *normalnie otwartego* i *normalnie zamkniętego* – narysuj symbole graficzne reprezentujące te elementy.
63. Opisz zasadę działania, w języku LD, cewki *zwykłej* i *zwykłej negującej* – narysuj symbole graficzne reprezentujące te elementy.
64. Napisz przykładową deklarację, zgodną z normą IEC 61131-3, dla zmiennej adresowanej o nazwie *Input* przeznaczonej do odczytu wejścia binarnego.
65. Napisz przykładową deklarację, zgodną z normą IEC 61131-3, dla zmiennej adresowanej o nazwie *Output* przeznaczonej do zapisu wyjścia binarnego.
66. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu inercyjnego 1-go rzędu.

67. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu całkującego z inercją 1-go rzędu.
68. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu inercyjnego 1-go rzędu z opóźnieniem.
69. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu całkującego.
70. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu podwójnie całkującego.
71. Wyjaśnij termin *identyfikacja* i podaj jego nazwę w języku angielskim.
72. Wyjaśnij termin *samostrójenie* i podaj jego nazwę w języku angielskim.
73. Wyjaśnij termin *adaptacja* i podaj jego nazwę w języku angielskim.
74. Wyjaśnij co otrzymujemy w wyniku doboru nastaw regulatora typu PID.
75. Scharakteryzuj pojęcie sterowania w układzie otwartym i zamkniętym.
76. Naszkicuj schemat układu regulacji z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, podaj nazwy wszystkich bloków i sygnałów.
77. Scharakteryzuj tryby pracy *Man* i *Auto* regulatora RF – narysuj schematy poglądowe.
78. Podaj podstawowy wzór regulatora PID (bez rzeczywistego różniczkowania) w dziedzinie czasu i w dziedzinie transmitancji operatorowej Laplace'a.
79. Co to jest punkt pracy układu regulacji?
80. Opisz w punktach sposób postępowania prowadzący do zamodelowania rzeczywistego obiektu za pomocą transmitancji operatorowej Laplace'a.
81. Jakie cechy muszą posiadać układy regulacji aby zapewniać zerowe błędy ustalone dla wymuszeń: *skokowych*, *liniowych* i *parabolicznych*.
82. Jakie cechy muszą posiadać układy regulacji aby zapewniać zerowe błędy ustalone dla zakłóceń: *skokowych*, *liniowych* i *parabolicznych*.
83. Naszkicuj odpowiedzi *aperiodyczne*, *aperiodyczne krytyczne*, *z przeregulowaniem*, *oscylacyjne* i *niestabilne* (dwa rodzaje) układu automatyki dla skokowej wartości wymuszenia.
84. Napisz program dla pakietu Matlab wykonujący symulację odpowiedzi skokowej transmitancji typu: inercja pierwszego rzędu o parametrach:  $k=1.5$ ,  $T=0.5$ .
85. Napisz program dla pakietu Matlab wykonujący symulację odpowiedzi skokowej transmitancji typu: inercja pierwszego rzędu z opóźnieniem o parametrach:  $k=1.5$ ,  $T=1$ ,  $\tau=2$  sek – zastosuj aproksymację Pade 12 rzędu.
86. Naszkicuj wykres stabilnej odpowiedzi skokowej układu automatyki i zaznacz na nim podstawowe parametry.
87. Co to jest błąd/uchyb regulacji ?
88. Podaj definicję przeregulowania oraz 2% czasu regulacji - naszkicuj objaśniający rysunek.
89. Jakie jest zadanie regulacji: *stałowartościowej* – podaj przykłady i nazwę angielską.
90. Podaj transmitancję układu II-go rzędu i podaj nazwy jej parametrów.

• **Ocena 4.0 (obowiązuje zakres dla 3.0 oraz poniższa lista pytań)**

1. Narysuj poglądowy schemat procesu projektowania systemów sterowania.
2. Scharakteryzuj automat Moore'a i podaj jego opis matematyczny.
3. Scharakteryzuj automat Mealy'ego i podaj jego opis matematyczny.
4. Podaj różnicę pomiędzy automatami synchronicznym i asynchronicznymi.
5. Podaj opis matematyczny układów kombinacyjnych.
6. Podaj opis matematyczny układów sekwencyjnych.
7. Opisz zasadę działania licznika dodającego.

8. Opisz zasadę działania licznika odejmującego.
9. Opisz zasadę działania licznika dodająco-odejmującego.
10. Opisz zasadę działania przerzutnika SR.
11. Opisz zasadę działania przerzutnika RS.
12. Opisz zasadę działania czasomierza wyłączającego TOF.
13. Opisz zasadę działania generatora impulsu TP.
14. Czy dany program PLC tworzony zgodnie z normą IEC 61131-3 musi być tworzony tylko przy pomocy jednego wybranego języka czy też mogą być w nim wykorzystywane różne języki programowania ?
15. Czy programy wykonujące się w obrębie różnych zadań mogą korzystać ze wspólnych zasobów (zmiennych)? Jeśli tak, jak to osiągnąć ?
16. Do czego służy AMS Router w pakiecie TwinCAT.
17. Dlaczego człon *Logic* w pełnej nazwie angielskiej (PLC) ma aktualnie jedynie znaczenie historyczne ?
18. Scharakteryzuj kompaktowe sterowniki PLC.
19. Scharakteryzuj modułowe sterowniki PLC.
20. Na czym polega *redundancja* w systemach automatyki ?
21. W jakim celu stosuje się przekaźniki czasowe i jakie mają cechy ?
22. Opisz zasadę działania, w języku LD, cewki *ustawiającej* i *kasującej* – narysuj symbole graficzne reprezentujące te elementy.
23. W jakim celu stosuje się przekaźniki bądź łączniki elektroniczne jako elementy pośredniczące przy doprowadzeniu sygnałów do wejść binarnych sterowników PLC/PAC ?
24. Jaki standard elektryczny wykorzystują typowe wejścia i wyjścia binarne w automatyce przemysłowej – na przykładzie sprzętu stosowanego w laboratorium ?
25. Czym charakteryzują się systemy nazywane *PC Control/soft-logic/soft-PLC* ?
26. Co to jest gorąca rezerwa jednostki centralnej sterownika i jak jest realizowana ?
27. Co to są systemy ESD i jak są realizowane w systemach automatyki ?
28. Co to są systemy SCADA i do czego służą, podaj pełną nazwę polską i angielską terminu SCADA.
29. Co to są urządzenia MMI/HMI i do czego służą w systemach automatyki ?
30. Co to jest układ *watchdog* i jakie funkcje spełnia w sterownikach PLC/PAC ?
31. Podaj przykładowe transmitancje i scharakteryzuj główne cechy obiektów statycznych i astatycznych.
32. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu inercyjnego 2-go rzędu.
33. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu inercyjnego n-tego rzędu.
34. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu inercyjnego 2-go rzędu z opóźnieniem.
35. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu typu całka z inercją i opóźnieniem.
36. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu oscylacyjnego.
37. Podaj transmitancję oraz naszkicuj teoretyczną odpowiedź skokową układu niestabilnego.
38. Podaj przykład rzeczywistego obiektu oscylacyjnego.
39. Podaj przykład rzeczywistego obiektu niestabilnego.
40. Podaj przykład rzeczywistego obiektu modelowanego za pomocą transmitancji inercyjnej 1-go rzędu z opóźnieniem.

41. Podaj przykład rzeczywistego obiektu modelowanego za pomocą transmitancji całkującej.
42. Podaj przykład rzeczywistego obiektu modelowanego za pomocą transmitancji podwójnie całkującej.
43. Podaj przykład rzeczywistego obiektu modelowanego za pomocą transmitancji całka z inercją.
44. Podaj wzór regulatora PID (z rzeczywistym różniczkowaniem) w dziedzinie czasu i w dziedzinie transmitancji operatorowej Laplace'a.
45. Opisz w punktach tabelaryczną metodę doboru nastaw regulatora PID.
46. Naszkicuj ogólny schemat blokowy układu regulacji z jednostkowym sprzężeniem zwrotnym i możliwością przełączania MAN/AUTO, zaznacz podstawowe sygnały oraz podaj ich symbole literowe oraz nazwy.
47. Wyjaśnij pojęcia *komunikacji pionowej* i *poziomej* w systemach automatyki.
48. Czym różni się *sterowanie* od *regulacji* ?
49. Podaj wymagane warunki początkowe dla procedury samostrojenia w sterowniku RF.
50. Podaj i scharakteryzuj fazy realizowane przez sterownik RF podczas realizacji procedury samostrojenia.
51. Opisz, w jaki sposób sterownik RF pracujący w trybie adaptacji reaguje na zmianę parametrów obiektu.
52. Wyjaśnij dlaczego zmiana wartości zadanej w układzie wyposażonym w mechanizm adaptacji może spowodować konieczność korekty nastaw regulatora typu PID.
53. Jakie główne cechy (szybki, dokładny, niedokładny, wolny itd.) posiadają regulatory: P, PI, PD, PID.
54. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercyjnym pierwszego rzędu – jeden punkt pomiarowy.
55. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercyjnym pierwszego rzędu – dwa punkty pomiarowe.
56. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem całkującym – jeden punkt pomiarowy.
57. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójnie całkującym – dwa punkty pomiarowe.
58. Opisz metodę pozwalającą uzyskać parametry transmitancji całka z inercją przy wykorzystaniu wzorów dla układu inercyjnego (jeden punkt pomiarowy) – podaj program dla pakietu Matlab.
59. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercja z opóźnieniem – jeden punkt pomiarowy.
60. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercja z opóźnieniem – dwa punkty pomiarowe.
61. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójna inercja – dwa punkty pomiarowe.
62. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójna inercja z opóźnieniem – dwa punkty pomiarowe z niezależnym wyznaczeniem wartości opóźnienia.
63. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójna inercja z opóźnieniem – dwa punkty pomiarowe bez niezależnego wyznaczenia wartości opóźnienia.
64. Opisz w punktach metodę aproksymacji obiektu odpowiadającego modelowi inercja wielokrotna.

65. Dokonaj aproksymacji zadanej transmitancji, np.  $\frac{1}{(s+1)(0.1s+1)^2}$ , modelem inercja z opóźnieniem bądź podwójna inercja z opóźnieniem, napisz program dla pakietu Matlab wyznaczający w sposób automatyczny parametry aproksymacji.
66. Podaj transmitancje oraz naszkicuj teoretyczne odpowiedzi skokowe (położenie oraz prędkość) silników sterowanych *prądowo* i *napięciowo* (układ idealny).
67. Naszkicuj schemat poglądowy układu *napięciowej* regulacji serwomechanizmu.
68. Naszkicuj schemat poglądowy układu *prądowej/momentowej* regulacji serwomechanizmu.
69. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD bez filtra wstępnego – układ idealny.
70. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID bez filtra wstępnego – układ idealny.
71. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID z filtrem wstępnym – układ idealny.
72. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem P-PI – układ idealny.
73. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ idealny.
74. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID bez filtra wstępnego – układ idealny.
75. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID z filtrem wstępnym – układ idealny.
76. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem P-PI – układ idealny.
77. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie trapezoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ idealny.
78. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie trapezoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID bez filtra wstępnego – układ idealny.
79. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie trapezoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID z filtrem wstępnym – układ idealny.
80. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie trapezoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem P-PI – układ idealny.
81. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ idealny.
82. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID bez filtra wstępnego – układ idealny.
83. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID z filtrem wstępnym – układ idealny.
84. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem P-PI – układ idealny.
85. Wyjaśnij z czego wynikają różnice w odpowiedzi skokowej układu idealnego i rzeczywistego dla serwomechanizmu sterowanego prądowo, na przykładzie układu dostępnego w laboratorium.
86. Naszkicuj statyczną charakterystykę tarcia oraz zaznacz: tarcie statyczne ( $F_s$ ), tarcie wiskotyczne ( $F_v$ ), tarcie Coulomba, prędkość Striebecka.
87. Jaki kształt przebiegów dynamicznych dla odpowiedzi skokowych jest preferowany w serwomechanizmach (jakiego typu przebiegi oraz dlaczego).
88. Podaj cechy jakimi powinna się charakteryzować odpowiedź układu na wymuszenie a jakimi na zakłócenie (uwzględnij wartość odpowiedzi ustalonej).
89. Zdefiniuj pojęcie systemu czasu rzeczywistego.

90. Określ na czym polega stabilność typu BIBO.
91. Jaki wpływ na parametry odpowiedzi skokowej układu ma wprowadzenie do jego transmitancji dodatkowego zera a jaki wprowadzenie dodatkowego bieguna.
92. Podaj właściwości układów ze sprzężeniem zwrotnym.
93. Na czym polega wzrost szybkości reakcji układu ze sprzężeniem zwrotnym.
94. Na czym polega wzrost tłumienie zakłóceń w układzie ze sprzężeniem zwrotnym.
95. Na czym polega odporność układów ze sprzężeniem zwrotnym na zmiany i niedokładności parametrów.
96. Wyjaśnij zasadę superpozycji i podaj przykład jej zastosowania do analizy wpływu zakłóceń na działanie układu automatycznej regulacji.
97. Podaj transmitancję regulatora PID „o podwójnym zerze” oraz wzór na wartość  $T_d$ .
98. Podaj transmitancję regulatora PID „z dwoma zerami”.
99. Określ jaki regulator (podaj jego transmitancję) stosuje się typowo dla obiektów typu:
  - 99.1. inercja,
  - 99.2. integrator (całka),
  - 99.3. podwójny integrator (podwójna całka),
  - 99.4. podwójna inercja,
  - 99.5. integrator z inercją,
  - 99.6. opóźnienie,
  - 99.7. inercja z opóźnieniem,
  - 99.8. podwójna inercja z opóźnieniem,
  - 99.9. integrator z inercją i opóźnieniem,
  - 99.10. obiekt oscylacyjny,
  - 99.11. obiekt niestabilny.

Podaj transmitancję obiektu i transmitancję odpowiedniej postaci regulatora.

100. Wykorzystując pakiet Matlab/Simulink dla zadanej transmitancji obiektu:
  - dobierz uproszczony model transmitancyjny,
  - wykonaj identyfikację parametrów modelu,
  - stosując metodę tabelaryczną dobierz regulator (tabele zostaną podane),
  - zaprojektuj układ regulacji w pakiecie Simulink i wykonaj symulację jego działania dla skokowej zmiany wartości zadanej,
  - wyznacz przeregulowanie i czas regulacji,
  - przeprowadź symulację odpowiedzi układu na skokowy sygnał zakłócenia na wejściu obiektu.

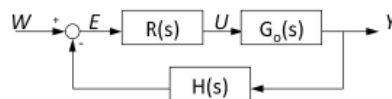
• **Ocena 5.0 (obowiązuje zakres dla 3.0 i 4.0 oraz poniższa lista pytań)**

1. Czym charakteryzują się tak zwane *moduły/czujniki inteligentne* stosowane w systemach automatyki ?
2. Co to jest i co głównie zawiera tzw. *firmware* ?
3. Co to są zmienne podtrzymywane (*retentive variables*) stosowane w sterownikach PLC/PAC ?
4. Co to jest *restart ciepły (warm restart)* sterownika ?
5. Co to jest *restart gorący (hot restart)* sterownika ?
6. Co to jest *restart zimny (cold restart)* sterownika ?
7. Jaka jest różnica pomiędzy programową realizacją przerzutnika RS (blok funkcjonalny normy IEC 61131-3) a jego realizacją sprzętową (bramki NAND/NOR)?
8. Do czego służą *sieci przemysłowe* w systemach automatyki ?
9. Jakie jest zadanie regulacji *programowej* – podaj przykłady i nazwę angielską?
10. Jakie jest zadanie regulacji *nadążnej* – podaj przykłady i nazwę angielską ?

11. W jakim celu w torze przetwarzania dla wejść analogowych regulatora RF stosuje się filtr szumów pomiarowych?
12. Jakiego typu filtr (np. górnoprzepustowy, dolnoprzepustowy, środkowoprzepustowy, środkowozaporowy) jest stosowany w torze przetwarzania dla wejść analogowych regulatora RF i dlaczego?
13. W jakim przypadku należy wyłączać składową różniczkującą regulatora PID, pomimo że zgodnie z teorią pełny regulator PID mógłby być zastosowany ?
14. W jakim celu stosuje się blok strefy nieczułości w torze błędu regulacji w regulatorze PID.
15. Jak w bloku PID regulatora RF może być realizowana kompensacja zakłóceń mierzalnych?
16. W jakim celu stosuje się w bloku PID regulatora RF ograniczenie sygnału sterującego?
17. Jaka akcja odnośnie obliczania członu całkującego regulatora PID powinna być wykonana w przypadku, gdy sygnał sterujący osiąga ograniczenie w trybie pracy automatycznej?
18. Jaki wpływ na odpowiedź skokową ma osiągnięcie ograniczenia sygnału sterowania w regulatorze PID w przypadku, gdy całkowanie nie zostało wstrzymane ?
19. Co to jest programowa zmiana nastaw regulatora PID ?
20. Czym charakteryzują się procesy, do sterowania którymi wykorzystuje się *adaptację* ?
21. Naszkicuj odpowiedzi skokowe (położenie oraz prędkość) serwomechanizmu sterowanego *prądowo* uwzględniając skończoną wartość napięcia zasilacza.
22. Omów metodę eksperymentalnego określenia typu (prądowe, napięciowe) sterowania serwomechanizmu (podaj jakie sygnały obiektowe należy obserwować oraz naszkicuj ich przebieg dla układu rzeczywistego).
23. Wymień podstawowe wady i zalety trybów sterowania prądowego i napięciowego.
24. Opisz metodę identyfikacji współczynników transmitancji silnika sterowanego prądowo (odpowiedź skokowa) w przypadku obiektu rzeczywistego.
25. Podaj metodę identyfikacji współczynników transmitancji silnika sterowanego napięciowo (odpowiedź skokowa) w przypadku obiektu rzeczywistego.
26. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ rzeczywisty.
27. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z serwomechanizmem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID bez filtra wstępnego – układ rzeczywisty.
28. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z serwomechanizmem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID z filtrem wstępnym – układ rzeczywisty.
29. Naszkicuj odpowiedź skokową układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem P-PI – układ rzeczywisty.
30. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ rzeczywisty, prędkość zbliżona do prędkości Stribecka.
31. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ rzeczywisty, prędkość znacznie większa od prędkości Stribecka.
32. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID – układ rzeczywisty, prędkość zbliżona do prędkości Stribecka.
33. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie liniowe układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID – układ rzeczywisty, prędkość znacznie większa od prędkości Stribecka.



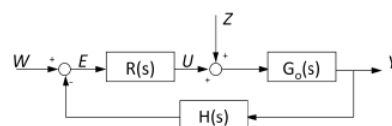
34. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PD – układ rzeczywisty.
35. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID bez filtru wstępnego – układ rzeczywisty.
36. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem PID z filtrem wstępnym – układ rzeczywisty.
37. Naszkicuj odpowiedź na wymuszenie sinusoidalne układu zamkniętego z silnikiem sterowanym prądowo oraz regulatorem P-PI – układ rzeczywisty.
38. Jakie niekorzystne zjawiska wprowadza tarcie w realizacji sterowania układami mechatronicznymi.
39. Wyjaśnij pojęcia *hunting* oraz *stick-slip* (naszkicuj odpowiedzi serwomechanizmu ilustrujące te zjawiska oraz podaj ich przyczynę i warunki w których występują).
40. Wyjaśnij dlaczego serwomechanizm prądowy z regulatorem PID oraz filtrem wstępnym posiada ustalony błąd śledzenia dla wymuszenia liniowego (uwzględnij w odpowiedzi informacje o liczbie członów całkujących).
41. Wyjaśnij dlaczego serwomechanizm prądowy z regulatorem P-PI posiada ustalony błąd śledzenia dla wymuszenia liniowego (uwzględnij w odpowiedzi informacje o liczbie członów całkujących).
42. Scharakteryzuj jednostki organizacyjne oprogramowania (POU) zgodne z normą IEC 61131-3 (funkcje, bloki funkcjonalne, programy).
43. Zdefiniuj pojęcie systemu operacyjnego czasu rzeczywistego – podaj przykłady.
44. Na czym polega technologia szybkiego prototypowania (*rapid prototyping*) w automatyce – na przykładzie pakietu Matlab/Simulink/RT-CON.
45. Podaj transmitancję regulatora PID „o podwójnym zerze” oraz wyprowadź zależności dla nastaw podstawowej postaci regulatora PID.
46. Podaj transmitancję regulatora PID „z dwoma zerami” oraz wyprowadź zależności dla nastaw podstawowej postaci regulatora PID.
47. Wyznacz transmitancję dla podanego równania, np.  $2 \frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = u(t)$ ,  $y(0) = 0$ .
48. Wykorzystując transformatę Laplace’a rozwiąż równanie  $2 \frac{dy(t)}{dt} + 3y(t) = u(t)$ ,  $y(0) = 0$ , dla  $u(t) = 2 * 1(t)$ .
49. Podaj wartość ustaloną odpowiedzi transmitancji, np.  $\frac{2}{(3s+1)}$ , dla zadanego sygnału wejściowego, np.  $2 * 1(t)$ .
50. Podaj wartość wzmocnienia statycznego dla transmitancji, np.  $\frac{2}{(3s+1)}$ .
51. Wyprowadź wzór na transmitancję układu zamkniętego dla poniższego schematu



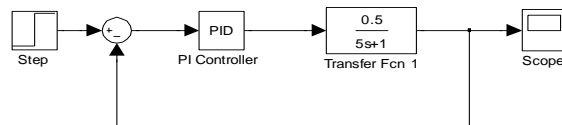
52. Przekształć poniższy układ do struktury z jednostkowym sprzężeniem zwrotnym



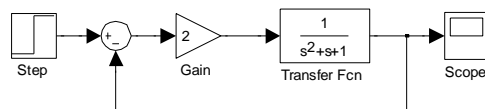
53. Wyprowadź wzór na transmitancję zakłóceniovą dla poniższego układu



54. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercyjnym pierwszego rzędu – jeden punkt pomiarowy, wskazówka  $y(t) = kU(1 - e^{-\frac{t}{T}})$ .
55. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercyjnym pierwszego rzędu – dwa punkty pomiarowe, wskazówka  $y(t) = kU(1 - e^{-\frac{t}{T}})$ .
56. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem całkującym – jeden punkt pomiarowy.
57. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójnie całkującym – dwa punkty pomiarowe.
58. Wyprowadź wzory na parametry transmitancji całka z inercją, wskazówka  $y(t) = kU[t - T(1 - e^{-\frac{t}{T}})]$ .
59. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercja z opóźnieniem – jeden punkt pomiarowy, wskazówka - inercja  $y(t) = kU(1 - e^{-\frac{t}{T}})$ .
60. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem inercja z opóźnieniem – dwa punkty pomiarowe, wskazówka - inercja  $y(t) = kU(1 - e^{-\frac{t}{T}})$ .
61. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójna inercja – dwa punkty pomiarowe, wskazówka  $y(t) = kU[1 - (1 + \frac{t}{T})e^{-\frac{t}{T}}]$ .
62. Naszkicuj rysunek oraz wyprowadź wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójna inercja z opóźnieniem – dwa punkty pomiarowe z niezależnym wyznaczeniem wartości opóźnienia, wskazówka - podwójna inercja  $y(t) = kU[1 - (1 + \frac{t}{T})e^{-\frac{t}{T}}]$ .
63. Naszkicuj rysunek oraz podaj wzory opisujące metodę aproksymacji odpowiedzi skokowej obiektu modelem podwójna inercja z opóźnieniem – dwa punkty pomiarowe bez niezależnego wyznaczenia wartości opóźnienia, wskazówka - podwójna inercja  $y(t) = kU[1 - (1 + \frac{t}{T})e^{-\frac{t}{T}}]$ .
64. Wykorzystując metodę eliminacji stałej czasowej, dobierz regulator PI dla zadanego układu zapewniający zadany czas regulacji, np.  $t_r=10$ , przykładowy układ poniżej



65. Naszkicuj odpowiedź skokową dla zadanego układu regulacji (bez przeprowadzania symulacji) lub transmitancji układu zamkniętego, określ typ odpowiedzi (aperiodyczna, aperiodyczna krytyczna, z przeregulowaniem, oscylacyjna, niestabilna), oblicz wartość ustaloną - przykłady poniżej.



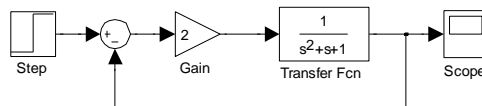
lub

$$G_{zam} = \frac{2}{s^2 + 2s + 1}$$

66. Naskicuj na jednym wykresie, bez wykonywania symulacji, odpowiedzi skokowe dla poniższych transmitancji układu zamkniętego.

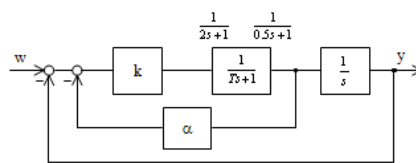
$$G_{zam} = \frac{2}{s^2 + 2s + 1} \cdot \frac{2s + 1}{s^2 + 2s + 1} \cdot \frac{1}{s^2 + 4s + 1} \cdot \frac{1}{(s^2 + 2s + 1)(s + 0.1)}$$

67. Stosując twierdzenie o wartościach granicznych wyprowadź warunki określające liczbę całek wymaganych do wiernego odtwarzania wartości zadanej (skokowej, liniowej parabolicznej) w stanie ustalonym w układzie z jednostkowym sprzężeniem zwrotnym.
68. Stosując twierdzenie o wartościach granicznych wyprowadź warunki określające liczbę całek wymaganych do kompensacji zakłócenia (skokowego, liniowego parabolicznego) w stanie ustalonym w układzie z jednostkowym sprzężeniem zwrotnym.
69. Stosując twierdzenie o wartościach granicznych określ warunki dla których błąd ustalony dla wymuszenia jest stały różny od zera a dla jakich nieskończony.
70. Stosując twierdzenie o wartościach granicznych określ warunki dla których błąd kompensacji zakłócenia jest stały różny od zera a dla jakich nieskończony.
71. Dla zadanego układu regulacji automatycznej oraz wymuszenia lub zakłócenia oblicz wartość błędu ustalonego, przykład poniżej

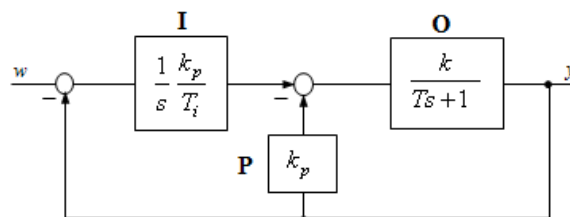


$$w(t) = 3 * 1(t), \quad w(t) = 2t^2 + t + 2, \quad z(t) = 4 * 1(t), \quad z(t) = 3t^2 + 2$$

72. Stosując metodę porównania do układu II-go rzędu dobierz parametry zadanego układu regulacji tak aby uzyskać założone przeregulowanie i czas regulacji – przykład poniżej.
- a) Schemat blokowy serwomechanizmu ma postać jak na rysunku, dobierz  $k$ ,  $\alpha$  tak, aby przebiegi były aperiodyczne krytyczne, a czas regulacji wynosił 1 sek.
- b) Schemat blokowy serwomechanizmu ma postać jak na rysunku, dobierz  $k$ ,  $\alpha$  tak, aby uzyskać przeregulowanie 16.3% i czas regulacji 1 sek.



- c) Dla układu regulacji jak na rysunku, dobierz  $k_p$ ,  $T_i$  tak, aby uzyskać przeregulowanie 16.3% i czas regulacji 1 sek. Dane: ( $k=1.5$ ,  $T=2$ ).



73. Wykorzystując pakiet Matlab/Simulink dla zadanego obiektu nieliniowego w postaci bloku Simulink z 2 wejściami (sterowanie i zakłócenie) oraz 1 wyjściem:

- dobierz model transmitancyjny,
- wykonaj identyfikację parametrów modelu,
- stosując metodę tabelaryczną dobierz regulator (tabele zostaną podane),
- zaprojektuj układ regulacji w pakiecie Simulink i wykonaj symulację jego działania dla skokowej zmiany wartości zadanej,
- wyznacz przeregulowanie i czas regulacji,
- przeprowadź symulację odpowiedzi układu na skokowy sygnał zakłócenia na wejściu obiektu.

### **Literatura**

1. J. Kasprzyk: *Programowanie sterowników przemysłowych*, WNT Warszawa 2006
2. Wykłady PRz: *Automatyka i Sterowanie, Automatyka i Regulacja Automatyczna*
3. Wprowadzenia do ćwiczeń laboratoryjnych, dokumentacje techniczne, materiały pomocnicze dostępne pod adresami: <http://tomz.prz-rzeszow.pl>,  
<http://www.automatyka.kia.prz.edu.pl/>