

Spis treści

Słowo wstępne	13
1. Właściwości sygnałów	15
1.1. Cel ćwiczenia	15
1.2. Wiadomości wstępne	15
1.3. Przygotowanie do ćwiczenia	17
1.4. Przebieg ćwiczenia w Matlabie	18
1.4.1. Wyznaczanie właściwości sygnałów	18
1.4.2. Badanie układu kluczowania	19
1.4.3. Podstawowe operacje na sygnałach	20
1.5. Przebieg ćwiczenia w Pythonie	21
1.5.1. Wyznaczanie właściwości sygnałów	21
1.5.2. Badanie układu kluczowania	21
1.5.3. Podstawowe operacje na sygnałach	22
1.6. Sprawozdanie	23
2. Charakterystyki czasowe	25
2.1. Cel ćwiczenia	25
2.2. Wiadomości wstępne	25
2.3. Przygotowanie do ćwiczenia	27
2.4. Przebieg ćwiczenia w Matlabie	28
2.4.1. Wyznaczanie odpowiedzi systemów	28
2.4.2. Wyznaczanie wskaźników opisujących odpowiedź układu	30
2.4.3. Dyskretyzacja systemu ciągłego	32
2.5. Przebieg ćwiczenia w Pythonie	33
2.5.1. Wyznaczanie odpowiedzi systemów	33
2.5.2. Wyznaczanie wskaźników opisujących odpowiedź układu	33

2.5.3.	Dyskretyzacja systemu ciągłego	34
2.6.	Sprawozdanie	35
3.	Splot sygnałów	37
3.1.	Cel ćwiczenia	37
3.2.	Wiadomości wstępne	37
3.3.	Przygotowanie do ćwiczenia	38
3.4.	Przebieg ćwiczenia w Matlabie	38
3.4.1.	Splot sygnałów dyskretnych	38
3.4.2.	Splot sygnałów ciągłych	40
3.4.3.	Wyznaczanie odpowiedzi systemu dyskretnego	42
3.5.	Przebieg ćwiczenia w Pythonie	43
3.5.1.	Splot sygnałów dyskretnych	43
3.5.2.	Splot sygnałów ciągłych	44
3.5.3.	Wyznaczanie odpowiedzi systemu dyskretnego	45
3.6.	Sprawozdanie	46
4.	Właściwości systemów	47
4.1.	Cel ćwiczenia	47
4.2.	Wiadomości wstępne	47
4.3.	Przygotowanie do ćwiczenia	48
4.4.	Przebieg ćwiczenia w Matlabie	49
4.4.1.	Badanie przyczynowości systemu	49
4.4.2.	Badanie stacjonarności systemu	51
4.4.3.	Badanie liniowości układu	52
4.5.	Przebieg ćwiczenia w Pythonie	54
4.5.1.	Badanie przyczynowości systemu	54
4.5.2.	Badanie stacjonarności systemu	55
4.5.3.	Badanie liniowości układu	56
4.6.	Sprawozdanie	57
5.	Modelowanie i symulacja systemów	59
5.1.	Cel ćwiczenia	59
5.2.	Wiadomości wstępne	59
5.3.	Przygotowanie do ćwiczenia	60
5.4.	Przebieg ćwiczenia w Matlabie	60
5.4.1.	Modelowanie zbiornika o zamkniętym wpływie	60
5.4.2.	Modelowanie przesuwnika fazowego	61

5.4.3.	Silnik prądu stałego	63
5.5.	Przebieg ćwiczenia w Pythonie	64
5.5.1.	Modelowanie zbiornika o zamkniętym wypływie	64
5.5.2.	Modelowanie przesuwnika fazowego	65
5.5.3.	Silnik prądu stałego	66
5.6.	Sprawozdanie	67
6.	Transmitancje operatorowe systemów czasu ciągłego	69
6.1.	Cel ćwiczenia	69
6.2.	Wiadomości wstępne	69
6.3.	Przygotowanie do ćwiczenia	70
6.4.	Przebieg ćwiczenia w Matlabie	71
6.4.1.	Estymacja parametrów modelu operatorowego	71
6.4.2.	Wpływ parametrów modelu na przebieg charakterystyk czasowych	74
6.4.3.	Rozkład zer i biegunów	76
6.5.	Przebieg ćwiczenia w Pythonie	77
6.5.1.	Estymacja parametrów modelu operatorowego	77
6.5.2.	Wpływ parametrów modelu na przebieg charakterystyk czasowych	78
6.5.3.	Rozkład zer i biegunów	79
6.6.	Sprawozdanie	79
7.	Transmitancje operatorowe systemów czasu dyskretnego	81
7.1.	Cel ćwiczenia	81
7.2.	Wiadomości wstępne	81
7.3.	Przygotowanie do ćwiczenia	82
7.4.	Przebieg ćwiczenia w Matlabie	83
7.4.1.	Wyznaczanie transmitancji operatorowego systemu dyskretnego	83
7.4.2.	Symulacja systemu dyskretnego w czasie rzeczywistym	85
7.4.3.	Wyznaczanie charakterystyk czasowych systemu dyskretnego	86
7.5.	Przebieg ćwiczenia w Pythonie	87
7.5.1.	Wyznaczanie transmitancji operatorowego systemu dyskretnego	87
7.5.2.	Symulacja systemu dyskretnego	88
7.5.3.	Wyznaczanie charakterystyk czasowych systemu dyskretnego	89
7.6.	Sprawozdanie	90

8. Analiza systemów w dziedzinie czasu	91
8.1. Cel ćwiczenia	91
8.2. Wiadomości wstępne	91
8.3. Przygotowanie do ćwiczenia	93
8.4. Przebieg ćwiczenia w Matlabie	93
8.4.1. Badanie układu drugiego rzędu	93
8.4.2. Analiza właściwości systemów dynamicznych	94
8.4.3. Badanie układu oscylacyjnego	95
8.5. Przebieg ćwiczenia w Pythonie	96
8.5.1. Badanie układu drugiego rzędu	96
8.5.2. Analiza właściwości systemów dynamicznych	97
8.5.3. Badanie układu oscylacyjnego	97
8.6. Sprawozdanie	98
9. Transformata Fouriera	99
9.1. Cel ćwiczenia	99
9.2. Wiadomości wstępne	99
9.3. Przygotowanie do ćwiczenia	101
9.4. Przebieg ćwiczenia w Matlabie	101
9.4.1. Analiza widma amplitudowego sygnałów	101
9.4.2. Badanie właściwości dyskretnej transformaty Fouriera	102
9.4.3. Analiza widmowa w czasie rzeczywistym	103
9.5. Przebieg ćwiczenia w Pythonie	105
9.5.1. Analiza widma amplitudowego sygnałów	105
9.5.2. Badanie właściwości dyskretnej transformaty Fouriera	105
9.5.3. Analiza widmowa w czasie rzeczywistym	106
9.6. Sprawozdanie	107
10. Charakterystyki częstotliwościowe	109
10.1. Cel ćwiczenia	109
10.2. Wiadomości wstępne	109
10.3. Przygotowanie do ćwiczenia	110
10.4. Przebieg ćwiczenia w Matlabie	111
10.4.1. Generowanie charakterystyk częstotliwościowych systemu	111
10.4.2. Badanie właściwości systemów w dziedzinie częstotliwości	113
10.4.3. Analiza częstotliwościowa układu regulacji automatycznej	114
10.5. Przebieg ćwiczenia w Pythonie	115
10.5.1. Generowanie charakterystyk częstotliwościowych systemu	115

10.5.2. Badanie właściwości systemów w dziedzinie częstotliwości . . .	116
10.5.3. Analiza częstotliwościowa układu regulacji automatycznej . . .	117
10.6. Sprawozdanie	117
11. Stabilność liniowych systemów dynamicznych	119
11.1. Cel ćwiczenia	119
11.2. Wiadomości wstępne	119
11.3. Przygotowanie do ćwiczenia	123
11.4. Przebieg ćwiczenia w Matlabie	124
11.4.1. Warunki i kryteria stabilności liniowych układów ciągłych . . .	124
11.4.2. Kryterium częstotliwościowe stabilności układów ciągłych . . .	126
11.4.3. Warunki i kryteria stabilności liniowych układów dyskretnych .	127
11.5. Przebieg ćwiczenia w Pythonie	128
11.5.1. Warunki i kryteria stabilności liniowych układów ciągłych . . .	128
11.5.2. Kryterium częstotliwościowe stabilności układów ciągłych . . .	130
11.5.3. Warunki i kryteria stabilności liniowych układów dyskretnych .	131
11.6. Sprawozdanie	132
12. Badanie wzmacniaczy	133
12.1. Cel ćwiczenia	133
12.2. Wiadomości wstępne	133
12.3. Przygotowanie do ćwiczenia	134
12.4. Przebieg ćwiczenia	134
12.4.1. Podłączenie stanowiska	134
12.4.2. Wyznaczanie charakterystyki przejściowej	135
12.4.3. Wyznaczanie pasma przenoszenia wzmacniacza	136
12.4.4. Wyznaczanie współczynnika zniekształceń harmoniczných . . .	137
12.5. Sprawozdanie	137
Implementacja systemów w języku Matlab/Simulink	139
D1.1. System dyskretny A	139
D1.2. System dyskretny B	140
D1.3. System ciągły drugiego rzędu	141
D1.4. Czwórník RC	142
D1.5. Układ masa-sprężyna	143
D1.6. Zbiorník bez odpływu	144
D1.7. Przesuwnik fazowy	146
D1.8. Silnik prądu stałego	147

D1.9. Zbiornik przepływowy	148
D1.10. Kryterium Hurwitza	149
D1.11. Kryterium Routha	151
D1.12. Kryterium Jury	152
Kody skryptów w języku Python	155
D2.1. Wyznaczenie właściwości sygnału harmonicznego	155
D2.2. Wyznaczenie mocy średniej wydzielanej na rezystancji	157
D2.3. Analiza sygnału PRBS	158
D2.4. Odpowiedź czwórnika RC z rys. 2.3a	160
D2.5. Odpowiedź czwórnika RLC z rys. 2.3b	161
D2.6. Odpowiedź czwórnika RC z rys. 2.3c	162
D2.7. Odpowiedź czwórnika RLC z rys. 2.3d	163
D2.8. Wyznaczanie wskaźników opisujących odpowiedź układu	164
D2.9. Dyskretyzacja systemu	167
D2.10. Splot dyskretny	168
D2.11. Generowanie odpowiedzi impulsowej systemu ciągłego	169
D2.12. Generowanie dyskretnej odpowiedzi impulsowej	170
D2.13. Splot ciągły	171
D2.14. Badanie przyczynowości systemu	172
D2.15. Badanie stacjonarności systemu	173
D2.16. Badanie liniowości systemu	174
D2.17. Modelowanie i symulacja zbiornika bezodpływowego	176
D2.18. Modelowanie i symulacja przesuwnika fazowego	177
D2.19. Modelowanie i symulacja silnika prądu stałego	178
D2.20. Odpowiedź skokowa zbiornika o swobodnym wpływie	179
D2.21. Dopasowanie modelu ciągłego do danych na podstawie odpowiedzi skokowej	180
D2.22. Wpływ parametrów systemu na przebieg charakterystyk czasowych	181
D2.23. Rozkład zer i biegunów systemów ciągłych	182
D2.24. Wyznaczenie wzmocnienia systemu dyskretnego w stanie ustalonym	184
D2.25. Aproksymacja odpowiedzi skokowej systemu dyskretnego	185
D2.26. Wyznaczanie dyskretnej transmitancji operatorowej...	186
D2.27. Symulacja transmitancji operatorowej	187
D2.28. Symulacja równania różnicowego	188
D2.29. Wyznaczenie odpowiedzi – metoda symboliczna	189
D2.30. Wyznaczenie odpowiedzi – metoda numeryczna	190
D2.31. Badanie systemu drugiego rzędu	191

D2.32. Analiza systemów dynamicznych	193
D2.33. Badanie systemu oscylacyjnego	194
D2.34. Wyznaczenie widma amplitudowego	195
D2.35. Właściwości dyskretnej transformaty Fouriera	196
D2.36. Analiza widmowa w czasie rzeczywistym	197
D2.37. Wykreślanie charakterystyk modelu	198
D2.38. Wykreślanie charakterystyk systemu rzeczywistego	199
D2.39. Analiza systemów w dziedzinie częstotliwości	201
D2.40. Badanie układu regulacji automatycznej	203
D2.41. Kryterium Hurwitza	204
D2.42. Kryterium Routha	205
D2.43. Zapas stabilności	206
D2.44. Kryterium Nyquista	208
D2.45. Kryterium Jury	209
D2.46. Transformacja zmiennych	210
Opis sprzętu	211
D3.1. Stanowisko do badania czwórników RLC	211
D3.2. Panel oscyloskopu Agilent DSO-X 2002A	212
D3.3. Panel sterujący układem zbiorników przepływowych	213
D3.4. Stanowisko do badania wzmacniaczy	214
Szablon sprawozdania	215
Bibliografia	217