

Садржај

1	Општи критерији синтезе, ограничења и повратна веза	1
1.1	Увод	1
1.2	Избор објекта	2
1.3	Критерији синтезе	3
1.3.1	Особине стационарног стања - Тачност	5
1.3.2	Типови система	9
1.3.3	Особине прелазног стања - Брзина одзива	13
1.4	Шумови и поремећаји	15
1.5	Својственост затвореног система	17
1.6	Тотална стабилност	20
1.6.1	Скраћивање полова и нула	22
1.7	Засићење - ограничење управљачког сигнала	26
1.8	Конфигурације система	28
1.9	Основни приступи синтези САУ	33
1.10	Сажетак	36
1.11	Задаци	36
2	Геометријско мјесто корјена - ГМК метода	41
2.1	Увод	41
2.2	Квадратна функција преноса без нула	42
2.2.1	Пресликавање захтјева синтезе из временског у комплексни домен - жељено подручје полова	44
2.3	Функција преноса са додатним половима и нулама	48
2.4	Цртање геометријског мјеста корјена	52
2.4.1	Дефиниција геометријског мјеста корјена	53
2.4.2	Особине ГМК	55
2.4.3	Особине и правила цртања ГМК	57
2.5	Синтеза система помоћу методе ГМК	63
2.5.1	Синтеза серијског компензатора помоћу ГМК	66

2.5.2	Синтеза паралелног компензатора	77
2.5.3	Реализација компензатора	79
2.6	Сажетак	80
2.7	Задаци	81
3	Фреквентна метода синтезе	85
3.1	Увод	85
3.2	Фреквентна карактеристика система	86
3.2.1	Функција преноса минималне и неминималне фазе	88
3.2.2	Цртање фреквентних карактеристика	89
3.3	Пресликавање захтјева из временског у фреквентни домен	95
3.3.1	Захтјеви синтезе у фреквентном домену у односу на функцију преноса укупног система	95
3.3.2	Захтјеви синтезе у фреквентном домену у односу на функцију преноса отвореног кола	102
3.3.3	Предности кориштења Бодових дијаграма	112
3.4	Синтеза система промјеном појачања	115
3.5	Синтеза система примјеном диференцијалног компензатора	118
3.6	Синтеза система примјеном интегралног компензатора	125
3.7	Синтеза система примјеном диференцијално - интегралног компензатора	129
3.8	Сажетак	138
3.9	Задаци	139
4	Алгебарске методе синтезе	143
4.1	Увод	143
4.2	Избор функције преноса	144
4.2.1	Остваривост функције преноса	145
4.3	Избор функције преноса помоћу оптималних критерија	150
4.3.1	Оптимални критерији	150
4.3.2	Избор $G(s)$ на основу квадратног индекса перформансе	153
4.3.3	Избор на основу $ITAE$ оптималног критерија	161
4.3.4	Избор функције преноса на основу процјене пројектанта	167
4.4	Остваривање функције преноса	169
4.4.1	Остваривање функције преноса помоћу јединичне повратне везе	170
4.4.2	Подешавање полова помоћу јединичне повратне везе	173
4.4.3	Робустно праћење	180
4.4.4	Систем са два компензатора	188

4.4.5	Систем са повратном везом од улаза/излаза објекта .	197
4.4.6	Реализација компензатора помоћу операционих по- јачала	200
4.5	Сажетак	203
4.6	Задаци	205
5	Синтеза система у простору стања	209
5.1	Увод	209
5.2	Систем у простору стања	210
5.3	Класично пропорционално управљање	213
5.4	Затварање повратне везе по стању	214
5.4.1	Положај полова	215
5.4.2	Оптимални линеарни квадратни регулатор	226
5.5	Затварање повратне везе по излазу	229
5.5.1	Потпуни обсервер стања	229
5.5.2	Редуковани обсервер стања	236
5.5.3	Повезивање повратне везе по стању и обсервера стања	241
5.6	Регулисање и праћење	244
5.6.1	Робустно праћење	246
5.6.2	Стабилизација	253
5.7	Сажетак	256
5.8	Задаци	257
6	ПИД Контролер	261
6.1	Увод	261
6.2	Индустријски контролери	262
6.2.1	Двоположајни контролер	262
6.2.2	Пропорционални контролер	264
6.2.3	Интегрални контролер	265
6.2.4	Деривацијски контролер	266
6.3	Особине П,ПИ и ПИД контролера	269
6.3.1	П-контролер	269
6.3.2	ПИ-контролер	271
6.3.3	ПИД-контролер	272
6.4	Подешавање индустријских ПИД контролера	275
6.4.1	Подешавање у отвореној спрези	275
6.4.2	Подешавање у затвореној спрези	277
6.4.3	Аутоматско подешавање	279
6.5	ПИД контролер за линеарне стационарне системе	281
6.6	Интегрално засићење - <i>windup</i>	285

6.7	Реализација ПИД контролера	288
6.7.1	Реализација П,И и Д контролера помоћу операционих појачала	288
6.7.2	Реализација ПИ и ПИД контролера помоћу операционих појачала	290
6.8	Сажетак	292
6.9	Задаци	293
7	Синтеза дискретних система	295
7.1	Увод	295
7.2	Дискретни системи	296
7.2.1	Дискретна једначина понашања	297
7.2.2	Дискретни систем у простору стања	300
7.2.3	Избор периоде одабирања	302
7.2.4	Z -трансформација	304
7.2.5	Функција преноса дискретног система	308
7.2.6	Пресликавање s равни у z раван	310
7.2.7	Стабилност дискретног система	313
7.2.8	<i>MATLAB</i> и дискретни системи	315
7.3	Синтеза система помоћу дискретног модела аналогног компензатора	315
7.3.1	Трансформација у временском домену	317
7.3.2	Трансформација у фреквентном домену	321
7.4	Синтеза помоћу дискретног модела објекта	327
7.4.1	Стационарни одзив стабилног дискретног система	334
7.4.2	ГМК метода	336
7.4.3	Фреквентне метода	339
7.4.4	Алгебарска метода	340
7.4.5	Синтеза у простору стања	344
7.4.6	<i>Deadbeat</i> контролер	347
7.5	Дигитални ПИД контролер	351
7.6	Сажетак	355
7.7	Задаци	357
A	Лапласова трансформација	359
A.1	Дефиниција	359
A.2	Инверзна Лапласова трансформација	361
A.3	Особине Лапласове трансформације	363

Б	Линеарна алгебра	367
Б.1	Матрице	367
Б.1.1	Типови матрица	367
Б.2	Детерминанта и инверзна матрица	369
Б.3	Ранг матрице	371
Б.4	Матрице у <i>MATLAB</i> -у	373
Б.5	Теорема Кејли-Хамилтона (<i>Cayley - Hamilton</i>)	375
Ц	Докази теорема	377
Д	Операциона појачала	381
Д.1	Особине и примјена операционих појачала	381
Д.1.1	Инвертирајуће и неинвертирајуће појачало	382
Д.1.2	Диференцијално појачало	383
Д.1.3	Суматор	384
Д.1.4	Интегратор	384
Д.1.5	Диференцијатор	385
Д.1.6	Диференцијални и диференцијално-интегрални компензатор	385
Е	Програми за симулацију	387