

Aurkibidea

Hitzaurrea.....	3
Aurkibidea.....	5

I zatia: AUTOMATISMOAK 11

1. Automatismoetarako sarrera.....	13
1.1. Definizioak.....	14
1.1.1. Automatismoa.....	14
1.1.2. Automata.....	14
1.1.3. Automatizazioa.....	15
1.1.4. Ingeniaritza automatikoa.....	15
1.3. Automatismoen sailkapena.....	18
1.3.1. Konbinazionalak eta sekuentzialak.....	18
1.3.2. Neurritara egindakoak edo programagarriak.....	19
1.3.3. Automatismoak garatzeko aukera teknologikoak.....	21
2. Grafcet diagramak.....	23
2.1. Sarrera.....	23
2.1.1. Jatorria eta normak.....	23
2.1.2. Zertarako balio du? Zein abantaila ditu?.....	24
2.1.3. Adierazpen-mailak.....	25
2.1.3.1. <i>Lehen mailako Grafqueta</i>	25
2.1.3.2. <i>Bigarren mailako Grafqueta</i>	25
2.2. Oinarrizko osagaiak.....	27
2.2.1. Etapak.....	27
2.2.2. Ekintzak.....	28
2.2.2.1. <i>Ekintza jarraitua edo ez-memorizatua</i>	28
2.2.2.2. <i>Ekintza baldintzatua</i>	29
2.2.2.3. <i>Ekintza atzeratua</i>	30
2.2.2.4. <i>Ekintza mugatua denboran</i>	30
2.2.2.5. <i>Pultsu motako ekintza</i>	31
2.2.2.6. <i>Ekintza memorizatua</i>	32
2.2.2.7. <i>Ekintza anizkoitzak</i>	32
2.2.3. Trantsizioak.....	33
2.2.4. Harmenak.....	33
2.2.4.1. <i>Maila motako harmena</i>	34
2.2.4.2. <i>Beti egia den harmena</i>	34
2.2.4.3. <i>Harmen tenporizatua</i>	34
2.2.4.4. <i>Pultsu motako harmena</i>	34

2.2.5. Lotura-lerroak.....	34
2.3. Eboluzio/bilakaera arauak	35
2.3.1. 1. araua: hasierako egoera edo hasierako etapa.....	36
2.3.2. 2. araua: trantsizio baten zeharkatzea	36
2.3.3. 3. araua: zeharkatzea edo etapa aktiboen bilakaera.....	37
2.3.4. 4. araua: trantsizioen aldibereko / baterako zeharkatzea	38
2.3.5. 5. araua: etapa baten aldibereko aktibazio eta desaktibazioa	38
2.4. Grafcetaren oinarriko egiturak.....	39
2.4.1. Sekuentzia bakarra	39
2.4.2. Sekuentzia-hautaketak EDO egiturari lotuak.....	39
2.4.2.1. <i>Sekuentzia eskusiboak</i>	40
2.4.2.2. <i>Etapasaltoa</i>	41
2.4.2.3. <i>Etapaberreskuratzea</i>	41
2.4.3. Batera egiten diren sekuentziak ETA egiturari lotuak	42
2.4.3.1. <i>Batera egin beharreko sekuentzia</i>	44
2.4.3.2. <i>Baliabide baten partekatzea</i>	46
2.5. Sakonduz.....	46
2.6. Ariketak.....	47
2.6.1. Orga sinple baten ibilaldia automatizatzea	47
2.6.2. Bi organen ibilbide bitan sinkronizatua automatizatzea	48
2.6.3. Bi organen sinkronizazio edo hitzordu bakarreko ibilbidea automatizatzea.....	49
2.6.4. Lehenetasunen kudeaketa	50
2.6.5. Baliabide fisiko baten partekatzea	55
2.6.6. Funtzionamendu modu desberdinak kontuan hartzea	58
3. Automatismoen inplementazioa	65
3.1. Sarrera	65
3.2. Automata programagarriak: OMRON CJ serieko PLCak.....	66
3.3. Ladder Diagrama (LD) programazio-hizkuntza.....	69
3.4. Grafcetaren inplementazioa automata programagarri batean	72
3.4.1. Inplementatzeko 1. aukera.....	74
3.4.2. Inplementatzeko 2. aukera.....	75
3.4.3. Inplementatzeko 3. aukera.....	75
3.4.4. Inplementatzeko 4. aukera (gomendatua).....	75
3.5. Grafcetaren interpretatzeko algoritmoa.....	76
3.5.1. Algoritmoaren azalpena	76
3.5.2. Ariketak	77
3.5.2.1. <i>Sekuentzia bakarreko Grafcet sinplearen inplementazioa</i>	77
3.5.2.2. <i>Denboragailuak erabiltzen dituen sekuentzia paralelodun Grafceta</i>	80
3.5.3. Azken oharrak.....	86
Bibliografia	87

II zatia: KONTROLA	89
1. Kontrolerako sarrera	91
1.1. Sistema	91
1.2. Linealtasuna	92
1.3. Sistema aldakorak eta ez-aldakorak	93
1.4. SISO eta MIMO sistemak	93
1.5. Seinale jarraitua eta digitala/diskretua	94
1.6. Kontrola begizta irekian eta begizta itxian	94
1.6.1. Kontrola begizta irekian.....	94
1.6.2. Kontrola begizta itxian.....	96
1.7. Kontrol-sistema baten oinarriko bloke eta seinaleak	97
1.8. Erregulazioa eta jarraipen-kontrola edo serbomekanismoa	98
1.9. Kontrolaturiko sistema baten espezifikazioak	98
1.10. Diseinu-metodoa	99
1.12. Konklusioak	100
2. Sistema fisikoen ereduztapena	101
2.1. Sarrera	101
2.1.1. Sistemen ereduztapena.....	101
2.1.2. Ereduztapenaren garrantzia	102
2.1.3. Ereduztapena zertarako	102
2.1.4. Ezagutza-eredua	103
2.1.5. Adierazpen-eredua	103
2.1.6. Ezagutza-ereduak lortzeko metodologia	104
2.2. Sistemen ekuazio diferentzialak lortzea	105
2.2.1. Sistema mekanikoak (1)	106
2.2.2. Sistema mekanikoak (2): engranajeak.....	107
2.2.3. Sistema elektrikoak	110
2.2.4. Sistema hidraulikoak	112
2.2.5. Funtzionamendu-puntu baten inguruko linealizazioa	113
2.2.6. Aldagai fisikoen arteko analogia.....	114
2.3. Laplace-ren transformatua	115
2.3.1. Definizioa.....	115
2.3.2. Funtzio erabiliaren transformatua.....	116
2.3.3. Transformatuaren propietateak.....	118
2.3.3.1. <i>Linealtasuna</i>	118
2.3.3.2. <i>Deribazioa</i>	118
2.3.3.3. <i>Integrazioa</i>	119
2.3.3.4. <i>Desplazamendua denbora-espazioan</i>	119
2.3.3.5. <i>Desplazamendua Laplace-ren espazioan</i>	119
2.3.4. Transformatuaren teoremak.....	119
2.3.4.1. <i>Bukaerako balioaren teorema</i>	119
2.3.4.2. <i>Hasierako balioaren teorema</i>	120
2.4. Transferentzia-funtzioa	120
2.4.1. Transferentzia-funtzioaren definizioa	120
2.4.2. Oharrak.....	121

2.4.3. Adibideak.....	122
2.4.4. Transferentzia-funtzioen ezaugarri nagusiak	123
2.4.5. Transferentzia-funtzioen konexioak.....	124
2.4.5.1. <i>Transferentzia-funtzioen elkartzea seriean</i>	124
2.4.5.2. <i>Transferentzia-funtzioen elkartzea paraleloan</i>	125
2.4.5.3. <i>Begizta itxiko transferentzia-funtzio baliokidea</i>	125
2.5. Ariketak.....	126
2.5.1. Ekuazio diferentzialetik transferentzia-funtzioetara	126
2.5.2. Zirkuitu elektriko baten ereduztapena	127
2.5.3. Korrante zuzeneko motor (KZM) baten ereduztapena.....	130
2.5.4. Bloke-diagramak.....	132
2.5.5. Perturbazioen eta irteeraren arteko transferentzia-funtzioa.....	133
2.5.6. Laplace-ren transformatua eta frakzio sinpleetan zatiketa	134
2.5.7. Ekuazio diferentzialak Laplace-ren transformatuaren bidez ebaztea	139
2.5.8. Hasierako eta bukaerako balioak Laplace-ren bidez	140
3. Sistemen erantzuna denboraren eremuan	142
3.1. Sarrera	142
3.1.1. Denboraren eremuko erantzunaren azterketaren helburuak.....	142
3.1.2. Sistemak frogatzeko seinale tipikoak	143
3.1.3. Erantzun egonkorra edo ezegonkorra	143
3.1.4. Denboraren eremuko erantzuna: erantzun librea eta behartua	144
3.1.5. Denboraren eremuko erantzunaren ezaugarriak	145
3.1.5.1. <i>Egonkortze-denbora, ts</i>	146
3.1.5.2. <i>Haziera-denbora, tr</i>	146
3.1.5.3. <i>Atzerapen-denbora garbia, td</i>	146
3.1.5.4. <i>Puntako denbora, tp</i>	147
3.1.5.5. <i>Gehienezko gainditzea, Mp</i>	147
3.1.5.6. <i>Egoera iraunkorreko errorea edo errore estatikoa, ess</i>	147
3.1.6. Sistema baten kontrol-prestazioak edo helburuak	147
3.2. Egonkortasuna	148
3.2.1. Definizioa.....	148
3.2.2. Intuitiboki	149
3.2.3. Egonkortasunerako baldintza orokorrak	149
3.2.4. Egonkortasuna begizta irekian eta itxian.....	150
3.2.5. Routh-Hurwitz-en irizpidea	151
3.3. Erregimen iragankorra.....	153
3.3.1. Integratzaile soila	153
3.3.1.1. <i>Adibide hidraulikoa</i>	154
3.3.1.2. <i>Adibide elektrikoa</i>	155
3.3.1.3. <i>Mailarekiko erantzuna</i>	156
3.3.1.4. <i>Ondorioak</i>	156
3.3.2. Atzerapen-denbora garbia	156
3.3.2.1. <i>Mailarekiko erantzuna</i>	157
3.3.2.2. <i>Ondorioak</i>	157
3.3.3. 1. ordenako sistemak	158

3.3.3.1. Parametro karakteristikoak eta poloa	158
3.3.3.2. Adibide elektrikoa	159
3.3.3.3. Pultsuarekiko erantzuna	159
3.3.3.4. Mailarekiko erantzuna.....	162
3.3.3.5. Arrapalarekiko erantzuna.....	165
3.3.4. 2. ordenako sistemak	168
3.3.4.1. Parametro karakteristikoak.....	168
3.3.4.2. Adibide elektrikoa.....	169
3.3.4.3. Adibide mekanikoa	169
3.3.4.4. Mailarekiko erantzuna.....	170
3.3.4.4.1. Erregimen ez-oszilakorra	171
3.3.4.4.2. Erregimen oszilakorra.....	172
3.3.4.5. Poloen kokapenaren eta erantzunaren ezaugarrien arteko harremana...	177
3.3.5. Ordena handiagoko sistemak eta haien sinplifikazioa.....	179
3.3.6. Ondorioak.....	183
3.4. Zehaztasuna erregimen iraunkorrean. Errore estatikoa	184
3.4.1. Errorearen kalkulia	184
3.4.2. Posizio-errorea: sarrera maila motakoa delarik	185
3.4.3. Abiadura-errorea: sarrera arrapala motakoa delarik	186
3.4.4. Azelerazio-errorea: sarrera parabola motakoa delarik	188
3.4.5. Sistema tipoa.....	189
3.5. Ondorioak	190
3.6. Ariketak.....	191
3.6.1. 1., 2. eta 3. ordenako transferentzia-funtzioen egonkortasuna.....	191
3.6.2. Sistema ezegonkor baten polo ezegonkorra	193
3.6.3. Transferentzia-funtzio baten egonkortasun-baldintzak	194
3.6.4. Begizta itxiko sistema baten egonkortasun-baldintzak	195
3.6.5. Dinamika.....	196
3.6.6. Gehienezko gainditze maximoa.....	197
3.6.7. Transferentzia-funtzioa aurkitzea erantzunaren arabera.....	198
3.6.8. Sistemen sailkapena poloen kokapenaren arabera.....	200
3.6.9. 1. eta 2. ordenako transferentzia-funtzioen parametro karakteristikoak	202
3.6.10. Polo dominanteak.....	203
3.6.11. Egoera iraunkorra eta poloak ezagutzuz, transferentzia-funtzioa lortzea.....	205
3.6.12. Errore estatikoak.....	207
3.6.13. Posizio-errore estatikoa begizta itxiko berrelikadura ez-unitarioarekin	209
4. Oinarrizko kontrol-ekintzak eta haien doiketa	210
4.1. Sarrera	210
4.1.1. Begizta itxiko kontrol-sistema tipikoa	210
4.1.2. Kontrolagailuaren helburu nagusiak	211
4.1.3. Kontrol-ekintza nagusiak	212
4.2. Dena/Ezer ez motako kontrolagailua	212
4.2.1. Prozesu hidrauliko baten adibidea	212
4.2.2. Prozesu termiko baten adibidea.....	213
4.3. PID motako kontrolagailuak	215

4.3.1. Ekintza proportzionala (P)	215
4.3.2. Ekintza integrala (I).....	217
4.3.3. Ekintza deribatzailea (D).....	219
4.3.4. PI kontrolagailua (era mistoan)	220
4.3.5. PD kontrolagailua (era mistoan).....	221
4.3.6. PID kontrolagailua (era mistoan).....	222
4.4. PIDaren doiketa esperimentalki.....	224
4.4.1. Begizta irekiko entsegua.....	224
4.4.2. Begizta itxiko entsegua.....	226
4.4.3. Oharra	228
4.5. PIDaren doiketa analitikoki	228
4.5.1. Konpentsaziorik gabe	228
4.5.2. Polo/zeroen konpentsazio edo deuseztatzearekin.....	231
4.6. Ondorioak	233
4.7. Ariketak.....	233
4.7.1. PI kontrolagailuaren doiketa analitikoki.....	233
5. Bibliografia.....	237
ERANSKINAK.....	239
A eranskina: Frakzio sinpleetako deskonposizioa	241
B eranskina: Bloke-diagramak grafikoki sinplifikatzeko arauak	242
C eranskina: Funtzio erabilieneen Laplace-ren transformatua	244