

INDICE

pag.

CAPITOLO 1. FONDAMENTI DELLA REGOLAZIONE AUTOMATICA

1. Introduzione
2. Primi esempi di telecomandi e controlli
3. Controllo automatico della combustione
4. Concetti fondamentali del controllo automatico
5. La regolazione della temperatura del corpo umano

CAPITOLO 2. CARATTERISTICHE DEI PROCESSI DA REGOLARE

- | | |
|--|----|
| 1. Generalità | 29 |
| 2. Variazioni di carico | 30 |
| 3. Ricettività di un processo | 31 |
| 4. Resistenza di un processo | 33 |
| 5. Ritardo cinematico | 34 |
| 6. Analogia fra processi elettrici e processi di livello | 35 |

CAPITOLO 3. CARATTERISTICHE DEI MEZZI DI MISURA

- | | |
|---|----|
| 1. Ritardi nella risposta. Esempio del termometro | 41 |
| 2. Risposta di un termometro con guaina. Trattazione semplificata | 45 |
| 3. Fattori che influenzano la risposta di uno strumento | 48 |
| 4. Precisione di uno strumento | 49 |
| 5. Errore statico | 50 |
| 6. Riproducibilità | 50 |
| 7. Zona di insensibilità | 51 |
| 8. Errore dinamico | 51 |
| 9. APPENDICE - Risposta di un termometro con guaina. Trattazione rigorosa | 54 |

CAPITOLO 4. MODI DI REGOLAZIONE

- | | |
|--|----|
| 1. Classificazione dei regolatori | 57 |
| 2. Regolatori a due posizioni | 58 |
| 3. Regolatori proporzionali | 60 |
| 4. Regolatori proporzionali+integrali | 66 |
| 5. Regolatori proporzionali+derivativi | 68 |
| 6. Espressione analitica della risposta di un regolatore P+I+D | 72 |

CAPITOLO 5. ANALISI DINAMICA DEL COMPLESSO REGOLATO

1. Disturbi	
2. Diagrammi a blocchi	
3. Funzioni di trasferimento	80
4. Effetto di una perturbazione a gradino	84
5. Blocchi (ritardi) del primo ordine	83
6. Blocco del primo ordine di tipo meccanico	84
7. Blocchi del secondo ordine. Esempio meccanico	86
8. Blocchi in serie	89
9. Tempo morto, blocchi composti	93
10. Blocchi integrali	94
11. Amplificazione	95
12. Effetto di un disturbo a gradino sui vari regolatori	98
13. APPENDICE - Risposta di un blocco del secondo ordine a un segnale a gradino	104

CAPITOLO 6. ANALISI DINAMICA DI UN SISTEMA REGOLATO

1. Limiti dell'analisi di più blocchi in serie	109
2. Disturbo sinusoidale in un blocco del primo ordine	110
3. Più blocchi in serie. Diagrammi di Bode	113
4. Stabilità di un sistema chiuso	115
5. ESEMPIO N. 1 - Processo termico controllato da un regolatore puramente proporzionale	118
6. ESEMPIO N. 2 - Processo costituito da tre blocchi del I ordine in serie	123
7. Effetti delle aggiunte integrali e derivate sulla stabilità	131
8. ESEMPIO N. 3 - Sistema del II ordine asservito solo proporzionalmente. Si vuole ridurre l'errore a regime stazionario stringendo la BP e riportare le condizioni di stabilità al livello iniziale mediante un'aggiunta derivativa	134
9. ESEMPIO N. 4 - Calcolo dei parametri di un impianto di controllo automatico del timone. Effetto delle aggiunte derivativa e integrale	137

CAPITOLO 7. ELEMENTI REGOLATORI

1. Criteri di classificazione	143
2. Regolatori idraulici	143
3. Regolatori elettronici	151
4. Regolatori pneumatici	159
5. Regolatori elettrici	165
6. APPENDICE - Cenni sui calcolatori analogici e sulla simulazione	167

CAPITOLO 8. STRUMENTI DI MISURA

1. Generalità	177
2. Misure di pressione	178
2.1. Tubi di Bourdon	178

2.2. Manometri a soffietto	
2.3. Manometri differenziali a campana manometrica	
2.4. Manometri differenziali a U	
2.5. Manometro differenziale Hagan	
2.6. Manometri differenziali a soffietti	186
2.7. Trasduttori di pressione	186
3. Misure di temperatura	188
3.1. Termometri a riempimento	189
3.2. Termocoppie	191
3.3. Termoresistenze	193
4. Misure di livello	196
4.1. Misure dirette tramite galleggianti	196
4.2. Misure indirette mediante misure di battente	198
4.3. Misure di livello mediante dislocamento di pesi	201
4.4. Misure di livello mediante sonda e galleggiante	203
4.5. Misure di livello di solidi	206
5. Misure di portata	207
5.1. Misure di portata mediante l'introduzione di resistenze	207
5.2. Misura del Δp per la conoscenza della portata	208
5.3. Misura diretta della portata	212

CAPITOLO 9. ORGANI FINALI DI REGOLAZIONE

1. Generalità	215
2. Servomotori pneumatici	216
3. Posizionatori pneumatici	217
4. Criteri di sicurezza	220
5. Componenti elettrici. Accoppiamento con quelli pneumatici	221
6. Convertitori elettro-pneumatici	223
7. Le valvole	224
8. Caratteristiche degli otturatori	225
9. Valvole a tre vie	230
10. Valvole particolari	233
11. Le serrande e il loro comando	235
12. Coefficiente di portata C_v	236
13. APPENDICE - Scelta delle caratteristiche di una valvola	239
13.1. Interazione tra valvola e condotta	239
13.2. Esempio numerico	243
13.3. Criteri per la scelta di una valvola	246
13.4. Conclusioni	248

CAPITOLO 10. LA REGOLAZIONE PNEUMATICA

1. Generalità	251
2. Trattamento dell'aria compressa	252
3. Processi pneumatici del primo ordine	255
4. Relè a quattro camere	257
5. Relè a quattro camere come regolatore	260
6. Regolatori a soffietti	266

7. Regolatori a camere sovrapposte. Primo tipo	285
8. Regolatori a camere sovrapposte. Secondo tipo	286
9. Regolatori a camere sovrapposte. Terzo tipo	288
10. Unità completa misuratore-regolatore	288

CAPITOLO 11. ALGEBRA BINARIA E LOGICA ALGEBRICA

1. Caratteristiche della regolazione numerica	285
2. Numerazione binaria	286
3. Operazioni aritmetiche con numeri binari	288
4. Sistema di numerazione ottale	290
5. Algebra booleana	291
6. Analisi booleana di una scelta logica	294
7. Logica di tipo elettromagnetico	297
8. Teoria degli insiemi e logica di Boole	302
9. Logica NOR e logica NAND	303
10. Combinazioni di funzioni logiche semplici	308

CAPITOLO 12. CIRCUITI LOGICI

1. Richiami sulla fisica dello stato solido	311
2. Logica a stato solido (<i>Solid state logic</i>)	312
3. Circuiti bistabili	315
4. Registri di trasferimento	317
5. Uso di elementi logici per realizzare circuiti bistabili	318
6. Contatori di impulsi	320
7. Mezzo sommatore	322
8. Sommatore completo	323
9. Convertitori analogico-numeric	325
10. Logica pneumatica	326
11. Registri pneumatici di trasferimento	330
12. Contatore pneumatico di impulsi	331
13. Logica fluidica	333
14. APPENDICE - Cenni di teoria dei semi-conduttori	336

CAPITOLO 13. SISTEMI NUMERICI DI CONTROLLO AUTOMATICO E DI SEQUENZE LOGICHE

1. Relazioni tra regolazione numerica e regolazione analogica	345
2. Centralini di allarme	347
3. Telecomando di interruttori elettrici	349
4. Avviamento automatico di un motore Diesel	352
5. Comando automatico di una macchina utensile	356
6. Programma per l'inversione ciclica del flusso in un disidratatore	360
7. Sequenza automatica di inserzione e estrazione dei buciatori di una caldaia	367
8. Controllo automatico del numero di giri di un motore	369
9. I micro-calcolatori	373

CAPITOLO 14. LA TRASFORMATA DI LAPLACE

1. Definizioni e limitazioni	381
2. Proprietà fondamentali	382
3. Trasformazione delle derivate e degli integrali	383
4. Trasformazione di funzioni semplici	386
5. Antitrasformata	388
6. Studio della risposta di un termometro mediante le trasformate	390
7. Caso del termometro con guaina	392
8. Risposta di un circuito chiuso di regolazione	396
9. Criteri matematici di stabilità	399
10. Funzione di trasferimento di un regolatore	400
11. Funzione di trasferimento di un tempo morto	400
12. Ricerca della funzione di trasferimento di regolatori elettronici	401
13. Ricerca della funzione di trasferimento di regolatori pneumatici	404
14. Ricerca della funzione di trasferimento di regolatori idraulici	406
15. APPENDICE I - Risposta di un sistema del II ordine a un ingresso a gradino	410
16. APPENDICE II - Trasformate di Fourier e applicazioni	415
17. APPENDICE III - Segnali campionati. Trasformata z.	423
INDICE ANALITICO	429