

Institutul Politehnic Bucureşti

Facultatea de Automatică

Conf. dr. ing. Gabriei Ionescu

Ş. I. ing. Bogdan Droăscă, As. ing. Ion Hohan,
As. ing. Valentin Sgârciu-Dogeanu

T R A D U C T O A R E
Principii și metode de proiectare

pentru uzul studenților

1980

CUPRINS

PREFATA	.....	1
Cap.1. ROUL SI LOCUL TRADUCTOARELOR IN CADRUL ECHIPAMENTELOR DE AUTOMATIZARE	.....	3
Bibliografie	.....	6
Cap.2. STRUCTURA FUNCTIONALA A TRADUCTOARELOR. ELEMENTE COMPOUNTE TIPICE	.....	7
Bibliografie	.....	10
Cap.3. CARACTERISTICILE SI PERFORMANTELE TRADUCTO- ARELOR	.....	11
3.1. Caracteristici statice	.....	11
3.2. Caracteristici dinamice	.....	24
3.3. Caracteristici energetice, constructive si de exploatare	.....	28
Bibliografie	.....	33
Cap.4. ELEMENTE SENSIBILE ALE TRADUCTOARELOR	.....	34
4.1. Elemente sensibile de tip parametric	.....	35
4.2. Elemente sensibile de tip generator	.....	39
4.3. Elemente sensibile tipice pentru anumite mărimi fizice	.....	41
Bibliografie	.....	43
Cap.5. ADAPTOARE. PRINCIPII GENERALE	.....	44
5.1. Adaptoare pentru elemente sensibile de tip parametric	.....	44
5.2. Adaptoare pentru elemente sensibile de tip generator	.....	47
5.3. Adaptoare utilizind scheme de măsurare cu echilibrare automata	.....	49
5.3.1. Compensatoare automate	.....	49
5.3.2. Punți cu echilibrare automată	.....	51
5.4. Convertoroare pentru traductoare numerice	.....	52
5.5. Traductoare integrate	.....	54
Bibliografie	.....	56
Cap.6. PRINCIPII DE PROIECTARE A TRADUCTOARELOR	.....	57
6.1. Specificarea performanțelor	.....	59
6.2. Alegera elementului sensibil	.....	64
6.3. Elaborarea schemei funcționale	.....	67

6.4. Proiectarea și calculul blocurilor cuprinse în schema funcțională	.....	70
6.5. Proiectarea tehnologică de detaliu a blocurilor componente	.....	76
Cap.7. TRADUCTOARE DE TEMPERATURĂ	.....	78
7.1. Clasificarea traductoarelor de temperatură	.....	79
7.1.1. Clasificarea după elementul sensibil	.....	79
7.1.2. Clasificarea după tipul adaptorului	.....	89
7.2. Proiectarea traductoarelor de temperatură	.....	97
7.2.1. Proiectarea unui traductor de temperatură cu element sensibil termorezistență	.....	97
7.2.2. Proiectarea unui traductor de temperatură cu element sensibil termocuplu	.....	138
Bibliografie	.....	145
ANEXA 7.1. Termorezistențe standard	.....	146
ANEXA 7.2. Rezistență termorezistențelor de Pt	.....	147
ANEXA 7.3. Rezistență în ohmi a termorezistențelor de Pt cu $R_0 = 46 \Omega$	.....	148
ANEXA 7.4. Rezistență în ohmi a termorezistențelor de Ni cu $R_0 = 100 \Omega$	.....	149
ANEXA 7.5. Rezistență în ohmi a termorezistențelor de Cu cu $R_0 = 53 \Omega$	.....	150
ANEXA 7.6. Termocupluri standard. Cabluri de prelungire	.....	151
ANEXA 7.7. Tensiunea electromotoare a termocuplului Cromel-Alumel	.....	152
ANEXA 7.8. Tensiunea electromotoare a termocuplului PtRh-Pt	.....	153
ANEXA 7.9. Tensiunea electromotoare a termocuplului Cromel-Copel	.....	154
ANEXA 7.10. Tensiunea electromotoare a termocuplului Fe-Constantan	.....	155
ANEXA 7.11. Tensiunea electromotoare a termocuplului Cu-Constantan	.....	156
Cap.8. TRADUCTOARE DE DEBIT PENTRU FLUIDE	.....	157
8.1. Mărimi caracteristice măsurării debitelor de fluide	.....	157
8.1.1. Debit	.....	157
8.1.2. Densitate	.....	158

8.1.3. Creanță volumică	.....	158
8.1.4. Preciune	.....	158
8.1.5. Viscozitate dinamică și cinematică	.....	159
8.1.6. Numărul Reynolds	.....	160
8.1.7. Repozitarea pereților conductei	.....	160
8.2. Metode de măsurare a debitului în conducte inchise	.....	161
8.2.1. Determinarea debitului pe baza presiunii dinamice	.....	161
8.2.2. Determinarea debitului pe baza vitezei medii de deplasare a fluidului	.....	161
8.2.3. Determinarea debitului pe baza generării unei tensiuni electromotoare	.....	162
8.2.4. Determinarea debitului pe baza presiunii diferențiale	.....	162
8.2.5. Determinarea debitului pe baza fenomenului Doppler	.....	162
8.2.6. Determinarea debitului prin procedeul "Vortex"	.....	163
8.3. Măsurarea debitului cu dispozitive de strangulare	.....	163
8.3.1. Tipuri de dispozitive de strangulare	.....	163
8.3.2. Relațiile matematice de determinare a debitului	.....	163
8.3.3. Coeficientul de debit	.....	167
8.3.4. Coeficientul de detență	.....	172
8.3.5. Pierderea de presiune	.....	173
8.3.6. Condiții de utilizare a diafragmelor în măsurarea debitelor de fluid	.....	173
8.3.7. Traducerea de presiune diferențială	.....	174
8.4. Proiectarea traductoarelor de debit	.....	175
8.4.1. Proiectarea unei diafragme cu prize de presiune la față destinată măsurării debitului de lichide	.....	177
8.4.2. Proiectarea unei diafragme cu prize de presiune la față destinată măsurării unor debite de gaze	.....	177
Bibliografie	.....	179
ANEXA 8.1. Echivalența diferitelor unități de măsură a presiunii	.....	182
	.....	183

ANEXA 8.2. Valori medii ale rugozității K	183
ANEXA 8.3. Exponenții adiabatici pentru cîteva gaze	184
ANEXA 8.4. Valori Re. limita (orientative)	184
ANEXA 8.5. Valori r_o pentru diafragme cu prize de presiune la față	185
ANEXA 8.6. Coeficientul de detentă E pentru diafragme cu prize de presiune la față	185
ANEXA 8.7. Coeficienți de dilatare	186
Cap.9. TRADUCTOARE DE DEPLASARE	190
9.1. Clasificarea traductoarelor de deplasare	190
9.2. Proiectarea unui traductor inductiv cu miez mobil pentru deplasări liniare	202
9.2.1. Tema de proiectare	202
9.2.2. Elaborarea schemei funcționale	203
9.2.3. Alegerea materialelor utilizate în construc- ția elementului sensibil	205
9.2.4. Alegerea formei elementului sensibil	208
9.2.5. Calculul circuitului magnetic și al impe- danțelor bobinelor	210
9.2.6. Proiectarea schemei de măsurare	228
9.2.7. Determinarea caracteristicii statice a ele- mentului sensibil și a punții de măsură	240
9.2.8. Proiectarea schemei de liniarizare	251
9.2.9. Alegerea blocurilor electronice componente ale adaptorului	266
Bibliografie	275
Cap.10. TRADUCTOARE DE NIVEL	277
10.1. Clasificarea traductoarelor de nivel	278
10.2. Proiectarea traductorului de nivel cu sondă capacitivă	285
10.2.1. Tema de proiectare	285
10.2.2. Alegerea tipului de element sensibil	286
10.2.3. Elaborarea schemei funcționale	293
10.2.4. Stabilirea parametrilor caracteristici în funcție de eroare	295
10.2.5. Proiectarea elementelor componente ale tra- ductorului capacativ de nivel cu sondă cilindrică	301

10.3. Proiectarea tranductorului numeric de nivel cu sondă capacitive	.....	313
10.3.1. Tema de proiectare	.....	313
10.3.2. Principiul măsurării numerice a nivelului; sondă capacitive discretă	.....	313
10.3.3. Elaborarea schemei funcționale	.....	316
10.3.4. Stabilirea parametrilor caracteristici în funcție de eroare	.....	318
10.3.5. Proiectarea elementului sensibil	.....	320
10.3.6. Proiectarea numărătorului decadic ND și a decodificatorului D	.....	325
10.3.7. Indicații privind proiectarea memoriei tampon MT și a dispozitivului de afisare numerică DAN	.....	329
10.3.8. Indicații privind proiectarea blocului de conversie numeric-analogică	.....	329
10.3.9. Proiectarea dispozitivului de automati- zare DA	.....	333
10.3.10. Indicații privind proiectarea generațo- rului de tact GT, amplificatorului diferen- țial AD și a formatorului de semnal FS	.....	334
Bibliografie	.....	336
ANEXA 10.1. Permitivitățile dielectrice ϵ_r la 20°C , presiune atmosferică, ale unor materiale folosite pentru izolația electro- zilor	.....	338
ANEXA 10.2. Permitivitățile dielectrice ϵ_r ale unor lichide cărora li se aplică frec- vent metoda capacitive de măsurare a nivelului	.....	338
Cap.11. TRADUCTOARE DE UMIDITATE	.....	339
11.1. Noțiuni generale despre umiditate	.....	339
11.2. Metode de măsurare a umidității	.....	340
11.2.1. Traductoare rezistive de umiditate a aerului	....	341
11.2.2. Traductoare rezistiv-capacitive de umidi- tate a aerului	.....	346
11.2.3. Traductoare capacitive de umiditate a aerului	.....	348
11.2.4. Traductoare psihrometrice de umiditate a aerului	.....	349

11.3. Proiectarea unui traductor psihometric de umiditate relativ la aerului	.....	354
11.3.1. Tema de proiectare	.....	354
11.3.2. Elaborarea schemei funcționale	.....	354
11.3.3. Alegerea elementului sensibil	.....	357
11.3.4. Proiectarea schemei de măsurare	.....	361
11.3.5. Liniarizarea caracteristicii statice a elementului sensibil și schemei de măsurare	.....	370
11.3.6. Dispozitivul de compensare	.....	380
11.3.7. Circuitul de ieșire	.....	389
11.4. Analiza performanțelor traductorului psihometric de umiditate	.....	392
Bibliografie	.....	396
Cap.12. TRADUCTOARE DE ABATERE DE FRECVENTĂ	.....	397
12.1. Clasificarea traductoarelor de abatere de frecvență	.....	400
12.2. Proiectarea traductorului de abatere de frecvență cu filtru defazor	.....	405
12.2.1. Tema de proiectare	.....	405
12.2.2. Elaborarea schemei funcționale	.....	406
12.2.3. Stabilirea regimului de tensiuni în funcție de sensibilitate	.....	408
12.2.4. Calculul rezistențelor de sarcină	.....	409
12.2.5. Proiectarea filtrului defazor	.....	410
12.2.6. Proiectarea inductanțelor în ipoteza fătorului de calitate maxim	.....	421
12.2.7. Regimul de tensiuni al traductorului	.....	425
12.2.8. Calculul punților de redresare	.....	426
12.2.9. Calculul filtrului de netezire	.....	427
12.2.10. Calculul transformatorului de alimentare și atransformatoarelor de separație	.....	427
12.2.11. Caracteristici tipice ale traductorului de frecvență cu filtru defazor	.....	432
12.3. Proiectarea traductorului de abatere de frecvență diferențial cu convertoare frecvență-tensiune	.....	434
12.3.1. Tema de proiectare	.....	434
12.3.2. Elaborarea schemei funcționale	.....	434
12.3.3. Stabilirea regimului de tensiuni în funcție de sensibilitate	.....	439

12.3.4. Proiectarea formatorului de impulsuri FI	440
12.3.5. Proiectarea circuitului inversor CInv	443
12.3.6. Proiectarea circuitului de derivare CD și a circuitului de redresare CR	444
12.3.7. Proiectarea circuitului basculant monostabil	445
12.3.8. Proiectarea etajului amplificator inversor de finală tensiune AIT	447
12.3.9. Proiectarea circuitului integrator CI	450
12.3.10. Proiectarea filtrului de netezire FN	452
12.3.11. Proiectarea amplificatorului diferențial AD	454
12.4. Proiectarea traductorului de abatere de frec- vență cu element de comparație numeric	455
12.4.1. Tema de proiectare	455
12.4.2. Elaborarea schemei funcționale	455
12.4.3. Determinarea parametrilor caracteristici în funcție de eroare	460
12.4.4. Proiectarea numărătorului modulo n $N : n$	461
12.4.5. Proiectarea divizorului programabil DP și a programatorului PR	463
12.4.6. Proiectarea numărătorului reversibil NR și a blocului de fixare a referinței FR	466
Bibliografie	468
ANEXA 12.1. Tipuri de tole E + I	469
ANEXA 12.2. Conductoare Cu-email folosite pentru bobinaje	470

Lei 24,30