

Gabriel Ionescu
Valentin Sgârciu
Horia Mihai Moțit
Radu Dobrescu
Cezar Stamate

TRADUCTOARE PENTRU AUTOMATIZĂRI INDUSTRIALE

Volumul 2

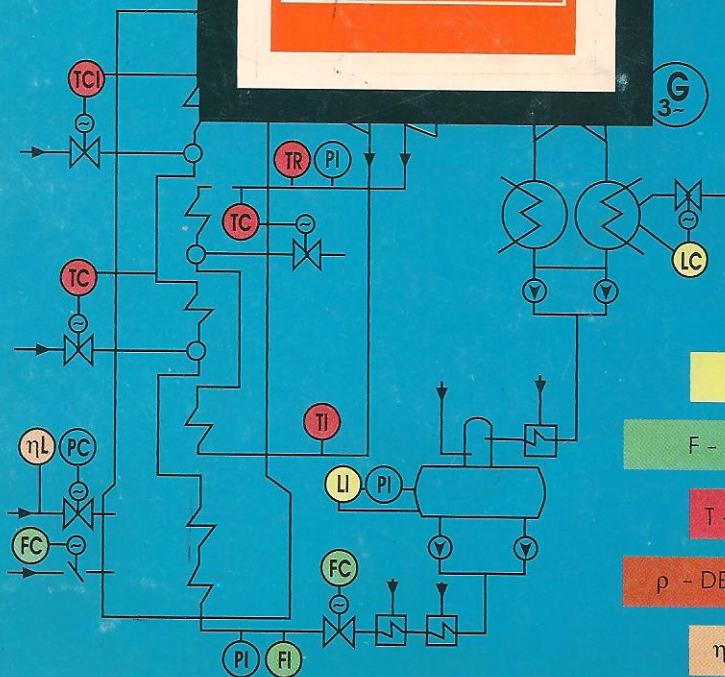
AUTOMATICA

ELECTRONICA

INFORMATICA

MANAGEMENT

SERIA PRACTICĂ



L - NIVEL

F - DEBIT

T - TEMPERATURĂ

ρ - DENSITATE

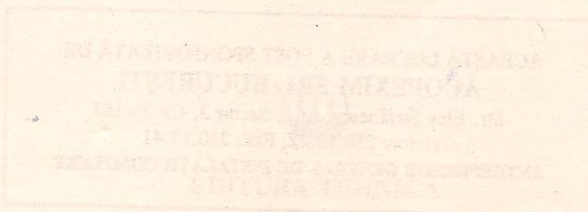
η - VISCOZITATE

AUTOMATICA
ELECTRONICA
INFORMATICA
MANAGEMENT



Ciclul
MANUALUL INGINERULUI
AUTOMATIST

TRADUCTOARE PENTRU AUTOMATIZĂRI INDUSTRIALE Vol. 2



TRANSDUCERS FOR INDUSTRIAL CONTROL

of discussing transducers measuring the quantities mentioned.

The transducers analysed here are those mostly employed for the control of level, flow, temperature, density and viscosity.

This selection was performed according to the criterion that all of the above mentioned quantities are specific to the class of technological processes characterised by the transfer of high amounts of mass and energy, and consequently their dynamic is very slow. The pressure transducers are discussed in the last chapter of the first volume.

This book is aimed to provide useful information, in order to help out jobs in planning, mounting and operating industrial automation.

Taking into account the large variety of transducers existing on the market, a peculiar attention was paid to organise the presentation. In this respect in each chapter, after a brief definition of the quantity to which is dedicated the transducer, the operating principles of the different type of transducers are discussed, and their performances and area of application are outlined. In order to facilitate the choosing the best suited transducer for a specific application, a selection of transducers fabricated by well-known companies along with their main features are given. Also some hints about the choosing procedure are included.

The flow and temperature transducers are the most frequently needed in process control and therefore a great number of different type transducers are encountered. For this reason the corresponding chapters in the book have a greater extension than the others.

During the past two decades many improvements in industrial automation have been achieved by introducing computer control systems. In order to take full advantage of these powerful systems more accurate and reliable information about the process is necessary and following new types of transducers fitted on these systems were developed. These kind of transducers are also presented in the book, in balance with the classical ones which are operating with good results and are fabricated on a large scale.

Contents: 1 Transducers for level. 2 Transducers for flow. 3 Transducers for temperature. 4 Transducers for density. 5 Transducers for viscosity.

ACEASTĂ LUCRARE A FOST SPONSORIZATĂ DE:
ACOPEXIM SRL BUCUREȘTI

Str. Elev Ștefănescu, nr.1, Sector 2, CP 39-167
Telefon: 250.13.42; Fax: 250.13.41

ANTREPRENOR GENERAL DE INSTALAȚII COMPLEXE

Prof.dr.ing. Gabriel Ionescu
Prof.dr.ing. Valentin Sgârciu
Ing. Horia Mihai Moțit
Prof.dr.ing. Radu Dobrescu
Ing. Cezar Stamate

TRADUCTOARE PENTRU AUTOMATIZĂRI INDUSTRIALE

Volumul 2

Coordonator:
Prof.dr.ing. Gabriel Ionescu



EDITURA TEHNICĂ
București - 1996

Adresa: **EDITURA TEHNICĂ**

Piața Presei Libere, 1

33 București, România

Cod: 71341

Contribuția autorilor:

Prof.dr.ing. **G. Ionescu** - cap.1 (1.1), cap.2 (2.1; 2.2; 2.7.10), cap.3 (3.1; 3.2; 3.3; 3.6; 3.7.1; 3.7.4; 3.8.2; 3.9; 3.10.2; 3.11)

Prof.dr.ing. **V. Sgârciu** - cap.1 (1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6), cap.3 (3.4; 3.5; 3.7.2; 3.7.3; 3.8.1; 3.10.1)

Ing. **H. M. Mojit** - cap.2 (2.3; 2.4; 2.5; 2.6; 2.7; 2.8; 2.9; 2.10)

Prof.dr.ing. **R. Dobrescu** - cap.4; cap.5

Ing. **C. Stamate** - cap.4; cap.5

Tematica: **BIBLIOTECA DE AUTOMATICĂ, INFORMATICĂ, ELECTRONICĂ, MANAGEMENT**

Seria: **PRACTICA**

Redactor fondator: **Paul Zamfirescu**

Redactori: ing. **Vasile Buzatu**, ing. **Mircea Grosu**

Tehnoredactor: **Nicoleta Negoită**

Coperta: **Simona Dumitrescu**

Editare computerizată (coordonare): prof.dr.ing. **V. Sgârciu**

Bun de tipar: 24.04.1996 Coli de tipar: 29,25

C.Z.U.: 621.3.083.8.

ISBN: 973-31-0789-1

ISBN: 973-31-0807-3

Tipărit: **Semne**

Cuprins

1. TRADUCTOARE DE NIVEL	 11
1.1. Noțiunea de nivel în aplicații industriale	 11
1.2. Traductoare de nivel pentru lichide	 18
1.2.1. Traductoare de nivel cu plutitor	 18
1.2.2. Traductoare de nivel funcționând pe principiul presiunii hidrostatice	 23
1.2.3. Traductoare de nivel cu imersor	 26
1.2.4. Traductoare de nivel ultrasonice	 29
1.2.5. Traductoare de nivel cu radiații	 32
1.2.6. Traductoare de nivel bazate pe proprietăți electrice	 35
1.2.7. Alte tipuri de traductoare de nivel pentru lichide	 46
1.3. Traductoare de nivel pentru substanțe granulare și pulverulente	 48
1.3.1. Principii funcționale	 48
1.3.2. Traductoare de nivel cu sondă palpatoare	 48
1.3.3. Traductoare de nivel cu sondă capacitivă	 50
1.3.4. Sesizoare de nivel pentru substanțe granulare și pulverulente	 53
1.4. Tipuri industriale de traductoare de nivel	 55
1.5. Aplicații industriale tipice ale traductoarelor de nivel	 62
1.6. Verificarea/calibrarea traductoarelor de nivel	 64
<i>Bibliografie</i>	 68
2. TRADUCTOARE DE DEBIT ȘI CANTITATE DE MATERIAL	 69
2.1. Considerații generale	 69
2.2. Bazele fizice ale măsurării debitului și cantității de fluid	 70
2.2.1. Debitul de fluid	 70
2.2.2. Cantitatea de fluid	 72
2.2.3. Unitățile de măsură ale debitului de fluid	 72
2.2.4. Factorii de influență	 73
2.3. Structura unitară a traductoarelor de debit și de cantitate de fluid	 80
2.3.1. Traductoare convenționale (cu un singur bloc primar)	 80
2.3.2. Traductoare complexe	 86
2.4. Sinteza și clasificarea unitară a traductoarelor de debit și cantitate de fluid	 90
2.4.1. Criteriile de sinteză unitară a traductoarelor de debit	 90
2.4.2. Clasificarea unitară a traductoarelor de debit	 93
2.5. Traductoare directe de debit și cantitate de fluid	 93
2.5.1. Traductoare directe de debit cu evacuare discontinuă	 96
2.5.2. Traductoare de debit directe cu evacuare continuă	 98
2.6. Traductoare de debit indirecte cu secțiune de măsurare cu arie constantă și piese în mișcare	 127
2.6.1. Traductoare cu morișcă acționată parțial	 127
2.6.2. Traductoare cu elice (turbină) acționată integral	 128
2.6.3. Traductoare de debit cu bilă rotitoare	 142
2.6.4. Traductoare de debit cu imersor oscilant	 144

2.6.5. Traductoare de debit masic cu secțiunea de măsurare imobilă având caracteristica "debit-deplasare" .	 145
2.7. Traductoare indirecte cu secțiune de măsurare constantă, fără piese în mișcare	 151
2.7.1. Traductoare cu rezistență fluidică locală	 151
2.7.2. Traductoare "target"	 166
2.7.3. Traductoare cu jet turbionat	 168
2.7.4. Traductoare electromagnetice	 175
2.7.5. Traductoare cu ionizare	 180
2.7.6. Traductoare termice	 183
2.7.7. Traductoare cu rezonanță magnetică nucleară (RMN)	 186
2.7.8. Traductoare cu trasori	 188
2.7.9. Traductoare optice (laser)	 193
2.7.10. Traductoare de fluid cu ultrasunete	 195
2.8. Traductoare indirecte cu secțiune de măsurare cu arie variabilă pentru conducte închise	 204
2.8.1. Considerente preliminare	 204
2.8.2. Traductoare cu arie variabilă și imersor nearticulat (rotametre)	 205
2.8.3. Traductoare cu arie variabilă și imersor articulat (traductoare cu clapă)	 212
2.9. Traductoare de debit pentru canale deschise	 215
2.9.1. Traductoare cu rezistență hidrolică	 215
2.9.2. Traductoare cu măsurarea combinată a vitezei lichidului și aria secțiunii de măsurare	 222
2.9.3. Traductoare de debit cu injectare de substanță	 223
2.10. Traductoare de debit complexe	 226
2.10.1. Traductoare multiinserție pentru conducte închise	 226
2.10.2. Traductoare cu două blocuri primare în by-pass	 231
<i>Bibliografie</i>	 234
3. TRADUCTOARE DE TEMPERATURĂ	 237
3.1. Considerații introductive. Definiții	 237
3.2. Scări de temperatură. Unități de măsură	 238
3.3. Principiile funcționale ale traductoarelor de temperatură. Clasificări	 242
3.4. Traductoare de temperatură cu contact bazate pe efecte termomecanice	 246
3.4.1. Traductoare de temperatură bazate pe principiul dilatării corpurilor	 247
3.4.2. Traductoare de temperatură manometrice	 255
3.5. Traductoare de temperatură cu contact bazate pe efecte termoelectrice	 260
3.5.1. Traductoare de temperatură cu termocupluri	 261
3.5.2. Traductoare de temperatură cu elemente sensibile rezistive	 297
3.5.3. Traductoare de temperatură cu dispozitive semiconductoare	 316
3.6. Traductoare de temperatură fără contact	 322
3.6.1. Legile radiației termice	 322
3.6.2. Transmiterea și detecția radiației termice	 327
3.6.3. Clasificarea traductoarelor de temperatură fără contact	 328
3.6.4. Pirometre de radianță integrală	 329
3.6.5. Pirometre de radianță spectrală	 341

3.6.6. Pirometre de radianță parțială	 354
3.6.7. Pirometre de raport	 356
3.7. Utilizarea traductoarelor de temperatură pentru măsurarea cantității de căldură. Contoare de energie termică	 364
3.7.1. Principiul contoarelor de energie termică	 364
3.7.2. Contorizarea energiei termice utilizând elemente ale sistemelor de reglare unificate	 368
3.7.3. Contor de energie termică cu echipament de prelucrare analogică integrat	 370
3.7.4. Contor de energie termică utilizând detectoare de debit cu ultrasunete asociate cu sisteme de tip microcalculator	 372
3.8. Verificarea traductoarelor de temperatură	 375
3.8.1. Verificarea traductoarelor de temperatură cu contact	 375
3.8.2. Verificarea traductoarelor de temperatură fără contact (pirometre)	 380
3.9. Traductoare de temperatură speciale. Tendințe în dezvoltarea de noi tipuri	 385
3.9.1. Traductoare de temperatură cu cuarț	 386
3.9.2. Traductoare de temperatură bazate pe zgomotul termic	 392
3.10. Tipuri industriale de traductoare de temperatură	 393
3.10.1. Tipuri industriale de traductoare de temperatură cu contact	 398
3.10.2. Tipuri industriale de temperatură fără contact	 413
3.11. Alegerea traductoarelor de temperatură	 416
<i>Bibliografie</i>	 419
4. TRADUCTOARE DE DENSITATE	 420
4.1. Densitatea - mărime semnificativă pentru caracterizarea materialelor	 420
4.2. Clasificarea traductoarelor de densitate	 422
4.3. Traductoare de densitate pentru lichide	 424
4.3.1. Traductoare tip balanță de densitate	 424
4.3.2. Traductoare de densitate de tip hidraulic	 425
4.3.3. Traductoare de densitate bazate pe principiul arhimedic	 426
4.3.4. Traductoare de densitate cu radiații	 433
4.3.5. Traductoare de densitate cu corp vibrant	 435
4.4. Traductoare de densitate pentru gaze	 436
4.4.1. Traductoare de tip static	 436
4.4.2. Traductoare de tip ascensional	 436
4.4.3. Traductoare de tip dinamic	 438
4.5. Traductoare de densitate industriale	 439
4.5.1. Traductoare de densitate pentru lichide	 439
4.5.2. Traductoare de densitate pentru gaze	 440
4.5.3. Traductoare industriale de densitate produse în țară	 444
<i>Bibliografie</i>	 445
5. TRADUCTOARE DE VISCOZITATE	 446
5.1. Viscositatea - mărime esențială pentru caracterizarea curgerii fluidelor	 446
5.1.1. Definiția viscozității	 446
5.1.2. Dimensiunile viscozității și unitățile de măsură	 448
5.1.3. Tipuri de viscozitate	 448

5.2. Principii de măsurare a viscozității	 449
5.2.1. Principiul curgerii prin capilare	 450
5.2.2. Principiul curgerii laminare în jurul unor corpuri în mișcare	 450
5.2.3. Principiul curgerii nestaționare în jurul unui corp oscilant	 452
5.2.4. Principiul corpurilor vibrante	 453
5.2.5. Concluzii. Clasificarea traductoarelor	 453
5.3. Traductoare de viscozitate cu capilar	 455
5.3.1. Elemente sensibile	 456
5.3.2. Incinte viscozimetrice capilare	 456
5.3.3. Circuitul de adaptare	 457
5.4. Traductoare de viscozitate cu corpuri căzătoare	 457
5.4.1. Elemente sensibile	 458
5.4.2. Circuite de adaptare	 459
5.5. Traductoare de viscozitate cu corpuri în rotație	 460
5.5.1. Clasificarea traductoarelor cu corpuri rotaționale	 460
5.5.2. Elemente sensibile	 463
5.5.3. Circuite de adaptare	 463
5.6. Traductoare cu corpuri oscilante	 464
5.6.1. Elemente sensibile	 464
5.6.2. Circuite de adaptare	 465
5.7. Traductoare de viscozitate cu corpuri vibrante	 466
5.7.1. Elemente sensibile	 466
5.7.2. Circuite de adaptare	 466
5.8. Traductoare industriale de viscozitate	 468
Bibliografie	 468

Capitolele cuprinse în volumul 1:

Capitolul 1 Rolul și locul traductoarelor în sistemele automate
Capitolul 2 Caracteristicile și performanțele generale ale traductoarelor
Capitolul 3 Componentele principale ale traductoarelor. Elemente sensibile și adaptoare
Capitolul 4 Principii generale de alegere a traductoarelor
Capitolul 5 Traductoare pentru mărimi electrice
Capitolul 6 Traductoare de radiații
Capitolul 7 Traductoare pentru mărimi geometrice
Capitolul 8 Traductoare de viteză
Capitolul 9 Traductoare de vibrații și accelerații
Capitolul 10 Traductoare pentru forțe și momente
Capitolul 11 Traductoare de presiune

Acest al doilea volum al lucrării **TRADUCTOARE PENTRU AUTOMATIZĂRI INDUSTRIALE**, păstrând modul în care a fost conceput și redactat primul volum, este structurat pe cinci capitole în cadrul cărora sunt tratate următoarele mărimi: *nivel, debit, temperatură, densitate și vâscozitate*. Selectarea mărimilor menționate, în primul rând a nivelului, debitului și temperaturii, a avut în vedere asigurarea unei anumite coerențe, în sensul că ele reprezintă parametrii reglați pentru procesele tehnologice care implică transferuri importante de masă și energie, denumite și *procesele lente* datorită constantelor mari de timp care caracterizează regimul lor dinamic. Traductoarele de presiune, specifice de asemenea multor procese lente, au fost expuse în ultimul capitol al primului volum.

Ținând cont de faptul că lucrarea se adresează în principal utilizatorilor, în cadrul fiecărui capitol se face o succintă definiție a mărimii respective, după care sunt prezentate tipurile semnificative de elemente sensibile și adaptoarele asociate. Un accent puternic este pus pe evidențierea performanțelor și domeniilor de utilizare cele mai frecvent întâlnite în automatizările industriale. Prin acest mod de tratare și prin includerea, sub o formă sintetică, în fiecare capitol a celor mai reprezentative traductoare produse în țară și în străinătate, volumul cuprinde un material bogat și bine sistematizat.



EDITURA TEHNICĂ

Capitolele destinate traductoarelor de debit și temperatură au o extindere sensibil mai mare decât celelalte dat fiind marea varietate de tipuri necesare pentru a corespunde unor game dinamice largi ale mărimilor respective, cât și unei mari diversități de cerințe impuse de aplicații.

În sensul precizărilor precedente acest al doilea volum are menirea de a întregi conținutul celui dintâi astfel încât, într-o manieră unitară, lucrarea **TRADUCTOARE PENTRU AUTOMATIZĂRI INDUSTRIALE** - vol. 1 și 2 - să constituie un manual ingineresc util în activitatea de concepție-proiectare, respectiv în cea de montaj-exploatare, adresat nu numai automatistilor ci și tehnologilor care se confruntă adesea cu probleme de măsurare și automatizare.

ISBN: 973-31-0789-1

ISBN: 973-31-0807-3

LEI 16000