

(12)

## CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2020 00774**

(22) Data de depozit: **24/11/2020**

(41) Data publicării cererii:  
**30/05/2022** BOPI nr. **5/2022**

(71) Solicitant:  
• **MOTIT HORIA MIHAI, STR.IRIMICULUI,  
NR.3, BLOC 3, SC.4, ETAJ 7, AP.114,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **MOTIT HORIA MIHAI, STR.IRIMICULUI,  
NR.3, BLOC 3, SC.4, ETAJ 7, AP.114,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(74) Mandatar:  
**STRENC SOLUTIONS FOR INNOVATION  
S.R.L., STR.LUJERULUI NR.6, BL.100,  
SC.B, ET.3, AP.56, SECTOR 6, BUCUREȘTI**

### (54) DEBITMETRU CU REACȚIE FĂRĂ PIESE MOBILE CU CONFIGURAȚIE INDIVIDUALĂ ÎN BY-PASS ȘI RESPECTIV EXTINSĂ ȘI METODĂ DE MĂSURARE A DEBITULUI ÎN BAZA ACESTUIA

#### (57) Rezumat:

Invenția se referă la noi soluții tehnice pentru măsurarea debitului cu ajutorul unor debitmetre cu configurații individuale, în by-pass sau extinse. Toate configurațiile utilizează un sistem de generare a forței de reacție, în vederea măsurării ei, configurat prin asocierea dintre un Bloc de Referință (BR), realizat de un tub orizontal fix, de intrare în debitmetru a fluidului de măsurat, și un Bloc Sensibil (BS), cuplat mobil cu acesta și realizat de un tub curbat la 90°, numit tub de reacție. Cuplearea mecanică a acestor tuburi este efectuată printr-un arbore amplasat vertical, pe capătul de acces al fluidului în tubul de reacție, asigurându-se potențiala mobilitate de rotație a acestuia în raport cu axa arborelui. Este asigurată implicit și cuplearea fluidică a acestor tuburi, ieșirea tubului fix fiind plasată în interiorul orificiului de intrare în tubul de reacție, preluându-se debitul de măsurat care generează o forță de reacție, proporțională cu acesta. Succesiv sunt prezentate configurațiile debitmetrelor individuale cu dependență neliniară între debit și mărimea de ieșire, măsurată prin efectele ei, și anume moment, presiune, forță de apăsare, a celor cu liniarizarea acestei dependențe, precum și a celor tip by-pass, respectiv a debitmetrelor cu structura extinsă.

Revendicări: 11  
Figuri: 9

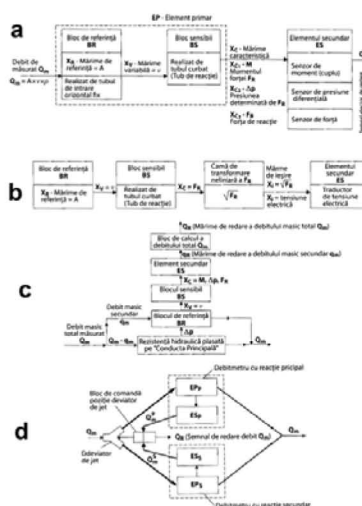


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



## Debitmetru cu reactie fara piese mobile cu configuratie individuala, in by-pass

si respectiv extinsa, si metoda de masurarea debitului in baza acestuia

Invenția are ca obiect definirea și aplicarea de noi solutii tehnice pentru măsurare a debitului cu ajutorul unor aparate constand in configuratii individuale, in by-pass sau extinse de debitmetre cu reactie fara piese mobile, utilizabile în măsurarea debitelor oricaror fluide (lichide, gaze, abur), pentru intervale extinse de masurare a acestora corelate cu valori optime ale preciziei de masurare si cu asigurarea unor valori scăzute ale costurilor de achizitie, instalare si mentenanta, datorită simplității configurației traseului de curgere a fluidului prin debitmetru.

Se cunoaste din brevetul European EP 3364159B1 o metoda asistata de calculator pentru sinteza si proiectare unitara a debitmetrelor si combinatilor de debitmetre, al carei algoritm permite configurarea practic a oricarui nou tip de debitmetre si combinatii de debitmetre, si confirmat deja de toate cele cunoscute in prezent prin interconectarea succesiv, conform unei matrici originale de criterii logice, a unor blocuri functionale originale de baza, identificate de autor.

Metoda prezentata are avantajul ca a permis fundamentarea si definirea unei noi categorii de debitmetre , numite cu reactie, dar fiind o metoda teoretica are desigur dezavantajul ca nu poate prezenta o structura constructiva concreta a acestor tipuri de debitmetre.

Din documentul de brevet CBI a 00497 2018 se cunoaste atat metoda de masurarea a debitului prin actiunea unei forte de reactie cat si aplicarea acesteia in constructia si realizarea de debitmetre cu piese in miscare.

Dezavantajele solutiilor de debitmetre cu reactie cu piese mobile indicate in stadiul tehnicii , constau într-o complexitate mai crescuta a realizarii si imbinarii componentelor debitmetrului și implicit in cresterea costurilor de realizare si utilizare a acestor tipuri de debitmetre. In plus, existenta unor piese in miscare conduce, prin aceasta solutie constructuve de principiu, la scaderea duratei de viata a debitmetrului in ansamblu.

Din documentul de brevet EP 19020006 A1 sunt cunoscute de asemenea si debitmetre cu reactie fara piese mobile, bazate fie pe masurarea directă, în fluid, a cuplului de reacție, fie prin preluarea prin cuplaj magnetic și măsurarea cuplului de reacție în exteriorul fluidului, respectiv prin măsurarea forței de reacție, prin măsurarea diferențială a presiunii de apăsare pe care o produce.

Solutiile prezentate nu epuizeaza insa posibilitatile functionale si constructive ale debitmetrelor fara piese mobile si in plus au limite in asigurarea maximizarii valorii raportului dintre debitul maxim si cel minim masurat de debitmetru, corelate optim cu minimizarea intervalului de variatie a valorilor maxime admisibile ale erorii de masurare ale acestuia. In plus, solutiile prezentate nu ofera posibilitatea extensiei intervalului de masurare a debitmetrelor, cu implicatiile aferente privind imbunatatirea preciziei de masurare.

Problema tehnică rezolvată de prezenta invenție constă în definirea de noi tipovariante de debitmetre fara piese mobile, atat bazate pe o relatie neliniara intre debit si marimea lor de iesire , atunci cand forta de reactie generata este utilizata

ca marime de iesire fiind masurata in consecinta, finalizate prin configuratii individuale sau cuplate corelat, cat si pe o relatie liniara intre debit si marimea lor de iesire ,prin transformare neliniara a fortei de reactie intr-o alta marime, care devine marimea de iesire a debitmetrului, rezultand astfel dependenta liniara a acesteia fata de debit. Astfel se asigura un optim functional prin cresterea valorii raportului dintre debitul maxim si cel minim masurat de debitmetru, corespunzator unei game optime a valorilor preciziei, redata de valorile maxime admisibile ale erorii de masurare a acestuia.

Debitmetrele cu reactie conform inventiei sunt considerate fără piese in miscare, deoarece funcțional implică o deplasare unghiulară a tubului de reactie practic insignifiantă (in general de numai  $0,2^{\circ}$  ..... $0,6^{\circ}$ ).

Aceste debitmetrele au de asemenea caracteristica constructivă comună că racordurile lor de intrare și ieșire sunt colineare.

Debitmetrul cu reactie fara piese în mișcare, conform invenției este format, in structura individuala, dintr-un Element Primar constituit din asocierea dintre un Bloc de referință BR, realizat sub forma unui tub fix orizontal de acces, si un Bloc Sensibil BS realizat ca un tub cvasiimobil curbat, si respectiv un Element Sensibil ES, realizat, fie ca un senzor de moment al fortei, fie ca un senzor de presiune diferentială, fie ca un senzor de forta.

Acest tub cvasiimobil curbat este denumit conform invenției element de reactie imobil, iar debitmetrul realizat în baza metodei in această configuratie, este denumit debitmetru cu reactie fara piese in miscare. Aceste debitmetre cu reactie, in configuratie individuala, utilizeaza o dependență functionala neliniară între debitul masic măsurat  $Q_m$  și forța de reactie  $F_R$  pe care acesta o generează asupra unui element de reactie, materializat prin „tubul de reactie”, care ramane practic imobil în timpul măsurării debitului masic In functie de tipul de senzor si de modul de masurare a fortei  $F_R$ , debitmetrul fara piese in miscare, care utilizeaza ca marime de iesire forta  $F_R$ , ce variaza nelinear cu debitul, este realizabil cu masurarea momentului fortei  $F_R$ , cu masurarea diferentiala a  $F_R$ , (cu un senzor de  $\Delta p$ ), si cu masurarea directa a fortei  $F_R$ , in doua solutii functionale distincte respectiv , prin echilibrarea electromagnetica a  $F_R$ , sau cu o celula de sarcina cu senzor tip tensorezistiv.

Debitmetrul cu reactie conform inventiei, are in vedere si o solutie tehnica avand relatia liniara de dependenta „marimea de iesire obtinuta prin transformarea ne lineara a fortei de reactie  $F_R$  - debit masurat”,

realizata prin intermediul unei came de transformare neliniara a fortei  $F_R$  in marime de iesire astfel incat dependenta dintre marimea de iesire si debitul masurat  $Q_m$  se liniarizeaza.

O alta configuratie privind debitmetrele cu reactie fara piese in miscare, este de tip by-pass, cu dependenta neliniara „marime de iesire - debit masurat”. Aceasta solutie prevede amplasarea unui debitmetru cu reactie fara piese in miscare pe o conducta secundara, in paralel cu o conducta principala prevazuta cu o rezistenta fluidica. Conducta secundara are un diametru semnificativ mai mic fata de cel al conductei principale.

Prin stabilirea relatiei dintre debitele de fluid trecute prin cele doua conducte, configuratia asigura, prin masurarea efectiva a unui mic debit secundar de catre debitmetrul cu reactie aferent, determinarea prin calcul al debitului total masurat.

O ultima solutie este data de o configurare sub forma unei conexiuni si corelari funcționale speciale, între două debitmetre de reacție neliniare, care au cele două intervale de masurare a debitului astfel corelate încât, valorile unuia sunt în continuarea celuilalt, cu o suprapunere foarte mică între ele.

Conform algoritmului pe care îl are stocat, un bloc electronic al debitmetrului comanda comutarea, cu un deviator de jet, a curgerii fluidului prin debitmetrul principal, aferent ramurii cu diametrul mare sau prin diametrul secundar aferent ramurii cu diametrul mic.

În acest fel, se realizează o extindere importantă a intervalului total de masurare al debitului al acestui tip de debitmetre și, în consecință, aceste debitmetre sunt denumite „debitmetre de reacție extinse”.

Se dau în continuare mai multe exemple de realizare a debitmetrului cu reacție fara piese în miscare în legatura si cu figurile 1—9 care reprezintă:

- fig.1 -Schema de principiu a unui debitmetru cu reacție : a) -în configuratie individuala cu dependenta neliniara marime de iesire – debit masurat ; b) -în configuratie individuala cu dependenta lineara marime de iesire – debit masurat ; c)-în configuratie tip by-pass; d) –în configuratie extinsa;
- fig.2 -Debitmetru cu reacție cu măsurarea directă, în fluid, a cuplului de reacție: a) sectiune longitudinala; b) sectiune cu un plan A-A; c) vedere laterala
- fig.3 -Debitmetrul cu reacție cu preluarea prin cuplaj magnetic și măsurarea cuplului de reacție în exteriorul fluidului: a) sectiune longitudinala; b) sectiune cu un plan A-A
- fig.4- Debitmetrul cu reacție cu măsurarea forței de reacție,prin măsurarea diferențială a presiunii de apăsare pe care o produce: a) sectiune longitudinala; b) sectiune cu un plan A-A
- fig. 5- Debitmetrul cu reacție cu masurarea fortei de reacție prin echilibrare electromagnetica: a) sectiune longitudinala; b) sectiune cu un plan A-A
- fig. 6- Debitmetru cu reacție cu dependenta liniara între marimea de iesire si debitul masurat: a) sectiune longitudinala orizontala; b) sectiune cu un plan A-A; c) vedere de sus
- fig.7 –Schema structurala a debitmetrului cu reacție tip by-pass
- fig.8- Debitmetru cu reacție în structura extinsa, cu masurarea fortei de împingere de iesire, prin echilibrare electromagnetica;
- fig. 9- Debitmetrului cu reacție în structura extinsa, cu masurarea diferentiaa a fortei de împingere de iesire;

Conform Fig.1 a, debitmetrul cu reacție fara piese în mișcare, conform invenției este format, în structura individuala, dintr-un Element Primar constituit din asocierea dintre un Bloc de referință BR, realizat sub forma unui tub fix orizontal de acces , si un Bloc Sensibil BS realizat ca un tub cvasiimobil curbat, si respectiv un Element Sensibil ES, realizat, fie ca un senzor de moment al fortei, fie ca un senzor de presiune diferentiaa, fie ca un senzor de forta.

Tubul cvasiimobil curbat este denumit conform invenției element de reacție imobil, iar debitmetrul realizat în baza metodei în această configuratie, este denumit debitmetru cu reacție fara piese în miscare. Aceste debitmetre cu reacție, în configuratie individuala, utilizeaza o dependență functionala neliniară între debitul

masic măsurat  $Q_m$  și forța de reacție  $F_R$  pe care acesta o generează asupra unui element de reacție, materializat prin „tubul de reacție”, care ramane practic imobil în timpul măsurării debitului masic, conform relației:

$$F_R = k \times \rho^{-1} \times Q_m^2$$

unde:

$F_R$  - forța de reacție (marime măsurată, fiind utilizată ca marime de ieșire a debitmetrului)

$Q_m$  - debitul masic de măsurat (marime de intrare a debitmetrului)

$k$  – constantă

$\rho^{-1}$  -densitatea fluidului măsurat

Conform invenției, în funcție de tipul de senzor și de modul de măsurare a forței  $F_R$ , debitmetrul fără piese în mișcare, care utilizează ca marime de ieșire forța  $F_R$ , ce variază nelinier cu debitul, este realizabil cu măsurarea momentului forței  $F_R$ , cu măsurarea diferențială a  $F_R$ , prin intermediul unui senzor de  $\Delta p$ , și cu măsurarea directă a forței  $F_R$ , în două soluții funcționale distincte respectiv, prin echilibrarea electromagnetica a  $F_R$ , sau cu o celulă de sarcină cu senzor tip tensorezistiv.

Debitmetrul cu reacție conform invenției, are în vedere și o soluție tehnică având relația liniară de dependență „marimea de ieșire obținută prin transformarea neliniară a forței de reacție  $F_R$  - debit măsurat”,

realizată prin intermediul unei căme de transformare neliniară a forței  $F_R$  în marimea de ieșire  $X_1 = F_R^{1/2}$ .

Astfel, dependența dintre marimea de ieșire  $X_1$  și debitul măsurat  $Q_m$  este liniară respectiv conform relației:  $X_1 = (k_1 \times \rho^{-1}) \times Q_m$

O altă configurație privind debitmetrele cu reacție fără piese în mișcare, este de tip by-pass, cu dependență neliniară „marime de ieșire - debit măsurat”. Această soluție prevede amplasarea unui debitmetru cu reacție fără piese în mișcare pe o conductă secundară, în paralel cu o conductă principală prevăzută cu o rezistență fluidică. Conducta secundară are un diametru semnificativ mai mic față de cel al conductei principale.

Prin stabilirea anterioară a relației dintre debitele de fluid trecute prin cele două conducte, această configurație asigură, prin măsurarea efectivă a unui mic debit secundar de către debitmetrul cu reacție aferent, determinarea prin calcul al debitului total măsurat.

O ultimă soluție este dată de o configurație sub forma unei conexiuni și corelări funcționale speciale, între două debitmetre de reacție neliniare, care au cele două intervale de măsurare a debitului astfel corelate încât, valorile unuia sunt în continuarea celuilalt, cu o suprapunere foarte mică între ele.

Conform algoritmului pe care îl are stocat, un bloc electronic al debitmetrului comandă comutarea, cu un deviator de jet, a curgerii fluidului prin debitmetrul principal, aferent ramurii cu diametrul mare sau prin diametrul secundar aferent ramurii cu diametrul mic.

În acest fel, se realizează o extindere importantă a intervalului total de măsurare al debitului al acestui tip de debitmetre și, în consecință, aceste debitmetre sunt denumite „debitmetre de reacție extinse”.

Un prim exemplu de realizare de debitmetru fara piese in miscare, bazat pe o relatie functionala nelineara de dependenta intre forta de reactie si debit, are in vedere un debitmetru cu reactie cu masurarea directa in fluid a cuplului de reactie (fig. 2a,b,c).

Fluidul de măsurat intră în debitmetru printr-un racord de intrare 1 și își continuă curgerea printr-un tub de reacție 2, trecând prin cupla sferică realizată dintr-un ajutoraj (calota sferică) 3 aparținând racordului de intrare 1 și un ajutoraj (calota sferică) 4 aparținând tubului de reacție 2.

Fluidul parcurge apoi tubul de reacție 2, care este îndoit la celălalt capăt cu  $90^\circ$ , și se termină cu un ajutoraj convergent. Fluidul ieșit din tubul de reacție 2 este preluat de un racord de ieșire 5 prin care este evacuat din debitmetru.

Racordul de ieșire 5 preia fluidul printr-un ajutoraj larg convergent, astfel să nu incomodeze tubul de reacție 2, la foarte mica sa rotire funcțională.

Racordurile 1 și 5 sunt fixate rigid și etanș față de carcasa 6 a debitmetrului, având axele lor de simetrie coliniare, pe aceeași orizontală.

Echidistanțarea radială dintre ajutorajul (calota sferică) 3 de ieșire din racordul de intrare 1 și ajutorajul (calota sferică) 4 de intrare în tubul de reacție 2 este realizată constructiv de doua bosaje 7 aferente calotei sferice 4 a tubului de reacție 2.

Bosajele 7, sunt cilindrice, și sunt plasate în plan vertical, sus și jos în jurul unui ax vertical 65 (conform fig.2). In situații deosebite, bosajele 7 pot fi înlocuite cu o coroană circulară continuă de-a lungul circumferinței interioare a calotei sferice 4.

Bosajele 7 au o înălțime foarte mică și un diametru exterior mic, asigurând diminuarea la minim a frecării de contact dintre ajutorajul (calota sferică 3) a racordului de intrare 1 și ajutorajul (calota sferică 4) a tubului de reacție 2.

Poziționarea riguros concentrică a celor două calote sferice 3 și 4 se realizează printr-un ax metalic 8.

Calota sferică 3 a racordului de intrare 1 este prevăzută cu două găuri circulare poziționate vertical, diametral opuse, având diametrul foarte puțin mai mare decât cel al axului 8, pentru asigurarea jocului minim față de acesta.

Racordul de intrare 1 se montează rigid față de carcasa 6, astfel ca axa centrelor celor două găuri să fie în poziție perfect verticală.

Calota sferică 4 a tubului de reacție 2 este prevăzută, la partea sa superioară, cu o gaură circulară având același diametru cu cel al celor două găuri practicate diametral opus în calota sferică 3.

Diametral opus acestei găuri, calota 4 este prevăzută cu o gaură infundată, având același diametru cu cel al celor trei găuri descrise mai sus.

Poziționarea riguroasă a tubului de reacție 2 față de racordul de intrare 1 se asigură prin poziționarea riguros concentrică, a calotelor sferice 3 și 4, realizată prin poziționarea riguroasă pe aceeași verticală a găurii superioare a calotei 3 cu axul 8. In această situație axul 8, trece lejer atât prin această gaură cât și prin cealaltă gaură existentă în calota 3, la partea sa inferioară și diametral opusă găurii superioare, axul ocupând în final complet gaura infundată existentă în partea inferioară a calotei 4 a tubului de reacție 2.

Conform fig. 3 poziționarea spațială (x,y,z) între cele două calote 3 și 4 este astfel riguros asigurată. Apoi, prin înfiletarea unei piulițe 9 pe bosajul exterior superior al tubului de reacție 2, se asigură blocarea permanente a axului 8 în această poziție.

Printr-o pana 10, axul de măsurare 11 al traductorului de cuplu 12 fiind blocat rigid față de tubul de reacție 2 respectiv de bosajul său exterior cu care este prevăzut și la partea sa inferioară, preia integral cuplul de rotire al tubului 2.

Măsurarea corectă a acestui cuplu se asigură prin blocarea rotirii unui traductor de cuplu 12, prin blocarea axului său de sprijin 13, față de carcasa 6 a debitmetrului cu o pana 14, poziționată între acesta și suportul 15 care, la rândul său, este fixat rigid față de carcasa 6 prin niste șuruburi 16.

Carcasa 6 a debitmetrului este închisă de un capac 17, care asigură etanșeitatea debitmetrului prin strângerea unei garnituri 18 cu niste șuruburi 19 în piulițele 20.

Funcțional, forța de reacție  $F_R$  dezvoltată de debitul  $Q_m$ , la ieșirea din tubul de reacție, determină cuplul (momentul)  $M_R = F_R \times L_R$  care, la rândul său, redă variația lui  $Q_m$ .

Acest cuplu (moment) de rotire este preluat de axul de măsurare 11 și implicit de traductorul de cuplu 12 al cărui semnal electric de ieșire, proporțional cu debitul masic măsurat, este preluat de un bloc electronic 21 printr-un cablu 22, ce este trecut prin carcasa 6, printr-o presetupa 23.

Deși influența temperaturii asupra semnalului de ieșire a senzorului de cuplu este foarte mică (0,01...0,015% FS/°C), pentru asigurarea unei precizii foarte ridicate de măsurare a debitului, se prevede și un senzor de temperatură 24 a cărui semnal de ieșire se transmite printr-un cablu 25 la blocul electronic 21 pentru asigurarea compensării cu temperatura a semnalului de ieșire a senzorului de cuplu.

Traductorul de cuplu este imersat în fluidul de măsurat, semnalul său de ieșire fiind implicit compensat cu temperatura fluidului de măsurat, măsurată de un senzor 24.

În blocul electronic 21 se memorează anterior, în urma calibrării experimentale pe stand a debitmetrului cu reacție, corespondența sa specifică  $M=M(Q_m)$  dintre cuplul măsurat de traductorul 12 și debitul  $Q_m$  trecut corespunzător prin debitmetru. Astfel semnalul de ieșire din blocul electronic 21 redă valoarea debitului masic  $Q_m$ .

Deoarece axului de măsurare 11 al traductorului de cuplu 12 îi este necesar funcțional un unghi de torsionare maximă foarte mic, de  $0,2^\circ$  .....  $0,6^\circ$ , pentru măsurarea cuplului său maxim (nominal), implicit și tubul de reacție, care este rigid cu axul de măsurare 11, va avea același unghi insignifiant de rotire pentru parcurgerea întregului interval de măsurare a debitului ( $Q_{\min}$  .....  $Q_{\max}$ ).

În consecință, deoarece din punct de vedere funcțional unghiul de rotire al tubului de reacție este practic insignifiant, acest tip de debitmetru cu reacție este practic considerat ca fiind un debitmetru fără piese în mișcare.

Un alt exemplu de realizare de debitmetru neliniar, cu reacție fără piese în mișcare este cu preluarea prin cuplaj magnetic și măsurarea cuplului de reacție în exteriorul fluidului (fig. 3a,b).

Fluidul de măsurat intră în debitmetru printr-un racord de intrare 26 care se termină cu un ajutoraj (calota sferică) 27 care intră într-un ajutoraj (calota sferică) 28, aferent unui tub de reacție 29.

Apoi fluidul parcurge tubul de reacție 29, care este îndoit la celălalt capăt la  $90^\circ$  și se termină cu un ajutoraj convergent.

Fluidul ieșit din tubul de reacție este preluat de un racord de ieșire 30, prin care este evacuat din debitmetru.

Racordul de ieșire 30 este prevăzut la intrarea sa cu un ajutoraj larg convergent de preluare a fluidului ieșit din tubul de reacție 29, ajutoraj realizat astfel să nu incomodeze tubul de reacție 29, la foarte mica sa rotire menționată anterior.

Racordurile 26 și 30 sunt fixate rigid și etanș față de o carcasa 31 a debitmetrului, având axele de simetrie coliniare pe aceeași orizontală.

Echidistanțarea radială dintre ajutorul (calota sferică) 27 aferent racordului de intrare 26 și ajutorul (calota sferică) 85 aferent tubului de reacție 29 este realizată constructiv prin două bosaje 32, aferente calotei sferice 28 a tubului de reacție 29.

Bosajele 32 sunt cilindrice și sunt amplasate în plan vertical, sus și jos, în jurul axului vertical 90.

În situații deosebite bosajele 32 pot fi înlocuite cu o coroană ciculară continuă de-a lungul circumferinței interioare a calotei sferice 28.

Bosajele 32 având o înălțime foarte mică și un diametru exterior mic, asigură diminuarea la minim a frecării de contact dintre racordul de intrare 26 și tubul de reacție 29.

Poziționarea riguroasă a tubului de reacție 29, față de racordul de intrare 26, se asigură prin poziționarea riguros concetrică a calotelor sferice 27 și 28, realizată cu ajutorul unui ax vertical 90.

Axul 90 trece atât prin cele două găuri circulare de poziționare, cu care este prevăzută calota sferică 28 a tubului de reacție 29, găurile fiind plasate diametral opus în plan vertical, cât și prin cele două găuri circulare de poziționare, cu care este prevăzută calota sferică 27 a racordului de intrare 26, găurile fiind plasate diametral opus în același plan vertical.

Toleranțele de execuție a diametrelor celor două găuri de poziționare ale calotei sferice 27 asigură jocuri minime între aceasta și axul vertical 90.

La rândul său axul vertical 90 este rigidizat față de tubul de reacție 29, respectiv față de calota sferică 28 a acestuia, printr-un sistem de blocare șurub 34-piuliță 35.

Rigurozitatea poziționării, atât în plan orizontal cât și vertical a axului 90, este realizată prin prevederea a două găuri (lagăre) 36 și 37 de trecere a acestuia prin pereții superior și inferior ai unui suport 38 al tubului de reacție 29.

Centrele celor două găuri (lagăre) 36 și 37 sunt riguros amplasate pe aceeași verticală și astfel constructiv se asigură atât jocuri minime pe orizontală cât și frecări minime pentru axul 90.

Axul 90 se sprijină pe o flanșă cu guler 39, care este rigidizată atât față de suportul 38 printr-un sistem șurub 40-piuliță 41, cât și față de o carcasa 31 a debitmetrului, prin niște șuruburi 42.

Pe capătul superior al axului 90 este plasată rigid o roată (sau numai un sector circular cu deschidere unghiulară foarte mică) 43, cu rolul de roată conducătoare, având un diametru mare, care este cuplată prin fricțiune (sau printr-un angrenaj dințat cu pas fin) cu o roată 44, cu rolul de roată condusă, având un diametru mai mic.

Astfel se asigură un raport de transmisie, care asigură multiplicarea corespunzătoare a unghiului de rotire a roții conduse 44 față de unghiul de rotire foarte mic al roții conducătoare 43.

Pe un ax 45 al roții conduse 44 este plasat rigid un magnet circular 46, polarizat diametral. Axul 45 se poate roti față de suportul 38, fiind fixat rigid față de părțile mobile ale unor rulmenți 47 și 48. Acești rulmenți sunt fixați pe suportul 38 prin strângerea unor piese 49 și 50 cu niște sisteme șurub 51-piuliță 52 și respectiv șurub 53 – piuliță 54.

Un magnet 46, care este imersat în fluidul de măsurat, reproduce rotirea roții 44 și prin cuplaj magnetic determină rotirea unui magnet 55, care este amplasat în exteriorul carcasei 31 a debitmetrului.



Magnetul exterior 55 este polarizat tot diametral ca și magnetul interior 46.

Magnetul 55 este fixat rigid pe un ax de măsurare 56 al unui traductor de cuplu 57, fiind ghidat și riguros poziționat în poziție verticală de un lagar 58, lagăr asigurat prin însăși gaura de trecere prin extensia profilată corespunzător, a peretelui exterior al carcasei 31 a debitmatrului.

Carcasa 31 a debitmetrului este închisă de un capac 59 care asigură etanșeitatea debitmetrului prin strângerea unei garnituri 60 cu un sistem șiruburi 61 –piulițe 62.

Funcțional, forța de reacție  $F_R$  dezvoltată de debitul  $Q_m$ , la ieșirea din tubul de reacție 29, determină cuplul (momentul)  $M_R = F_R \times L_R$  care redă astfel variația debitului masic  $Q_m$ .

Acest cuplu (moment) de rotire este preluat de axul 90, al cărui unghi de rotire este amplificat prin angrenajul dintre cele două roți 43 și 44.

Momentul de rotire al magnetului 55, este măsurat de traductorul de cuplu 57, deoarece acest magnet este montat rigid pe axul de măsurare 56 al traductorului 57, determinându-i torsionarea corespunzătoare.

Semnalul de ieșire din traductorul de cuplu 57 este transmis unui bloc electronic 63.

Deși influența temperaturii asupra semnalului de ieșire a traductorului de cuplu este foarte mică, pentru asigurarea unei precizii foarte ridicate de măsurare a debitului, se prevede plasarea lângă traductorul de cuplu 57, în exteriorul carcasei 31, a unui senzor de temperatură 64, a cărui semnal de ieșire se transmite la blocul electronic 63 printr-un cablu 65, asigurându-se astfel compensarea cu temperatura a semnalului de ieșire a traductorului de cuplu 57.

În blocul electronic 63 se memorează anterior, în urma calibrării experimentale pe stand a debitmetrului cu reacție, corespondența sa specifică  $M=M(Q_m)$  dintre cuplul măsurat de traductorul 57 și debitul  $Q_m$  trecut corespunzător prin debitmetru. În consecință semnalul electric de ieșire din blocul 57 este proporțional cu debitul masic măsurat.

Deoarece unghiul de torsionare maximă a axului de măsurare a traductorului de cuplu, unghi necesar pentru măsurarea valorii maxime a cuplului este foarte mic ( $0,2^\circ \dots 0,6^\circ$ ), iar raportul de demultiplicare realizat prin cuplajul celor două roți 43 și 44 și transmis prin cuplajul dintre roțile 43 și 44 asigură demultiplicarea unghiului de rotire a tubului de reacție 29, rezultă că tubul de reacție 29, necesită funcțional un unghi de rotire foarte mic pentru parcurgerea întregului interval de măsurare  $Q_{\min} - Q_{\max}$ .

În consecință, practic, acest tip de debitmetru cu reacție este un debitmetru fără piese în mișcare.

Un al treilea exemplu de realizare de debitmetru cu reacție neliniară fără piese în mișcare este cel cu măsurarea forței de reacție prin măsurarea diferențială a presiunii de apăsare pe care o produce (fig. 4a,b).

Fluidul de măsurat intră în debitmetru printr-un racord de intrare 66 care se termină cu un ajutoraj 67, de forma unei calote sferice, care intră într-un ajutoraj 68, de forma unei calote sferice, aferent unui tub de reacție 69.

Apoi fluidul parcurge tubul de reacție 69, care este îndoit la celălalt capăt la  $90^\circ$  și se termină cu un ajutoraj convergent.

Fluidul ieșit din tubul de reacție 69 este preluat de un racord de ieșire 70, prin care este evacuat din debitmetru.

Racordul de ieșire 70 este prevăzut la intrarea sa cu un ajutoraj convergent larg, de preluare a fluidului ieșit din tubul de reacție 69, ajutoraj realizat astfel să nu incomodeze tubul de reacție 69, la rotirea sa unghiulară foarte mică.

Racordurile 66 și 70 sunt fixate rigid și etanș față de o carcasa 71 a debitmetrului, având axele de simetrie coliniare pe aceeași orizontală.

Echidistanțarea radială dintre ajutorul (calota sferică) 67, aferent racordului de intrare 66 și ajutorul (calota sferică) 68 aferent tubului de reacție 69, este realizată constructiv prin doua bosaje 72, aferente calotei sferice 68 a tubului de reacție 69.

Bosajele 72 sunt cilindrice și sunt plasate în plan vertical, sus și jos, în jurul axului vertical 73.

În situații deosebite, bosajele 72 pot fi înlocuite cu o coroană circulară continuă, de-a lungul circumferinței interioare a calotei sferice 68.

Bosajele 72, având o înălțime foarte mică și un diametru exterior mic, asigură diminuarea la minim a frecării de contact dintre calota sferică 67, aferentă racordului de intrare 66 și calota sferică 68, aferentă tubului de reacție 69.

Poziționarea riguroasă a tubului de reacție 69 față de racordul de intrare 66 se asigură prin poziționarea riguros concentrică a calotelor sferice 67 și 68, care se realizează de un ax vertical 73.

Axul 73 trece atât prin cele două găuri circulare de poziționare, cu care este prevăzută calota sferică 68 a tubului de reacție 69, găurile fiind plasate diametral opus în plan vertical, cât și prin cele două găuri circulare de poziționare, cu care este prevăzută calota sferică 67 a racordului de intrare 66, găuri plasate la rândul lor diametral opus, având centrele pe aceeași verticală cu cele două găuri anterioare, de poziționare.

Toleranțele de execuție a diametrelor celor două găuri de poziționare ale calotei sferice 67 asigură jocuri minime între calota 67 și axul vertical 73.

La rândul său axul vertical 73 este rigidizat față de un bosaj exterior inferior 74 al tubului de reacție 69, respectiv față de calota sferică 68 a acestuia, printr-un sistem de blocare șurub 75 – piuliță 76. Bosajul 74 este cilindric și plasat în plan vertical.

Rigurozitatea poziționării, atât în plan orizontal cât și în plan vertical a axului 73, este realizată prin prevederea a două găuri (lagăre) 77 și 78 de trecere a acestuia prin pereții superior și inferior ai unui suport 79 al tubului de reacție 69. Centrele celor două găuri (lagăre) 77 și 78 sunt riguros amplasate pe aceeași verticală, și astfel constructiv se asigură atât jocuri minime pe orizontală cât și frecări minime ale axului 73.

Axul 73 se sprijină pe o flanșă cu guler 80 care este rigidizată atât față de suportul 79, printr-un sistem șurub 81 – piuliță 82, cât și față de carcasa 71 a debitmetrului, prin niste șuruburi 83.

În vederea rigidizării tubului de reacție 69 cu axul 73, tubul de reacție 69 este prevăzut la intrarea sa cu două bosaje exterioare 74 și 84 amplasate în plan vertical, și diametral opus.

Într-un bosaj exterior superior 84, la distanța  $L_S$  față de centrul axului 73, este încastrat rigid un știft 85 care, prin capătul său semisferic, este în contact permanent cu o membrana de separație 96 căreia permanent îi transmite forța de apăsare  $F_S$ , din partea tubului de reacție 69, atât timp cât are loc curgerea fluidului prin acesta și implicit este generată forța de reacție  $F_R$ .

Deoarece constructiv raportul  $L_R/L_S$  al brațelor forțelor  $F_R$  și  $F_S$  este mai mare 1, rezultă că forța  $F_S$  are o valoare amplificată față de valoarea forței de reacție  $F_R$ .

Un știft 85 apasă o membrana de separație 86, prin intermediul unei piese 87, care preia direct forța  $F_S$ . Membrana 96 este strânsă etanș între piesa 87 și o piuliță 88, prin înfiletare completă a acestora. Astfel membrana 86 preia forța  $F_S$ .

Membrana de separație 96 este fixată la exteriorul său, în mod rigid și etanș între niste flanșe 88 și 90 care sunt strânse între ele printr-un sistem șuruburi 91- piulițe 92.

În consecință, pe fața dinspre fluidul de măsurat, pe membrana de separație 96 acționează atât presiunea statică  $p_f$  a fluidului de măsurat cât și presiunea de apăsare a știftului 95, respectiv  $p_s = F_s / A_m$ . ( $A_m$  fiind aria suprafeței active a membranei) determinată de forța de apăsare  $F_s$ .

Pe flanșa 88 este sudat un ștuț 93 care trece printr-o gaură 94 existentă în peretele lateral al suportului 79 și este rigidizat față de acesta prin înfiletarea completă a unei piulițe 95. Ștuțul 93 este montat rigid și etanș față de carcasa 71 și racordat la priza de presiune ridicată (priza de +) 96 a unui senzor de presiune diferențială 97. Prin ștuțul 93 se transmite presiunea prelevată de pe cealaltă față a membranei de separație 96.

Transmiterea funcțională a presiunii preluate de membrana de separație 96 (respectiv suma dintre presiunea  $p_s$  determinată de forța de apăsare  $F_s$  a știftului 95 și presiunea statică  $p_f$  a fluidului de măsurat) către senzorul 97, se asigură printr-un lichid de transmitere a acestuia, lichid cu care se umple integral, în prealabil, volumul dintre membrana de separație 96 și elementul sensibil al senzorului 97.

La priza de presiune scăzută 98 a senzorului 97 se cuplează presiunea statică  $p_f$  a fluidului de măsurat, preluată printr-un ștuț 99, care este montat rigid și etanș față de carcasa 71.

Senzorul 97, asigură măsurarea deplin riguroasă a presiunii diferențiale  $\Delta p$ , fiind prevăzut structural și cu funcția de compensare a acesteia cu temperatura fluidului de măsurat.

Senzorul 97, prin măsurarea diferenței celor două presiuni, măsoară de fapt presiunea  $p_s$ , deoarece  $\Delta p = (p_f + p_s) - p_f = p_s$ .

Deci senzorul 97, măsoară indirect forța de apăsare  $F_s$ , implicit forța de reacție  $F_R$ , (deoarece, conform celor anterioare,  $p_s = (L_R \times L_s^{-1} \times A_m^{-1}) \times F_R = k \times F_R$ , unde  $k$  = constantă constructivă a debitmetrului) și în consecință măsoară debitul masic  $Q_m$ . Semnalul de ieșire din senzorul de presiune diferențială 97 se aplică printr-un cablu 100, unui bloc electronic 101.

În blocul electronic 101 se memorează anterior, în urma calibrării experimentale pe stand a debitmetrului cu reacție, corespondența sa specifică  $\Delta p = \Delta p(Q_m)$ , dintre diferența de presiune măsurată de senzorul 97 și debitul masic  $Q_m$ .

Rezultă astfel că semnalul electric de ieșire din blocul electronic 101 redă valoarea debitului masic  $Q_m$  măsurat.

Deoarece lichidul de transmitere a presiunii de la membrana de separație 86 la traductorul de presiune 97 este practic incompresibil, deplasarea membranei 86, implicit a știftului 85, este deci deosebit de mică, aproape nulă, pentru măsurarea întregului domeniu  $Q_{\min} \dots Q_{\max}$ . Implicit și deplasarea tubului de reacție 69 este extrem de mică.

În consecință acest tip de debitmetru este practic un debitmetru fără piese în mișcare.

Un alt exemplu de realizare de debitmetru cu reacție fără piese în mișcare cu relație caracteristică neliniară este cel al debitmetrului de reacție cu măsurarea directă a forței de împingere a ieșirii prin echilibrarea sa electromagnetică- fig.5a,b.

Principiul configurației debitmetrului cu reacție este de a asigura măsurarea indirectă a forței de reacție  $F_R$  prin măsurarea forței sale de împingere de ieșire  $F_0$ , care este proporțională cu aceasta.

Forța de împingere de ieșire  $F_0$  este măsurată prin echilibrarea sa electromagnetică.

Fluidul de măsurare intră în debitmetru prin conexiunea de intrare 102, terminându-se cu un ajutoraj 103 care intră într-un

ajutaj 104 a unui tub de reacție 105.

Fluidul curge prin tubul de reacție 105 și respectiv ajutorul de ieșire convergent 106, apoi este preluat de un ajutor 107 a conexiunii de ieșire 108, fiind descărcată din debitmetru fără turbulente.

Conexiunile de intrare 102 și ieșirea 108 sunt conexiuni coliniare orizontale și sunt fixate rigid și strâns la carcasa debitmetrului 109.

Tubul de reacție este prevăzut cu un arbore 110, perpendicular pe acesta și rigid cu acesta, prin fixarea cu șurubul 111 și piulița 112. Arborele 110 se sprijină pe un suport 113, rigidizat în raport cu o carcasa 109 prin niste șuruburi 114.

Carcasa 109 este închisă de capacul debitmetrului 115 cu sistemul de șurub cu piuliță 116 care strânge garnitura 117.

Poziționarea riguroasă a arborelui 110 asigură, pe de o parte, echidistanța concentrică radială riguroasă între ajutoarele 103 și 104 și, pe de altă parte, fricțiunea nesemnificativă cu lagarul superior 118 și lagărul inferior 119.

Echidistanța dintre ajutoarele 103 și 104 este realizată în mod constructiv de două mici bosaje interioare 120 ale ajutorului 104 a tubului de reacție, plasate la partea superioară și inferioară față de arborele vertical 110. Astfel, se asigură, pe de o parte, o frecare nesemnificativă între ajutoarele 103 și 104, care au o poziționare concentrică riguroasă și, pe de altă parte, mobilitatea potențialei rotiri a tubului de reacție 105, față de axa verticală a arborelui 110, fără niciun inconvenient.

Tubul de reacție 105 este prevăzut cu bosajul exterior 121. În acest bosaj, la o distanță  $L_0$  de axul arborelui, este încorporat rigid un stift 122.

La capătul stift 122 este fixat rigid magnetul 123 care este plasat în interiorul unui mic tub închis 124.

Subansamblul (stiftul 122 și magnetul 123) se poate mișca liber în raport cu tubul închis 124.

Tubul 124 este sudat la carcasa 109, fiind parte comună cu acesta.

În exteriorul tubului 124, în jurul său, este plasat un magnet inelar 125 cu o deplasare liberă în raport cu tubul 124, având gaura interioară cu un diametru mai mare adecvat față de diametrul exterior al acestuia.

Jatorită cuplării magnetice dintre magnetii 124 și 125, orice variație de valoare a forței  $F_0$ , urmată de tendința mișcării stiftului 121, (respectiv a magnetului interior 123), determină tendința de mișcare a magnetului exterior 125.

Magnetul 125 este fixat rigid de suportul său 126. Suportul este fixat constructiv de partea mobilă a senzorului de forță 127 și îi transmite permanent forța de împingere, primită de magnetul 125 (respectiv de magnetul interior 123), cu valoarea instantanee  $F_0$ .

Senzorul de forță 127, care primește forța de împingere  $F_0$ , la orice tendință foarte mică de deplasare a părții sale mobile, (corespunzătoare oricărei mici variații a forței  $F_0$ ), asigură echilibrarea sa electromagnetică, și în același timp măsurarea acestei forțe.

Semnalul electric de ieșire al senzorului 127, fiind proporțional cu valoarea forței măsurate  $F_0$ , este aplicat blocului de calcul electronic 128.

Magnetul inelar exterior 125, împreună cu suportul său 126, senzorul de forță 127 și blocul de calcul al debitului 128, sunt poziționate corespunzător în interiorul unei carcase proprii 129, care este închisă de capacul 130 cu sistemul de șurub cu piuliță 131, care strânge garnitura 132.

Carcasa 129 nu este în contact cu fluidul măsurat, fiind fixată rigid (de exemplu prin sudare) de carcasa 109, care, dimpotrivă, este permanent în contact cu fluidul.

Senzorul de forță 127 este fixat rigid de carcasa 129, într-o poziție riguroasă, pentru a se asigura poziționarea corectă funcțională a acestuia în raport cu sistemul de preluare a forței de împingere (realizat prin cuplajul magnetic al celor doi magneti 123 și 125).

Blocul 128 calculează valoarea corespunzătoare a forței de reacție  $F_R$ , în conformitate cu relația analitică cunoscută dintre forțele  $F_R$  și  $F_0$ .

Pe această bază, blocul 128, unde a fost memorată anterior curba de calibrare  $Q_m = Q_m(F_R)$ , asigură calculul valorii instantanee a debitului masic  $Q_m$  compensat cu  $T$  și  $P$ , parametrii măsurati de senzorii 133 și 134 corespunzător valorii măsurate a lui  $F_0$ , (respectiv  $F_R$ ) și generează un semnal electric de ieșire, proporțional cu respectiva valoare măsurată a lui  $Q_m$ .

Deplasarea părții mobile a senzorului 127 și implicit a stiftului 122 este foarte mică, corespunzătoare măsurării întregului interval  $Q_{m, \min} \dots Q_{m, \max}$  al debitmetrului de reacție.

În mod corespunzător, deplasarea tubului de reacție 105 este foarte mică și, în consecință, acest tip de debitmetru de reacție este considerat fără piese mobile.

Un ultim exemplu de realizare de debitmetru cu reacție fără piese mobile, în configurație individuală, este cel cu măsurarea directă a forței de ieșire, cu celula de sarcină și senzor tensorezistiv.

Acest tip de debitmetru cu reacție are aceeași configurație cu cea prezentată anterior în fig. 5a,b și același mod de funcționare, cu deosebirea că reperul 127 este o celulă de sarcină cu senzor tensorezistiv și nu unul cu măsurarea forței prin echilibrarea electromagnetică a acesteia, în rest funcționarea fiind identică.

Se da în continuare un exemplu de realizare a debitmetrului cu reacție cu dependență liniară funcțională " tensiune electrică de ieșire- debitul măsurat " .

Conform fig.6a,b,c fluidul de măsurat intră în debitmetru prin racordul de intrare 135, trece apoi prin tubul de reacție 136, cu care este articulat prin axul 137 și apoi iese prin racordul de ieșire 138.

Debitul masic  $Q_m$  determină generarea unei forțe de reacție  $F_R$ , care tinde să rotească tubul de reacție 136 față de axul 137, bratul forței  $F_R$  fiind  $L_R$ .

Pe carcasa 139 a debitmetrului, racordurile 135 și 138 sunt fixate rigid și etans.

Corespunzător variației forței de reacție la valoarea  $F_R$ , sub efectul acesteia, tubul de reacție 136 se rotește.

Axul 137, fiind rigid cu tubul de reacție 136, se rotește cu unghiul  $\alpha$ , împreună cu magnetul 140, care este rigidizat față de axul 137 prin buca 141.

Magnetul 142 din interiorul carcasei 139 a debitmetrului determina, prin cuplaj magnetic, rotirea cu același unghi  $\alpha$  a magnetului exterior 142, care este amplasat în exteriorul carcasei 139, fiind montat rigid față de inelul interior al lagarului cu rulmenți 143.

Lagarul 143 este montat rigid pe carcasa 139.

Rotirea magnetului exterior 142 se oprește la unghiul  $\alpha$ , deoarece acesta este unghiul de răsucire a arcului elicoidal 144, pentru care momentul elastic de rezistență  $M_{arc} = C_{arc} \times \alpha$ , dezvoltat de acesta echilibrează momentul de răsucire  $M = F_R \times L_R$ , determinat de valoarea instantanee a forței de reacție  $F_R$ . Arcul elicoidal 144 este fixat cu un capăt de suportul său 145, și cu celălalt capăt de tija sectorului circular 146, care la rândul său este fixat rigid, prin lipire, pe magnetul exterior 142, rotindu-se astfel la rândul său cu unghiul  $\alpha$ .

Prin cuplaj mecanic (fricțiunea sau danturare) coroana sectorului circular 146 transmite mișcarea sa de rotație rolei 147, plicului axului 148, față de care aceasta este fixat rigid.

Bratul rezistiv radial 149, este fixat rigid față de rola 147, brat care este o tija din material electroizolant pe care este bobinată uniform o rezistență electrică realizată din o sarmă cu rezistivitate foarte mare care practic nu este influențată de variația temperaturii ambientale (ex. khantal manganina etc.).

Dat fiind raportul  $D_c/D_r > 10$  dintre diametrul  $D_c$ , aferent coroanei sectorului circular 146, și diametrul  $D_r$ , al rolei 147, cuplajul mecanic este configurat astfel ca la rotirea cu unghiul maxim  $\alpha_{max}$  a tubului de reacție (corespunzător  $F_{R,max}$ , respectiv  $Q_{m,max}$ ) să îi corespundă unghiul  $\beta_{max} = 180^\circ$ , de rotație a bratului rezistiv 149 față de cama 150.

Cama 150 este amplasată rigid pe capacul carcasei 139 și are lipit pe întregul său contur exterior un conductor electric 151.

Bratul rezistiv radial 149, este în permanent contact cu conductorul 151, punctul de contact fiind cel aferent lungimii  $R$  a razei camei, lungime corespunzătoare valorii unghiului de rotație  $\beta$ .

Implicit valoarea rezistenței electrice  $R_E(\beta)$  a bratului rezistiv 149, corespunzătoare unghiului de rotație  $\beta$  este detectată ca fiind cea dintre punctul său central (notat cu A) și punctul B de contact cu conductorul electric 151, aferent razei  $R$  ( $\beta$ ) corespunzătoare unghiului  $\beta$ .

Rezistența electrică  $R_E(\beta)$  dintre punctele A și C este detectată de blocul electronic 152, punctul C fiind un capăt al conductorului electric 151, și echivalent electric punctului B.

După prelucrarea conform relației analitice, deja stocate în softul său, blocul 152, emite semnalul electric de ieșire al debitmetrului.

Deoarece unghiul de rotație  $\beta$  al bratului rezistiv, respectiv al rolei conduse 147, este proporțional cu unghiul de rotație  $\alpha$  al coroanei circulare 146, (care este proporțional cu unghiul de răsucire al arcului elicoidal 144, care la rândul său este proporțional cu momentul de răsucire determinat de forța  $F_R$ ), rezultă relația de dependență:

$$R_E = C \times \beta^{1/2} = C_1 \times F_R^{1/2}$$

In consecinta:

$$F_R = 1/C_1 \times R_E^2$$

Pe de alta parte ecuatia functionala generala a debitmetrelor cu reactie are expresia:

$$F_R = (k \times \rho^{-1}) \times Q_m^2$$

Inlocuindu-se exprimarea specifica a lui  $F_R$  in relatia functionala generala a debitmetrelor cu reactie, rezulta:

$$1/C_1 \times R_E^2 = (k \times \rho^{-1}) \times Q_m^2$$

respectiv:

$$\xi = (k \times \rho^{-1} \times C_1)^{1/2} \times Q_m$$

Prin alimentarea rezistentei electrice  $R_E$  cu un curent constnt de o valoare foarte mica de aproximativ 1mA rezulta o tensiune electrica proportionala cu  $R_E$  care este masurata in blocul electronic de catre un traductor de tensiune electrica.

Rezulta ca dependenta dintre semnalul de iesire din blocul 152, respectiv semnalul de iesire al debitmetrului, care este proportional cu  $R_E$ , si debitul masurat  $Q_m$  este liniara.

Efectul liniarizarii este majorarea intervalului de masurare a debitmetrului cu reactie, caracterizat de raportul  $T = Q_{m,max} / Q_{m,min}$  la valoarea  $T^2$ .

Conform inventiei, un exernplu de realizare a debimetrului cu reactie tip by-pass este prezentat in fig.7, constand in amplasare in montaj by-pass a doua conducte, respectiv conducta principala 153 si conducta secundara 154. Pe conducta principala este amplasata o rezistenta fluidica, 155 (realizata prin diafragma, ajutoraj, sau tub Venturi scurt). Prin conducta secundara 154 (cu diametru mic) se preleveaza debitul  $q$ , de o valoare mica, din debitul total  $Q$ , cu valoare mare, debitul de intrare in conducta principala 153 (cu diametru mare).

Este necesara echilibrarea hidraulica a caderilor de presiune pe cele doua ramuri ale by-pass-ului (conducta principala, respective conducta secundara).

Prin stabilirea, anterior, a relatiei dintre debitele  $q$  si  $Q$ , aceasta configuratie asigura, determinarea prin calcul si implicit masurarea debitului total  $Q$ , prin masurarea efectiva numai a debitului secundar  $q$  de catre debitmetru cu reactie 156, amplasat pe conducta secundara 154.

Debitmetrul cu reactie 156 poate fi realizat in oricare din variantele constructive indicate anterior.

Conform inventiei, in continuare se prezinta, metoda si un exemplu de debitmetru cu reactie fara piese in miscare si masurarea extinsa a debitului, cu masurarea fortei de impingere de iesire, prin echilibrarea sa electromagnetica - fig.8.

Conform metodei, denumita „metoda extinsa de măsurare a debitului”, debitmetrul, denumit „debitmetru cu reacție extins”, asigură, prin configurația sa, corelația funcțională și implicit, constructivă, între cele două debitmetre cu reacție care îl compun.

În acest sens, debitmetrul extins constă dintr-o cuplare specifică a unui „debitmetru principal” cu un „debitmetru secundar”, având intervalele lor de debit cu valori corelate, conform prevederilor acestei metode.

Așa cum se arată în fig. 8, debitul măsurat  $Q$  intră în debitmetrul cu reacție extins prin conexiunea sa de intrare 157, constând din conexiunea de intrare 158 a deviatorului de jet 159, plasat la intrarea debitmetrului.

Diviatorul de jet 159, fiind acționat de solenoidul său 160, comută debitul fluidului intrat, fie la ieșirea 161, către „debitmetrul principal” (corespunzător poziției I a deviatorului), fie la ieșirea 162, către „debitmetrul secundar” (corespunzător poziției II a deviatorului) și invers, conform comenzii primite de la blocul electronic 163.

Să considerăm că deviatorul 159 este comandat inițial în Poziția I și, în consecință, fluidul introdus este direcționat să circule numai prin „debitmetrul principal”.

„Debitmetrul principal” constă din tubul de admisie imobil 164, tubul de reacție 165 care generează forța de reacție și tubul de evacuare 166.

Tubul principal de reacție 165 este prevăzut cu arborele 167, care este perpendicular pe acesta și rigid fata de el, asigurând posibilitatea rotirii tubului 165 fata de axa verticala arborelui.

Forța de reacție  $F_{RM}$ , generată de tubul de reacție 165, acționează de-a lungul axei cotului sau, la o distanță  $L_M$  fata de axa arborelui.

Tubul principal de reacție 165 este prevăzut cu bosajul 168. În acest bosaj, la o distanță  $L_0$  fata de axa arborelui, este încorporat rigid stiftul 169. La capătul stiftului 169 este fixat rigid magnetul 170, care implicit este poziționat în interiorul unui mic tub închis 171.

Ansamblul format din stiftul 169 și magnetul 170 se poate deplasa fata de tubul închis 171, tub care este configurat ca parte a carcasei 172, a debitmetrului cu reacție extins.

În exteriorul tubului 171, este amplasat un magnet inelar 173, care se poate deplasa liber fata de acesta, gaura sa centrala având un diametru corespunzător mai mare decât diametrul exterior al tubului 171.

Magnetul 173 este fixat rigid de suportul său 174 care, la rândul său, este fixat constructiv de partea mobilă a senzorului de forță 175, transmitându-i permanent forța de împingere  $F_0$ , primită prin cuplaj magnetic de la magnetul 170.

Valoarea forței de împingere  $F_0$ , de ieșire, din debitmetru, este proporțională cu forța de reacție  $F_{RM}$ . Senzorul de forță 175 primește forța de împingere de ieșire  $F_0$  (cu valoarea  $F_0^I$ , corespunzătoare poziției I a deviatorului de jet 159) și conform principiului sau de, la orice tendință foarte mică de deplasare a părții sale mobile (corespunzătoare unei mici variații a forței  $F_0^I$ ), asigură echilibrarea electromagnetică și măsurarea acesteia, în același timp.

În consecință, semnalul de ieșire electrică al senzorului de forță 175 este proporțional cu valoarea forței de împingere  $F_0^I$  și se aplică blocului electronic 163.

Magnetul inelar 173, suportul său 174, senzorul de forță 175 și blocul electronic 163 sunt poziționate corespunzător în cutia exterioară a debitmetrului cu reacție extins, care are propria carcasă 176, care este închisa de capacul 177 cu sistemul șurub - piuliță 178, prin strânge garniturii 179.



Carcasa 176 nu este în contact cu fluidul măsurat fiind fixată rigid de carcasa 172 a debitmetrului, care, dimpotrivă, este permanent în contact cu fluidul măsurat.

Senzorul de forță 175 este fixat rigid de carcasă 176, într-o poziție corespunzătoare fata de sistemul de preluare a forței de împingere, asigurand măsurarea riguroasă a acesteia.

Blocul electronic 163 calculează valoarea forței de reacție  $F_{RM}$ , conform relației cunoscute dintre forțele  $F'_0$  și  $F_{RM}$ , și apoi valoarea corespunzătoare a debitului principal măsurat  $Q_M$ , utilizând curba de calibrare  $Q_M = Q_M(F_{RM})$ , stocata anterior în memoria sa.

Debitul  $Q_M$  este compensat cu presiunea  $P$  și temperatura  $T$ , parametrii masurati de senzorii 179 și 180.

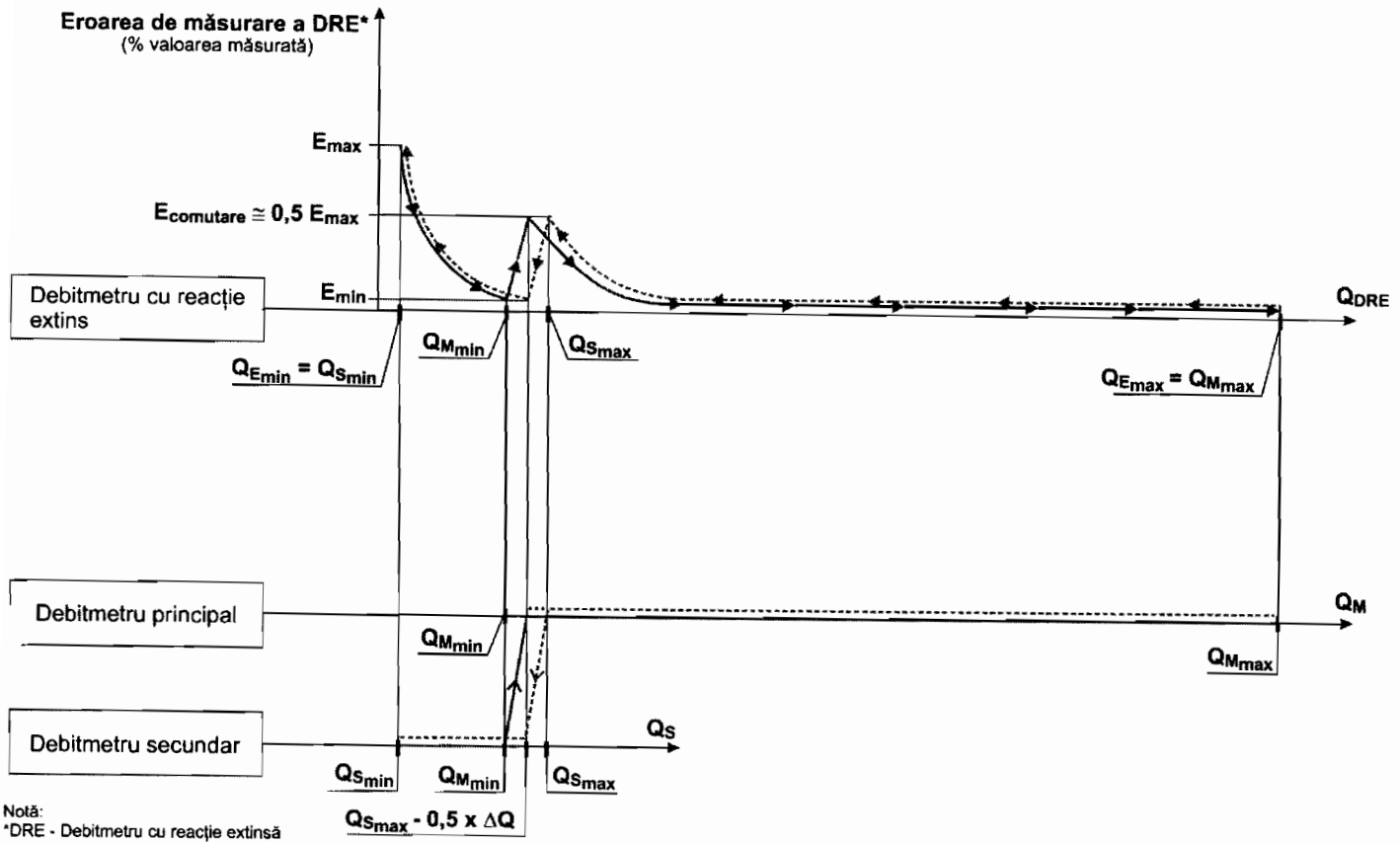
Aceasta este prima dintre cele două funcții ale blocului 163, deoarece așa a fost prezentat anterior, acest bloc are două funcții simultane, corelate între ele: calculul debitului instantaneu, respectiv comandarea poziției deviatorului 163.

În acest sens, blocul electronic 163 efectuează cea de a doua a sa funcțiune de comandare și comutare a poziției deviatorului 159, conform algoritmului de asigurare a funcționării debitmetrului cu reacție extins, cu respectarea corelațiilor funcționale prezentate în tabelul 1 de mai jos:

Tabel 1

| Valoarea debitului măsurat<br>$Q$  | Starea deviatorului de jet                |
|--|---|
| $Q_{Smin} \text{ — } Q_{Mmin}$   | Pozitia II                                |
| $Q_{Smax} \text{ — } Q_{Mmax}$   | Pozitia I                                 |
| $Q_{Mmin} \uparrow$<br>(Numai pentru tendinta crescatoare a debitului)   | Comutare de la<br>Pozitia II la Pozitia I |
| $Q_{Smax} \downarrow$<br>(Numai pentru tendinta crescatoare a debitului) | Comutare de la<br>Pozitia I la Pozitia II |

Continuitatea completă a măsurării debitului de-a lungul întregului interval de masurare al debitmetrului cu reacție extins, se realizează prin asigurarea unei zone de suprapunere foarte mici  $\Delta Q$  a intervalelor de masurare a celor două debitmetre componente ale debitmetrului cu reacție extins („debitmetrul principal” și „debitmetrul secundar”), așa cum este prezentată în diagrama de mai jos.



Zona de suprapunere  $\Delta Q$  are o extensie foarte mică, respectiv:

$$\Delta Q = Q_{S_{max}} - Q_{M_{min}} = c \times Q_{M_{max}}$$

unde:  $c = 0,01 \dots 0,025$

Urmând acest algoritm funcțional, blocul electronic 163 calculează, pe de o parte, valoarea instantanee a debitului  $Q$  măsurat și, pe de altă parte, conform acestei valori comanda poziția deviatorului 159.

Astfel se realizează măsurarea întregului interval de debit ( $Q_{S_{min}} \dots Q_{M_{max}}$ ), care este marcat cu o linie îngroșată în diagrama, aferent debitmetrului cu reacție extins.

Zona de suprapunere  $\Delta Q$  a intervalelor celor două debitmetre componente, acoperă practic complet zona de inerție de comutare a deviatorului 159, realizându-se atât continuitatea măsurării debitului pe întreaga interval al debitmetrului, inclusiv, de-a lungul zonei de suprapunere  $\Delta Q$ , cât o valoare moderată a erorii de măsurare cu o valoare de până la 50% din valoarea maximă a erorii  $E_{max}$ , respectiv:

$$E_{comut\ max} (\% \text{ o.r.}) 0,5 \times E_{max} (\% \text{ o.r.})$$

În acest sens, blocul 163 va menține deviatorul 159 pe poziția I, numai atunci când valorile debitului măsurat de „debitmetrul principal” se încadrează în intervalul  $Q_{M_{max}} \dots Q_{S_{max}}$ .

Când valoarea debitului măsurat de „debitmetrul principal” scade și tinde să atingă valoarea  $Q_M = Q_{S_{max}}$ , blocul electronic 163 comandă comutarea deviatorului 159 din poziția sa inițială I în poziția II, iar acum fluidul introdus este dirijat să curgă numai prin „debitmetrul secundar”, măsurarea debitului fiind continuată doar de acesta.

„Debitmetrul secundar” constă din tubul de admisie imobil 181, tubul de reacție 182 și tubul de evacuare 183.

Tuburile de evacuare a fluidului 166 și 183 sunt reunite în mod constructiv într-un singura piesa ce constituie,

conexiunea de ieșire a debitmetrului cu reacție extins.

Tubul secundar de reacție 182 este prevăzut cu arborele vertical 183, care asigură mobilitatea potențială de rotire a tubului fata de axa arborelui.

Arborele 183 al tubului secundar de reacție 182 este poziționat funcțional în dreapta arborelui 167 al tubului principal de reacție 165, la o distanță  $L_A$ .

Forța de reacție  $F_{RS}$  generată de tubul de reacție 182 acționează de-a lungul axei cotului acestuia, la distanța  $L_S$  de axa arborelui său.

Pe tubul secundar de reacție 182 este plasat bosajul 184. În acest bosaj este incorporat rigid știftul 185, la distanța  $L_1$  fata de axa arborelui.

Poziționarea relativă între tubul de reacție principal 165 și tubul de reacție secundar 182 se realizează în mod constructiv, astfel încât știftul 185 să fie în contact permanent cu tubul de reacție principal 165 și să-l împingă cu forța  $F_0^I$ , pe toată durata cât deviatorul 159 este în poziția II, iar măsurarea debitului este realizată de „debitmetrul secundar”. În acest fel, sub efectul acestei forțe, știftul 169 aferent tubului principal de reacție va apăsa cu o forță, având valoarea amplificată  $F_0^{II}$ , conform prevederilor celor precizate anterior.

Forța de împingere  $F_0^{II}$ , este proporțională cu forța  $F_S$  și implicit cu debitul măsurat  $Q_S$ .

Similară cu situația anterioară, în care deviatorul 159 se afla în Poziția I, forța de împingere  $F_0^{II}$ , este măsurată de senzorul 175, valoarea ei fiind proporțională cu cea a forța de reacție  $F_S$ , implicit cu debitul măsurat  $Q_S$ .

Funcțional, conform celor precizate anterior, este necesar să se asigure cerința  $F_{0max}^I = F_{0max}^{II}$ .

Semnalul de ieșire al senzorului 175 se aplică blocului 163 care, pe de o parte, calculează valoarea debitului instantaneu  $Q_S$  (compensat cu P și T) și, pe de altă parte, comandă poziția deviatorului 159, în conformitate cu algoritmul prezentat în tabelul 1, respectiv:

- dacă:  $Q_{Smin} \leq Q_S < Q_{Mmin}$  deviatorul este ținut pe aceeași poziție II, iar măsurarea debitului este asigurată de „debitmetrul secundar”

- dacă  $Q_S$  crește și tinde să atingă valoarea  $Q_S = Q_{Mmin}$ , deviatorul este comutat din poziția II în poziția I și, astfel, măsurarea debitului este continuată de „debitmetrul principal”.

Este necesar să menționăm că, deoarece zona de suprapunere a intervalelor celor două debitmetre („principal” și „secundar”) este foarte mică, de  $\Delta Q = Q_{Smax} - Q_{Mmin} = (0,01 \dots \dots \dots 0,025) \times Q_{Mmax}$ , comutarea deviatorului nu deranjează practic măsurarea debitului.

Un alt exemplu de realizare a debitmetrului cu reacție extins, este cel cu măsurarea diferențială a forței de ieșire de împingere, prezentat în fig.9.

Configurația acestui tip de debitmetre este în mare măsură similară cu cea a debitmetrului cu reacție extins cu măsurarea forței de ieșire de împingere, prin echilibrarea sa electromagnetică.

Diferența esențială, fata de exemplul anterior, constă în metoda de măsurare a forței de ieșire, de împingere și implicit în sistemul de preluare a acestei forțe.

De asemenea, menționăm că atât principiul metodei de măsurare în cauză, cât și configurația specifică

corespunzătoare a sistemului de preluare a acestei forțe, respectiv ecuația funcțională aferentă, au fost deja indicate anterior la prezentarea „debitmetru cu reacție cu măsurarea forței de reacție, prin măsurarea diferențială a presiunii de apăsare pe care o produce”.

În consecință, numai aspectele specifice funcționării ansamblului acestui tip de debitmetru cu reacție extins sunt prezentate mai jos.

Conform fig. 9, fluidul intrat prin racordul 186, aferent deviatorului 187, conform comenzii solenoidului său 188, este comutat de către deviator, fie către ieșirea sa 189, spre „debitmetru principal” (corespunzător poziției I a deviatorului), fie către ieșirea sa 190 către „debitmetru secundar” (corespunzător poziției II a deviatorului) și invers, în funcție de comanda primită de la blocul electronic 191.

Să considerăm că deviatorul 187 este comandat inițial în poziția I și, în consecință, fluidul este direcționat să curgă numai prin „debitmetru principal”.

Conform algoritmului funcțional general, indicat în exemplul de realizare anterior, funcționarea acestui tip de debitmetru cu reacție extins, respectiv a „debitmetrului principal” pentru această situație (corespunzător poziției I a deviatorului 187) este similară cu cea a tipului de debitmetru prezentat anterior.

O primă diferență esențială constă în modul de preluare a forței  $F_0^f$  de la stiftul 192.

Acum stiftul apasă pe o față a membranei de separare 193 cu forța  $F_0^f$ , determinând o presiune de apăsare  $p_0$  pe fața sa opusă.

Presiunea  $p_0$ , la care se adaugă permanent presiunea statică  $p_f$  a fluidului măsurat, este preluată de lichidul de transmisie, care umple complet conexiunea 194, iar suma lor este aplicată la intrarea de înaltă presiune a senzorului de  $\Delta p$ , 195.

Influența presiunii statice  $p_f$  a fluidului măsurat este anulată permanent prin aplicarea acesteia, la intrarea de presiune scăzută a senzorului  $\Delta p$ , 195 prin conexiunea 196.

În astfel, senzorul 195 asigură măsurarea diferențială a presiunii de împingere  $p_0$ , respectiv compensarea acesteia cu temperatura și presiunea fluidului măsurat, senzorul fiind prevăzut cu această funcție suplimentară.

Semnalul de ieșire al senzorului 195, care redă valoarea presiunii de apăsare  $p_0$ , se aplică blocului electronic 191.

Blocul electronic 191, pornind de la calculul valorii forței de apăsare  $F_0$ , corespușzătoare forței de reacție  $F_{RM}$  (care a determinat apariția presiunii  $p_0$ ) asigură calculul valorii instantanee a debitului măsurat  $Q_M$ , utilizând curba de calibrare  $Q_M = Q_M(F_{RM})$ , stocată anterior în memoria sa.

Conform algoritmului de funcționare a debitmetrelor cu reacție extinse, DRE, prezentat în tabelul 1, blocul 191 va menține deviatorul 187 pe poziția I, numai atunci când valorile debitului  $Q_M$ , măsurate cu „debitmetru principal”, se încadrează în intervalul  $(Q_{M_{max}} \dots Q_{S_{max}})$ .

Când valoarea debitului măsurată de „debitmetru principal” scade și tinde să atingă valoarea  $Q_M = Q_{S_{max}}$ , blocul electronic 191 comandă comutarea deviatorului 187 de la poziția sa inițială I la poziția II și acum fluidul intrat este dirijat să curgă doar prin „debitmetru secundar”, măsurarea debitului fiind continuată doar de acesta.

După cum s-a prezentat anterior, arborele 196 al tubului secundar de reacție 197 este poziționat funcțional în dreapta arborelui 198 al tubului principal de reacție 199, la o distanță  $L_A$ .

Pe tubul secundar de reacție 197 este fixat pe bosajul 200 știftul 201, la o distanță  $L_1$  fata de axa arborelui de rotire 195.

Poziționarea relativă între tubul de reacție principal 202 și tubul de reacție secundar 197 este realizată în mod constructiv, astfel încât știftul 201 să fie în contact permanent cu tubul de reacție principal 202 și să-l împingă cu forța  $F_S$  pe toată perioada cât deviatorul 187 este în poziția II, iar măsurarea debitului este asigurată de debitmetrul secundar. În acest fel, sub efectul acestei forțe  $F_S$ , știftul 201 al tubului principal de reacție 202 va apăsa membrana de separare 193 cu o forță având valoarea amplificată  $F_0^{II}$ , conform celor prezentate anterior.

Senzorul 195 de  $\Delta p$  și blocul electronic 191 sunt amplasate în interiorul unei cutii 203, închisa etans cu capacul 204, nefiind în contact cu fluidul de măsurat și fiind fixata rigid pe carcasa 199, care este în permanent contact cu fluidul de măsurat.

În continuare preluarea și măsurarea acestei forțe de împingere  $F_0^{II}$ , sunt realizate identic de către senzorul  $\Delta p$ , 195. De asemenea calculul de către blocul electronic 191 a valorii debitului măsurat este realizat identic ca în situația prezentată mai sus, corespunzător poziției I a deviatorului 187.

Conform celor prezentate anterior, este necesar să se asigure cerința  $F_{0max}^I = F_{0max}^{II}$ .

Urmărind același algoritm funcțional, cași tipul de debitmetru cu reacție extins prezentat anterior, în funcție de valoarea debitului măsurat  $Q_S$ , blocul electronic 191 comandă poziția deviatorului 187, după cum urmează:

- pentru  $Q_{Smin} \leq Q_S < Q_{Mmin}$ , deviatorul este menținut în poziția II, și măsurarea debitului este continuată de „debitmetrul secundar”

- dacă  $Q_S$  crește și tinde să atingă valoarea  $Q_S = Q_{Mmin}$ , deviatorul 187 comuta de la poziția II la poziția I și, astfel măsurarea debitului este continuată de „debitmetrul principal”.

Ca o remarcă generală, trebuie menționat faptul că, deoarece zona de suprapunere a intervalelor de măsurare a debitului ale celor două debitmetre („principal” și „secundar”) este foarte mică, respectiv de  $\Delta Q = Q_{Smax} - Q_{Mmin} = (0,01 \dots 0,025) \times Q_{Mmax}$ , comutarea deviatorului ne deranjând practic măsurarea debitului.

Avantajele oferite de metoda de măsurare și debitmetrul cu reacție fara piese mobile, care fac obiectul acestei invenții sunt:

-flexibilitatea, deosebita ofertria de metoda de masurare a debitului prin masurarea fortei de reactie, sau a efectelor sale, de a asigura configurarea unei largi diversitati de tipuri de debitmetre cu reactie fara piese in miscare, destinate conductelor inchise, prin solutii cu: nelinearitatea dependentei dintre marimea de iesire si debit, liniarizarea acesteia, respectiv cuplarea in by pass a unui asemenea debitmetru cu o rezistenta fluidica, extensia domeniului de masurare a debitului, prin cuplarea a asemenea debitmetre, corelate sa functioneze succesiv in functie de valoarea debitului masurat.

-masurarea directa a debitului masic

-universalitatea utilizarii pentru masurarea atat a debitelor de lichide, cat si de gaze sau abur

- simplitatea configuratiei, si implicita a executiei, traseului de curgere a fluidului prin debitmetru
- lipsa uzurii intre piesele in contact, fara miscare (tub fix de intrare – tub de reactie)
- nu necesita un consum energetic din exterior pentru asigurarea functionarii sistemului de reactie pentru masurarea a debitului (format din tubul de intrare fix si tubul de reactie)
- obtinerea unor valori ridicate ale raportului  $Q_{m,max}/Q_{m,min}$ , corelate optim cu intervalul valorilor erorilor de masurare a debitului maxim permise
- robustete la actiunea bulelor de gaz continute in fluidele multi fazice
- eventualele particule solide in suspensie in fluidele de masurat nu afecteaza masurarea debitului
- asigura permanenta auto- curatare a zonelor curbe, ale traseului de curgere a fluidelor, prin realizarea unor valori decvate ale vitezei de curgere a fluidului prin debitmetru
- cheltuieli reduse privind: costul debitmetrelor, instalarea lor si mentenanta aferenta

## Revendicări

1. Debitmetru cu reacție fara piese mobile, format in configuratie individuala, dintr-un element primar constituit din asocierea dintre un bloc de referință BR, realizat sub forma unui tub fix orizontal de acces, si un bloc sensibil BS realizat ca un tub cvasiimobil curbat numit element de reacție imobil , si respectiv un element sensibil ES, in care masurarea debitului se bazeaza fie pe masurarea momentului fortei  $F_R$ , fie pe masurarea diferentiale a  $F_R$ , **caracterizat prin aceea ca** debitmetrul in configuratia individuala se bazeaza si pe masurarea directa a fortei  $F_R$ , in doua solutii functionale distincte respectiv , prin echilibrarea electromagnetica a  $F_R$ , sau cu o celula de sarcina cu senzor tip tensorezistiv, debitmetrul in configuratie individuala permitand si liniarizarea relatiei de dependenta „ a fortei de reacție  $F_R$  - debit masurat , debitmetrul in configuratie de tip by-pass, se obtine prin amplasarea unui debitmetru cu reacție fara piese in miscare pe o conducta secundara, in paralel cu o conducta principala prevazuta cu o rezistenta fluidica, r debitmetrul in configuratie extinsa este realizat sub forma unei conexiuni si corelari funcționale speciale, între două debitmetre de reacție neliniare, care au cele două intervale de masurare a debitului astfel corelate încât, valorile unuia sunt în continuarea celuilalt, cu o suprapunere foarte mică între ele.
2. Debitmetru cu reacție fara piese mobile conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** in configuratia individuala bazata pe masurarea fortei de reacție prin echilibrare electromagnetica, fluidul de măsurare intră în debitmetru printr-o conexiune de intrare (102), terminându-se cu un ajutoraj (103) care intră într-un ajutoraj (104) al unui tub de reacție (105), fluidul curgand printr-un tub de reacție (105) și respectiv un ajutoraj de ieșire convergent (106), apoi este preluat de un ajutoraj (107) al unei conexiuni de ieșire (108), iar tubul de reacție este prevăzut cu un arbore (110), perpendicular pe acesta și rigid cu acesta, iar tubul de reacție (105) este prevăzut cu un bosaj exterior (121) in care la o distanță  $L_0$  de axul arborelui, este încorporat rigid un stift (122) si fixat rigid un magnet (123) plasat în interiorul unui mic tub închis (124) astfel ca subansamblul format din stiftul (122) și magnetul (123) se poate mișca liber în raport cu un tub închis (124) sudat la carcasa (109), iar in exteriorul tubului (124), în jurul său, este plasat un magnet inelar (125) cu o deplasare liberă în raport cu tubul (124), astfel ca datorită cuplării magnetice dintre magneții (124) și (125), orice variație de valoare a fortei  $F_0$ , urmată de tendința mișcării stiftului (121), respectiv a magnetului interior (123), determină tendința de mișcare a magnetului exterior (125) iar magnetul (125) este fixat rigid de un suport (126) fixat constructiv de partea mobilă a unui senzor de forță (127) și caruia îi transmite permanent forța de împingere, primită de magnetul (125) respectiv de magnetul interior (123), cu valoarea instantanee  $F_0$  si astfel ca senzorul de forță (127), care primește forța de împingere  $F_0$ , la orice tendință foarte mică de deplasare a părții sale mobile, corespunzătoare oricărei mici variații a fortei  $F_0$ , asigură echilibrarea sa electromagnetica, si în același timp măsurarea acestei forte. iar semnalul electric de iesire al senzorului (127), fiind proporțional cu valoarea fortei măsurate  $F_0$ , este aplicat unui bloc de calcul electronic (128) care calculează valoarea corespunzătoare a fortei de reacție FR, în conformitate cu relația analitică cunoscută dintre forțele FR și  $F_0$ , si pe această bază, blocul (128), unde a fost memorata anterior curba de calibrare  $Q_m = Q_m(FR)$ , asigură calculul valorii instantanee a debitului masic  $Q_m$  compensat cu T și P, parametrii măsurati de niste senzori (133) și (134) corespunzător valorii măsurate a lui  $F_0$ , respectiv FR și generează un semnal electric de

iesire, proporțional cu respectiva valoarea măsurată a lui  $Q_m$ .

3. Debitmetru cu reacție fără piese mobile conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** în configurația cu măsurarea directă a forței de reacție în varianta cu celula de sarcină cu senzor de tip termorezistiv, structura și funcționarea sunt similare cu configurația conform revendicării 2, dar reperul (127) este o celula de sarcină cu senzor tensorezistiv și nu unul cu măsurarea forței prin echilibrarea electromagnetica a acesteia.

4. Debitmetru cu reacție fără piese mobile conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** în configurația cu dependența liniară între mărimea de ieșire și debitul măsurat, fluidul de măsurat intră în debitmetru printr-un racord de intrare (135), trece apoi printr-un tub de reacție (136), cu care este articulată printr-un ax (137) și apoi iese printr-un racord de ieșire (138), debitul masic  $Q_m$  determină generarea unei forțe de reacție  $F_R$ , care tinde să rotească tubul de reacție (136) față de axul (137), și corespunzător variației forței de reacție la valoarea  $F_R$ , sub efectul acesteia, tubul de reacție (136) se rotește iar axul (137), fiind rigid cu tubul de reacție (136), se rotește cu unghiul  $\alpha$ , împreună cu un magnet (140), care este rigidizat față de axul (137), iar un magnet (142) din interiorul unei carcase (139) a debitmetrului determină, prin cuplaj magnetic, rotirea cu același unghi  $\alpha$  a magnetului exterior (142), unghiul  $\alpha$  fiind unghiul de răsucire a unui arc elicoidal (144), fixat cu un capăt de un suport al său (145), și cu celălalt capăt de o tijă a unui sector circular (146), care la rândul său este fixat rigid, prin lipire, pe magnetul exterior (142), rotindu-se astfel la rândul său cu unghiul  $\alpha$ , iar prin cuplaj mecanic coroana sectorului circular (146) transmite mișcarea sa de rotație unei role (147), implicit unui ax (148), față de care aceasta este fixat rigid, iar un brat rezistiv radial (149), este fixat rigid față de rola (147), brat care este o tijă din material electroizolant pe care este bobinată uniform o rezistență electrică realizată din o sarmă cu rezistivitate foarte mare, iar o camă (150) este amplasată rigid pe capacul carcasei (139) și are lipit pe întregul său contur exterior un conductor electric (151), astfel încât deoarece bratul rezistiv radial (149), este în permanent contact cu conductorul (151), punctul de contact fiind cel aferent lungimii  $R$  a razei camei corespunzătoare valorii unghiului de rotație  $\beta$ , implicit valoarea rezistenței electrice  $R_E(\beta)$  a bratului rezistiv (149), fiind detectată ca cea dintre punctul său central  $A$  și punctul  $B$  de contact cu conductorul electric (151), aferent razei  $R$  ( $\beta$ ) corespunzătoare unghiului  $\beta$ , iar rezistența electrică  $R_E(\beta)$  dintre punctele  $A$  și  $C$  este detectată de un bloc electronic (152), care după prelucrarea conform relației analitice, deja stocate în softul său, blocul (152), emite semnalul electric de ieșire al debitmetrului.

5. Debitmetru cu reacție fără piese mobile conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** în configurația de tip by-pass se amplasează în montaj by-pass două conducte, respectiv o conductă principală (153) și o conductă secundară (154) astfel ca pe conductă principală este amplasată o rezistență fluidică (155) realizată prin diafragma, ajutor, sau tub Venturi scurt, iar pe conductă secundară (154), cu diametru mic, se amplasează un debitmetru cu reacție (156) prin care prelevează și măsoară debitul  $q$ , de o valoare mică, din debitul total  $Q$ , de intrare în conductă principală (153) cu diametru mare, debitmetrul cu reacție (156) putând fi realizat în oricare din configurațiile individuale anterior revendicate.



6. Debitmetru cu reacție fara piese mobile conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea ca** in configuratie cu structura extinsa, cu masurarea fortei de irmpingere de iesire prin echilibrare electromagnetica , debitul măsurat  $Q$  întră printr-o conexiune de intrare (157), constând dintr-o conexiune de intrare (158) a unui deviator de jet (159), plasat la intrarea debitmetrului, deviatorul de jet (159), fiind acționat de un solenoid (160), comută debitul fluidului intrat, fie la o ieșire (161), catre „debitmetrul principal” corespunzător poziției I a deviatorului, fie la o ieșire (162), catre „debitmetrul secundar”, corespunzător poziției II a deviatorului și invers, conform comenzii primite de la un bloc electronic (163) astfel incat daca deviatorul (159) este comandat inițial în Poziția I și, în consecință, fluidul curge numai prin „debitmetrul principal”, care consta dintr-un tub de admisie imobil (164), un tub de reacție (165) care generează forța de reacție și un tub de evacuare (166), tubul principal de reacție (165) fiind prevăzut cu un arbore (167) perpendicular pe acesta și rigid fata de el, asigurând posibilitatea rotirii tubului (165) fata de axa verticala a arborelui, iar forța de reacție  $F_{RM}$ , generată de tubul de reacție (165), acționează la o distanță  $L_M$  fata de axa arborelui, iar ubul principal de reacție (165) este prevăzut cu un bosaj (168) in care la o distanță  $L_0$  fata de axa arborelui, este încorporat rigid un stift (169) la a capătul caruia este fixat rigid un magnet (170) poziționat în interiorul unui mic tub închis (171), ansamblul format din stiftul (169) și magnetul (170) putandu-se deplasa fata de tubul inchis (171), iar in exteriorul tubului (171), este amplasat un magnet inelar (173), care se poate deplasa liber fata de acesta, fixat rigid de un suport al său (174) care, la rândul său, este fixat constructiv de partea mobilă a unui senzor de forță (175), transmitindu-i permanent forța de împingere  $F_0$ , de iesire primită prin cuplaj magnetic de la magnetul (170) si proporțională cu forța de reacție  $F_{RM}$  iar senzorul de forță (175) primește forța de împingere de ieșire  $F_0$  cu valoarea  $F_0^I$ , corespunzătoare poziției I a deviatorului de jet (159) asigurandu-se echilibrarea electromagnetica și măsurarea acesteia, in consecință, semnalul de ieșire electrică al senzorului de forță (175) este proporțional cu valoarea forței de împingere  $F_0^I$  și se aplică unui bloc electronic (163) care calculează valoarea forței de reacție  $F_{RM}$ , conform relației cunoscute dintre forțele  $F_0^I$  și  $F_{RM}$ , și apoi valoarea corespunzătoare a debitului principal măsurat  $Q_M$ , utilizând curba de calibrare  $Q_M = Q_M(F_{RM})$ , stocata anterior în memoria sa.

7. Debitmetru cu reacție fara piese mobile conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea ca** in configuratia cu structura extinsa, cu masurarea diferentiaa a fortei de irmpingere, fluidul intrat printr-un racord (186), aferent unui deviator de jet (187), conform comenzii unui solenoid al său (188), este comutat de catre catre deviator, fie catre o ieșire a sa (189), spre „debitmetrul principal” corespunzător poziției I a deviatorului, fie catre o alta ieșire a sa (190) catre „debitmetrul secundar” corespunzător poziției II a deviatorului și invers, in functie de comanda primita de la un blocul electronic (191) astfel daca deviatorul (187) este comandat inițial în poziția I și fluidul este direcționat să curgă numai prin „debitmetrul principal”, un știft (192) apasă pe o față a unei membrane de separare (193) cu forța  $F_0^I$ , determinând o presiune de apasare  $p_0$  pe fața sa opusă, presiunea  $p_0$ , la care se adaugă permanent presiunea statică  $p_f$  a fluidului măsurat, este preluată de lichidul de transmisie, care umple complet o conexiune (194), iar suma lor este aplicată la intrarea de înaltă presiune a unui senzor de  $\Delta p$ , (195), influența presiunii statice  $p_f$  a fluidului măsurat fiind anulată permanent prin aplicarea acesteia, la intrarea de presiune scăzută a senzorului  $\Delta p$ , (195) printr-o conexiune

(196), astfel ca senzorul (195) asigură măsurarea diferențială a presiunii de împingere  $p_0$ , respectiv compensarea acesteia cu temperatura și presiunea fluidului măsurat, iar semnalul de ieșire al senzorului (195), care redă valoarea presiunii de apăsare  $p_0$ , se aplică unui bloc electronic (191) care având ca punct de start calculul valorii forței de apăsare  $F_0$ , corespunzătoare forței de reacție  $F_{RM}$  care a determinat apariția presiunii  $p_0$  asigură calculul valorii instantanee a debitului măsurat  $Q_M$ , utilizând curba de calibrare  $Q_M = Q_M(F_{RM})$ , stocată anterior în memoria sa, sub aspect constructiv poziționarea relativă între tubul de reacție principal (202) și tubul de reacție secundar (197) fiind realizată astfel încât știftul (201) să fie în contact permanent cu tubul de reacție principal (202) și să-l împingă cu forța  $F_S$  pe toată perioada cât deviatorul (187) este în poziția II, iar măsurarea debitului este asigurată de debitmetrul secundar, în acest fel, sub efectul acestei forțe  $F_S$ , știftul (201) al tubului principal de reacție (202) va apăsa membrana de separare (193) cu o forță având valoarea amplificată  $F_0^{II}$ , senzorul (195) de  $\Delta p$  și blocul electronic (191) fiind amplasate în interiorul unei cutii (203), închisă etans cu un capac (204), iar preluarea și măsurarea acestei forțe de împingere  $F_0^{II}$ , sunt realizate identic de către senzorul  $\Delta p$ , (195) inclusiv calculul de către blocul electronic (191) a valorii debitului măsurat realizat identic ca în situația corespunzătoare poziției I a deviatorului (187), principiul de măsurare impunând necesitatea asigurării cerinței  $F_{0max}^I = F_{0max}^{II}$ , iar în funcție de valoarea debitului măsurat  $Q_S$ , blocul electronic (191) comandă poziția deviatorului (187).

8. Metoda de măsurare a debitului. în baza debitmetrului cu reacție fără piese mobile, de la revendicarea 1, caracterizată prin aceea că presupune parcurgerea următorilor pași:

Pas 1.- stabilirea din considerente tehnice ce tin natura fluidului măsurat, mărimea debitului și disponibilitatea, a tipului de configurație de debitmetru specifică utilizată: individuală, în by-pass și respectiv extinsă,

Pas 2. - introducerea fluidului al cărui debit  $Q = Axv$  se măsoară printr-un tub vertical fix necesar pentru asigurarea unei mărimi de referință, prin realizarea unei valori constante a ariei de curgere  $A$  și obținerea și identificarea ca mărime variabilă de măsurat a vitezei  $v$  a fluidului;

Pas 3 - preluarea vitezei fluidului  $v$  ca mărime variabilă și transformarea sa într-o forță de reacție exercitată asupra unui tub orizontal cuasi mobil îndoit la  $90^\circ$ , numit element de reacție;

Pas 4 - sesizarea, ca parametri intermediari de calcul al debitului, proporționali cu debitul:

A. în configurația individuală cu dependența neliniară a mării de ieșire –debit măsurat

- momentul forței de reacție, fie
- presiunea diferențială exercitată de forța de reacție fie
- forța de reacție ;

B. în configurație individuală cu dependența liniară a mării de ieșire- debit măsurat;

- forța de reacție urmată de tensiunea electrică generată la ieșirea unei came de transformare neliniară ;;

C. în configurație by-pass

-raportul între debitul masic secundar măsurat pe o conductă secundară de către debitmetrul fără piese mobile și debitul masic principal pe o conductă secundară restricționată de o rezistență fluidică;

D. în configurație extinsă

- valoarea de comutare, prin intermediul unui deviator de jet, între valorile de debit măsurabile de către două debitmetre, astfel corelate încât unul se află practic în continuarea celuilalt, funcție de care intervine parametrul intermediar de calcul specific debitmetrului aflat în funcțiune;

Pas 5 - preluarea mărimii intermediare după caz, printr-un senzor de moment, senzor de presiune diferențială sau respectiv un senzor de forță;

Pas 6 - prelucrarea electronică a parametrilor în vederea redării valorii efective a debitului măsurat.

Metoda de măsurare a debitului. în baza debitmetrului cu reacție fără piese mobile, conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** în vederea executării procedurii de la PAS 4 B, unui debitmetru cu reacție fără piese mobile bazat pe măsurarea forței de reacție bazat pe relația neliniară de dependență a forței de reacție  $F_R$  de debitul măsurat  $Q_m$ , i se aplică o soluție de liniarizare realizată prin intermediul unei came de transformare neliniară a forței  $F_R$  în mărimea de ieșire  $X_I = F_R^{1/2}$ , astfel încât dependența dintre mărimea de ieșire  $X_I$  și debitul măsurat  $Q_m$  se liniarizează conform relației:  $X_I = (k_1 \times \rho^{-1}) \times Q_m$

**10.** Metoda de măsurare a debitului. în baza debitmetrului cu reacție fără piese mobile, conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** în vederea executării procedurii de la PAS 4 C, se amplasează un debitmetru cu reacție fără piese în mișcare pe o conductă secundară, în paralel cu o conductă principală prevăzută cu o rezistență fluidică, conductă secundară având un diametru semnificativ mai mic față de cel al conductei principale astfel încât prin stabilirea anterioară a relației dintre debitele de fluid trecute prin cele două conducte, configurația asigură, prin măsurarea efectivă a unui mic debit secundar de către debitmetrul cu reacție aferent, determinarea prin calcul al debitului total măsurat.

**11.** Metoda de măsurare a debitului. în baza debitmetrului cu reacție fără piese mobile, conform revendicării 8, **caracterizată prin aceea că** în vederea executării procedurii de la PAS 4 D, se realizează o configurație sub forma unei conexiuni și corelări funcționale speciale, între două debitmetre de reacție neliniare, care au cele două intervale de măsurare a debitului astfel corelate încât, valorile unuia sunt în continuarea celuilalt, cu o suprapunere foarte mică între ele, iar conform algoritmului stocat, un bloc electronic al debitmetrului comandă comutarea, cu un deviator de jet, a curgerii fluidului prin debitmetrul principal, aferent ramurii cu diametrul mare sau prin diametrul secundar aferent ramurii cu diametrul mic, realizându-se astfel o extindere importantă a intervalului total de măsurare al debitului.

76

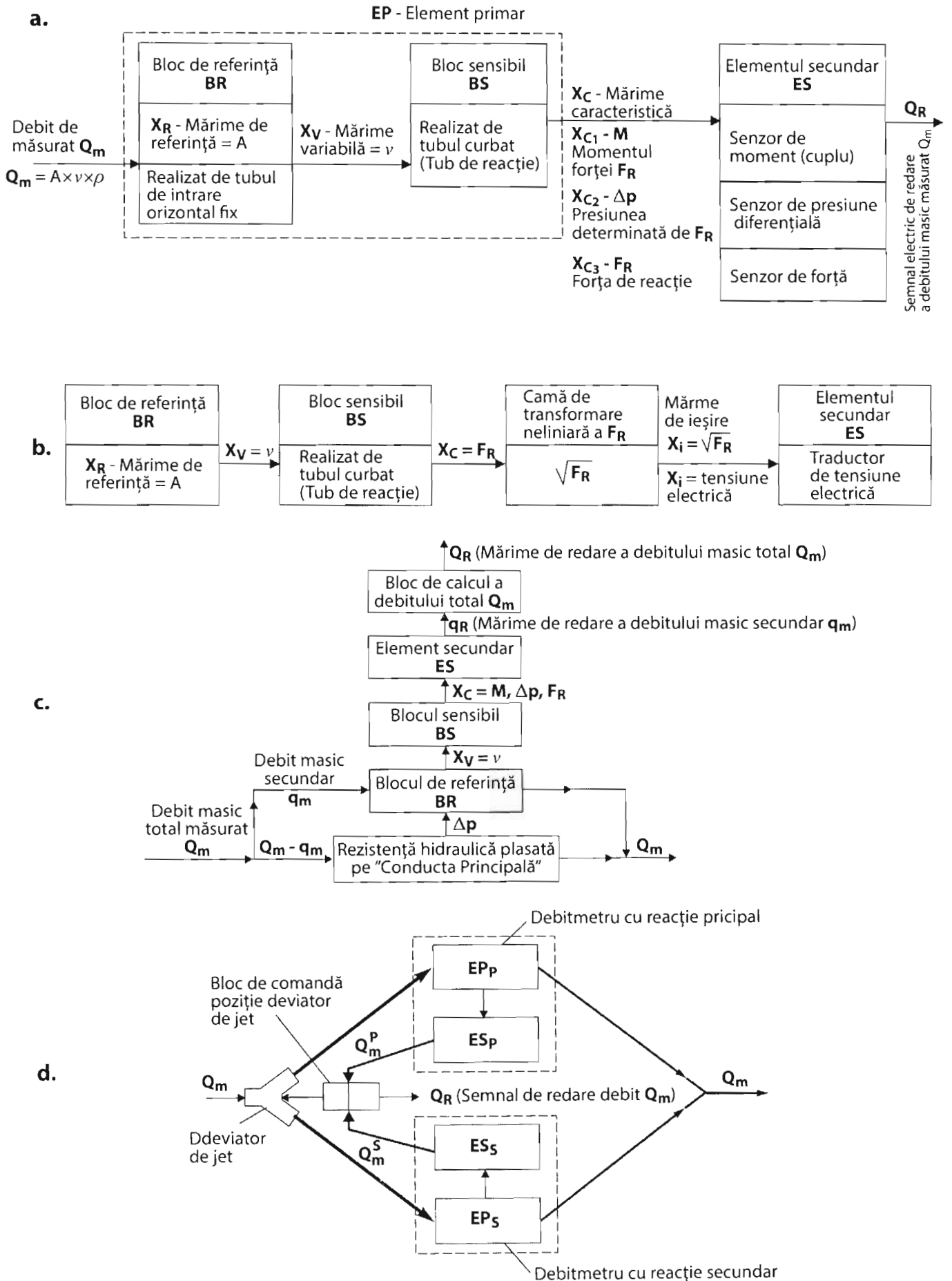


Fig. 1

75

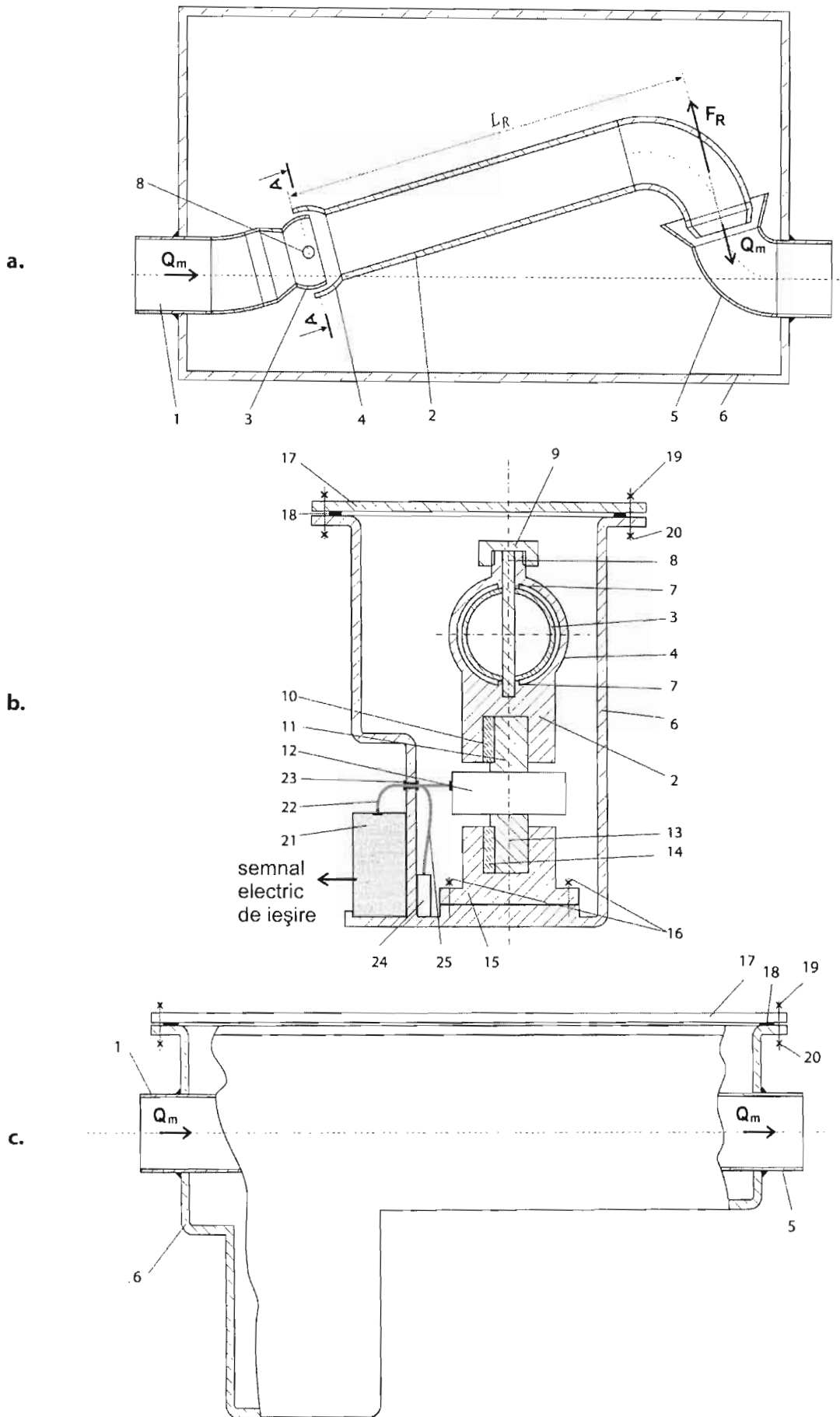
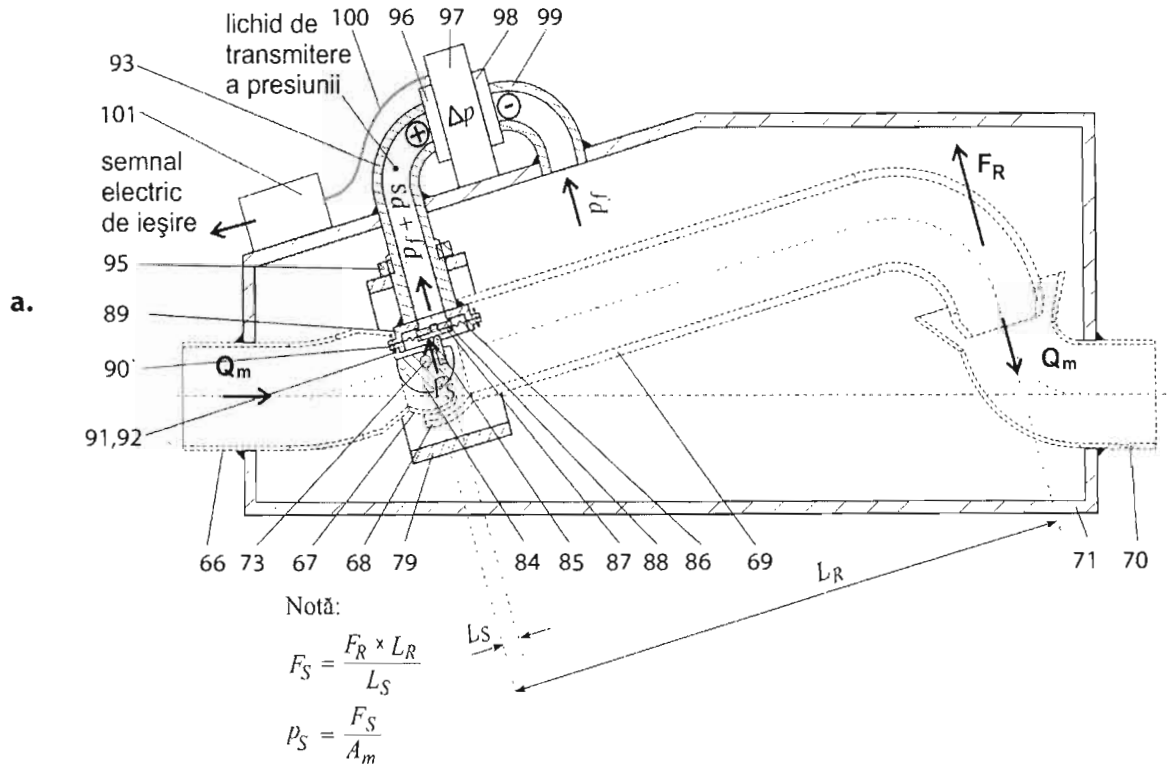


Fig. 2





b.

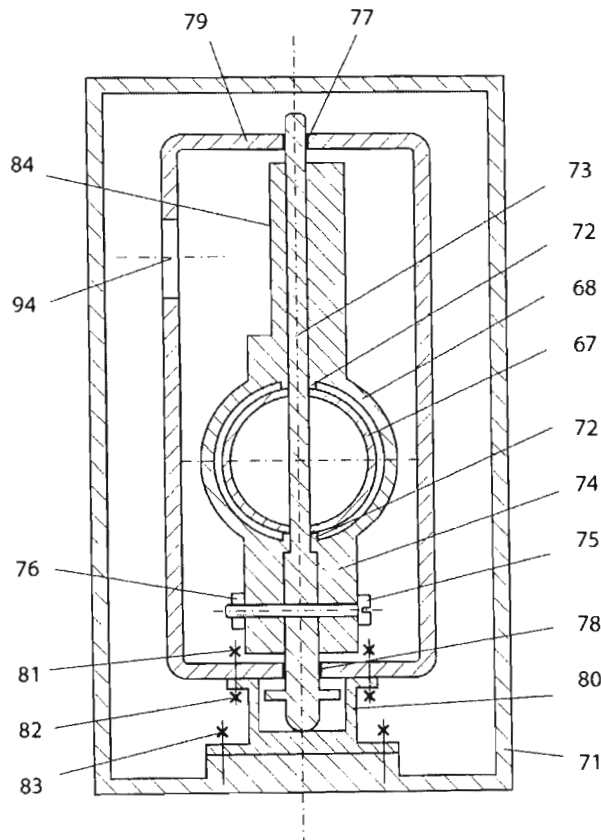


Fig. 4

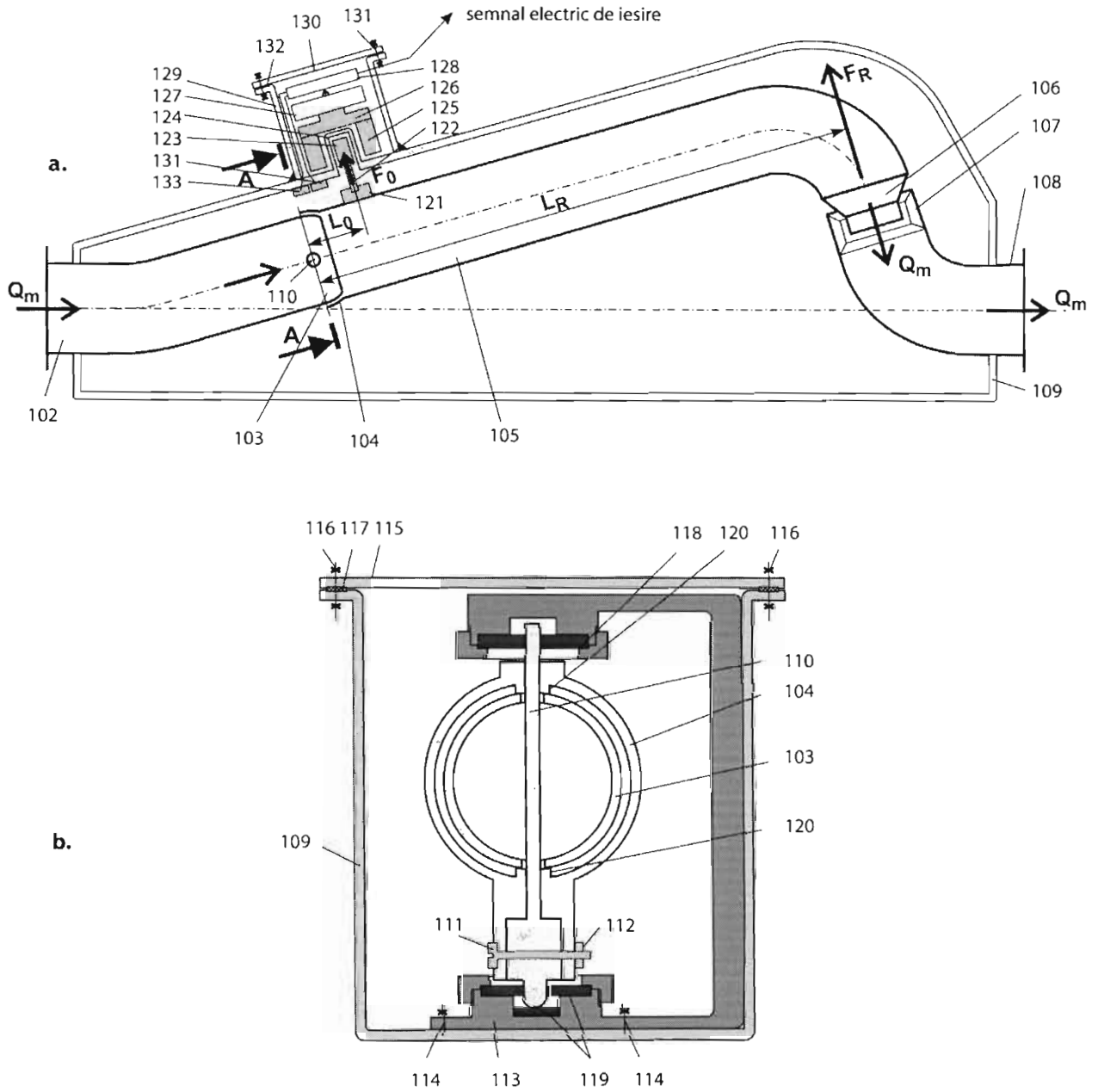


Fig. 5



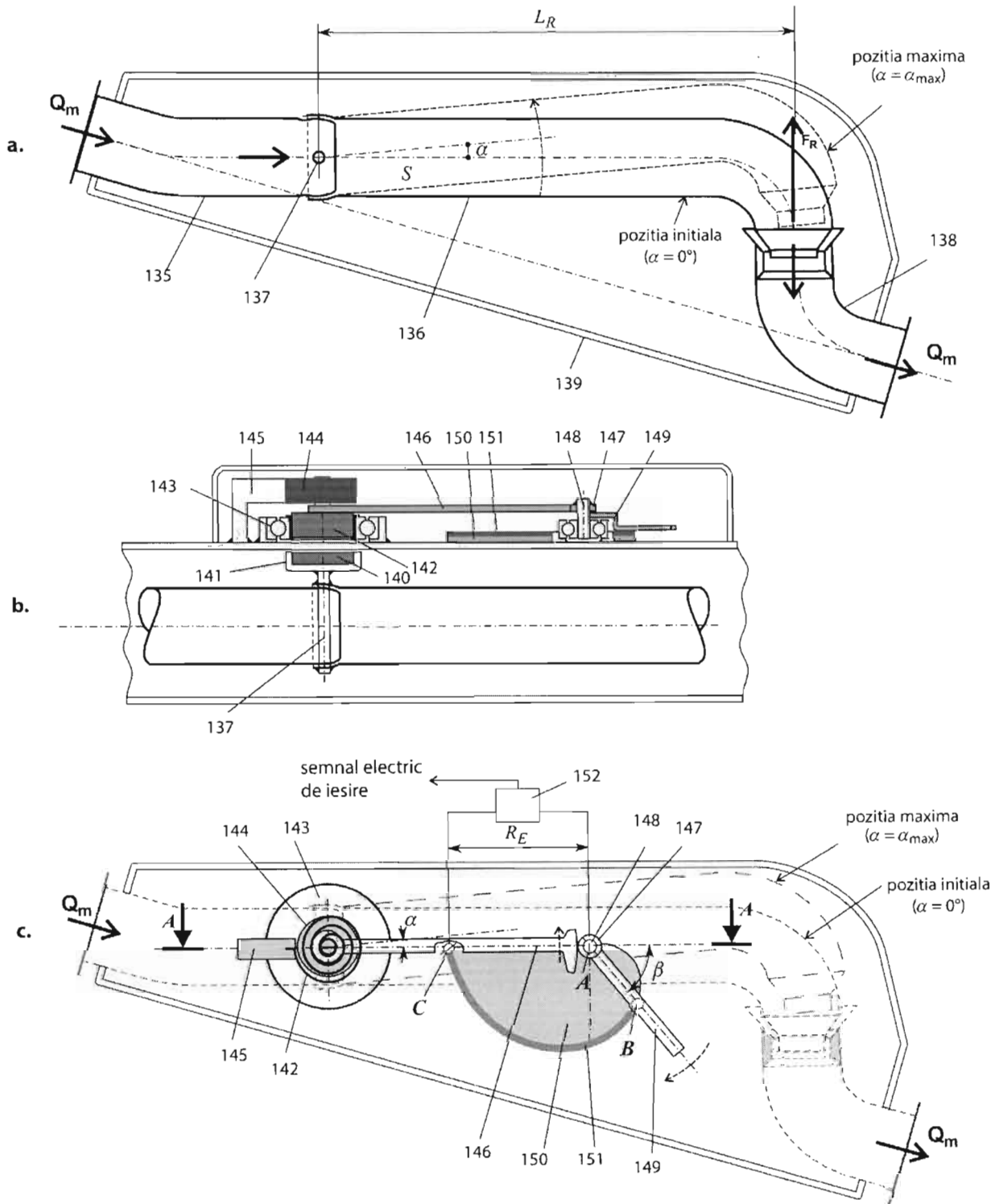


Fig. 6

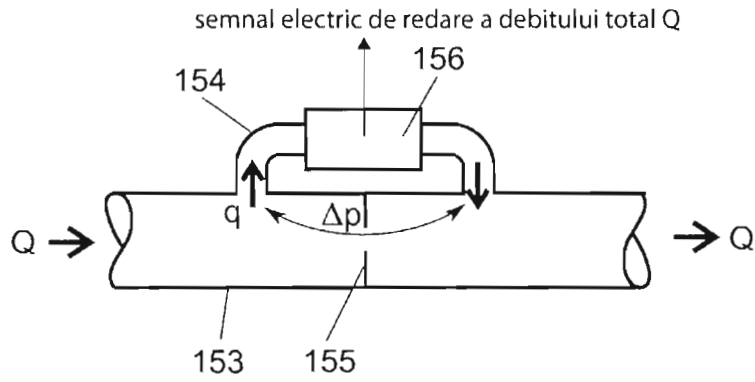


Fig. 7

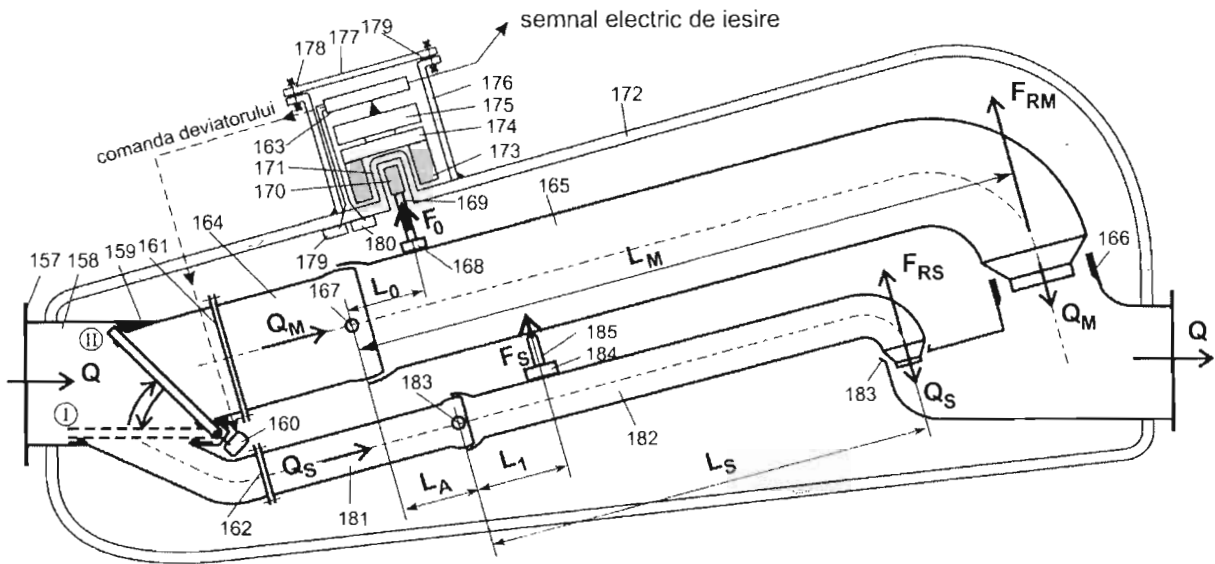


Fig. 8

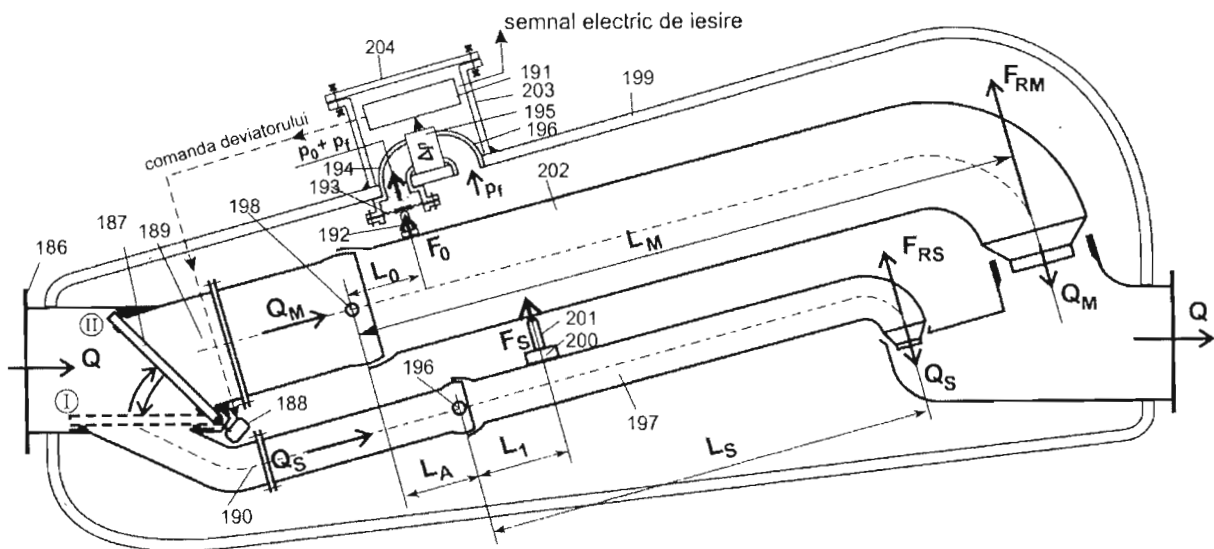


Fig. 9