

I.6 Elemente de execuție în sisteme de reglare automată.

Cunoașterea unui sistem de reglare automată presupune cunoașterea unor probleme legate de motivele care au determinat alegerea și dimensionarea elementelor componente, precum și modul de interconectare a lor, astfel încât să fie realizate performanțele impuse sistemului. În cadrul sistemelor automate elementele de execuție sunt elemente de cuplare a regulatorului la procesul supus automatizării. Ele pot fi privite ca generatoare de cuplu de antrenare, utilizând energie exterioară, dar comandate de semnalele elaborate de reglatoare. Elementul de execuție are un rol dublu: unul informațional și altul, de vehiculare a unor puteri importante. Prin intermediul elementului de execuție se acționează direct asupra surselor energetice ale procesului tehnologic, prin comanda acestora în conformitate cu cerințele impuse variației mărimii de ieșire din proces.

Un element de execuție este compus din **elementul de acționare (partea motoare) și organul de execuție propriu zis (organul de reglare)** determinat de natura mărimii comandate. Elementul de acționare transformă mărimea de comandă $c(t)$, într-o mărime motoare de execuție, pentru care natura fizică și nivelul energetic sunt compatibile cu organul de reglare care acționează direct asupra procesului tehnologic prin intermediul mărimii $m(t)$.

După natura energiei utilizate în funcția de execuție, aceste elemente se clasifică în: electrice, pneumatice și hidraulice.

După modul de acționare clasificarea este: cu acțiune continuă, discontinuă și de tip pas cu pas. În practică sunt utilizate două tipuri de elemente de execuție, în funcție de relația între mărimea de comandă c , obținută la ieșirea din regulator și mărimea de execuție m :

- cu acțiune integrală – (m este proporțională cu integrala mărimii c sau cu viteza de deplasare a tijei elementului de execuție);
- cu acțiune proporțională (este proporțională cu c).

Principalele calități ce trebuie luate în considerare pentru un element de execuție sunt:

- puterea (sau cuplul) dezvoltată la ieșire, corelată cu puterea necesară acționării organului de reglare, pentru întreg domeniul de încărcare al procesului;
- domeniul de liniaritate, cât mai mare al caracteristicilor statice, în vederea asigurării sensibilității necesare reglajului;
- precizie și fiabilitate cât mai performante;
- viteze de răspuns cât mai mari (constante de timp de răspuns cât mai mici);

- posibilitatea reglării vitezei în limite largi, cu inversarea sensului de mișcare;
- soluții constructive cât mai simple (ușor de întreținut) și cât mai economice.

I.6.1 Elemente de acționare pneumatică și hidraulică.

Din punct de vedere constructiv, aceste elemente pot fi: cu membrană (cu simplu și dublu efect), cu piston (cu simplu și dublu efect), pentru mișcări de translație și cu palete, pentru mișcări unghiulare. Pot fi comandate de regulatoare electronice sau pneumatice. La utilizarea regulatorului electronic, cuplarea între regulator și elementul de execuție se face prin intermediul unui convertor electro-pneumatic, care transformă liniar, semnalul unificat electric, într-un semnal unificat pneumatic.

Un element de acționare pneumatic, cu membrană ondulată, cu simplu efect este prezentat în Fig. I.6.1. Acesta este un ventil pneumatic cu membrană, de tipul normal deschis (ND).

Părțile componente sunt: membrana ondulată 1, flanșa superioară 2, care împreună cu membrana creează spațiul în care se introduce presiunea p , flanșa inferioară 3, tija de acționare a organului de execuție 4 (aici organul de execuție este un robinet cu ventil pentru abur), resortul 5, corpul robinetului 6 cu ventilul 7 și șurubul de reglare manuală 8, prin care se tensionează corect resortul.

Elementul este de tipul normal deschis, pentru că în lipsa presiunii p , resortul menține membrana ridicată, respectiv ventilul se află în poziția de deschidere completă a secțiunii de trecere a aburului. Efectul este de proporționalitate inversă între creșterea semnalului de comandă c , materializat prin creșterea presiunii p și reducerea debitului de lichid, respectiv de micșorare a mărimii de intrare m , în procesul tehnologic.

La apariția semnalului de comandă c , materializat prin creșterea presiunii p pe partea superioară a membranei ondulate, se creează forța ce determină comprimarea resortului, urmată de închiderea ventilului. Asigurarea blocării trecerii unui debit de abur prin ventil este materializarea blocării de intrare a mărimii m în procesul tehnologic.

Un exemplu de element de acționare pneumatică, este prezentat în Fig. I.6.2 – un robinet cu ventil de tip normal închis (NI), acționat pneumatic cu o membrană ondulată.

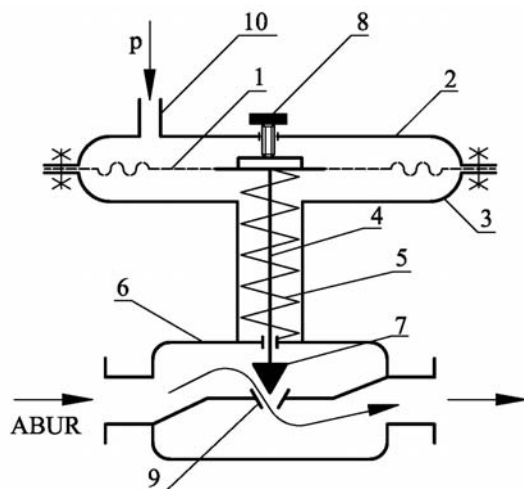


Fig. I.6.1. Element de acționare pneumatică (ventil), cu membrană, de tip normal deschis;
 1 – membrană elastică; 2 – flanșa superioară; 3 – flanșa inferioară; 4 – tijă de acționare;
 5 – resort; 6 – corpul robinetului; 7 – ventilul propriu-zis; 8 – șurub de ajustare;
 9 – scaunul ventilului; 10 – racord aer comprimat.

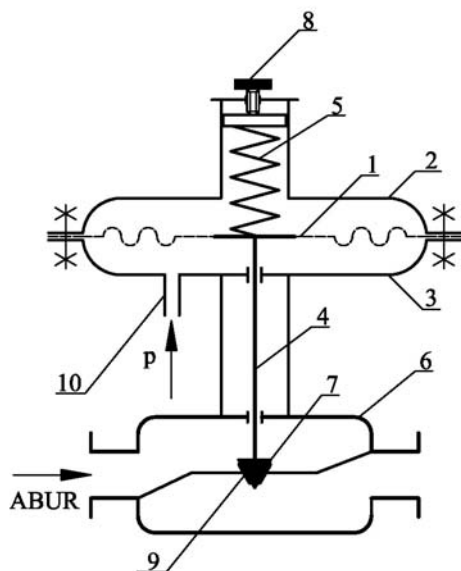


Fig. I.6.2. Element de acționare pneumatică (ventil), cu membrană, de tip normal închis;
 1 – membrană elastică; 2 – flanșa superioară; 3 – flanșa inferioară; 4 – tijă de acționare;
 5 – resort; 6 – corpul robinetului; 7 – ventilul propriu-zis; 8 – șurub de ajustare;
 9 – scaunul ventilului; 10 – racord aer comprimat; **Notă:** În lipsa presiunii la racordul de
 aer comprimat (10), ventilul (7) este ținut lipit de scaunul său (9) de către resortul (5).

Părțile componente sunt aceleași ca și în cazul prezentat în Fig. I.6.1, cu deosebirea că resortul este amplasat deasupra membranei și împingerea membranei în jos determină tija să fie apăsată, respectiv ventilul închis. De această dată racordul pentru presiune este amplasat pe flanșa inferioară și presiunea acționează în camera formată de suprafața membrana elastică 1 și flanșa inferioară 3.

Alegerea unui element de execuție, cu poziția de normal deschis sau normal închis, este determinată de efectele pe care le aduce în proces, la poziția normală a elementului, când dispare semnalului de comandă. Astfel, în cazul în care o rămânere în poziția normal-închisă a ventilului, corespunde cu condiția necesară eliminării unor efecte dăunătoare, datorate defectării sistemului automat, elementul de acționare trebuie ales cu poziția de funcționare normal închisă (ex: ventilul de admisie a gazului metan într-o instalație).

Pentru îmbunătățirea răspunsului tranzitoriu și a preciziei în funcționare se folosește un alt element de acționare pneumatică de tip cilindru cu piston—poziționarul pneumatic (servomotor pneumatic). Acesta poate fi un piston cu simplu efect sau cu dublu efect.

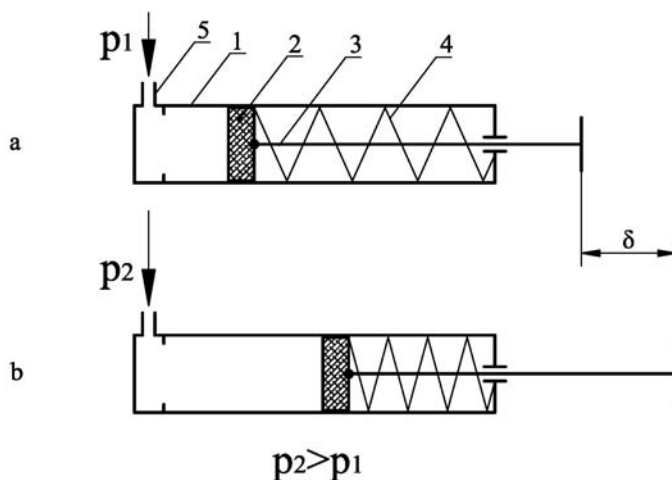


Fig. I.6.3. Servomotor pneumatic de tip cilindru cu piston cu simplu efect; 1 – cilindru; 2 – piston; 3 – tijă de acționare; 4 – resort elastic; 5 – racord pentru aer comprimat.

Poziționarul cu simplu efect (v.Fig. I.6.3) se compune din: cilindru 1, piston 2, tijă de acționare a organului de execuție 3, resortul 4 și racordul pentru aer comprimat 5. Principiul de funcționare constă în aplicarea semnalului de comandă c , prin intermediul unei presiuni p , care determină

forța de acționare asupra pistonului, respectiv comprimarea resortului și deplasarea tijei de acționare a organului de execuție, proporțional cu presiunea aplicată. În Fig. I.6.3 sunt prezentate două situații, a și b, în care presiunea aerului comprimat este diferită. Se observă că datorită creșterii presiunii resortul se comprimă și apare deplasarea δ .

Poziționarul cu dublu efect (v.Fig. I.6.4) se compune din cilindru 1, piston 2, tija de acționare a organului de execuție 3 și racordurile pentru aer comprimat 4 și 5. Asupra pistonului se exercită două presiuni p_1 , p_2 , respectiv două forțe, de sensuri contrare, care determină deplasarea tijei de acționare în sensul determinat de valoarea presiunii (forței de acționare) relative și momentane, mai mare, dintre cele două presiuni. Spre exemplificare, în situația a din Fig. I.6.4 p_1 este mai mic decât p_2 și pistonul este deplasat spre stânga, iar în situația b $p_1=p_2$, ceea ce face ca pistonul să se plaseze la mijlocul cilindrului.

Presiunea poate fi de natură pneumatică (aer, azot) sau hidraulică (apă, ulei). Acționarea pneumatică este recomandată reglării proceselor lente și se caracterizează prin viteză de răspuns relativ ridicată, cu un domeniu de liniaritate mare, o construcție simplă și robustă, care poate dezvolta forțe și cupluri mari, compatibile cu organele de reglare a debitelor de fluide.

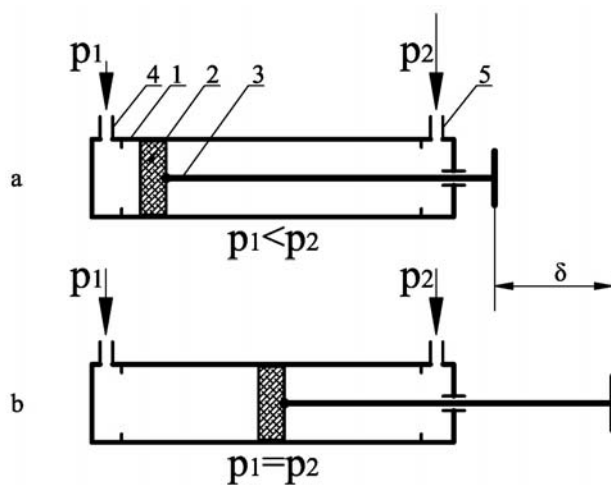


Fig. I.6.4. Servomotor pneumatic de tip cilindru cu piston cu dublu efect; 1 – cilindru; 2 – piston; 3 – tijă de acționare; 4 și 5 – racorduri pentru aer comprimat.

I.6.2 Elemente de acționare electrică.

Acționarea electrică a organelor de reglare se poate face:

- **continuu**, cu ajutorul motoarelor electrice de c.c. (clasice sau pas cu pas), motoare electrice monofazate, bifazat sau trifazate și cu ajutorul motoarelor electrice cu rotor disc (servomotoare electrice);
- **discontinuu**, cu ajutorul electromagneților.

I.6.2.1 Elemente de acționare electrică continuă.

Utilizarea motoarelor pas cu pas permite acționarea discretă a organelor de reglare.

Pentru puteri reduse necesare acționării organului de reglare se utilizează ca element de acționare motorul de curent alternativ bifazat. Turația axului motorului pentru o sarcină dată este proporțională cu valoarea curentului din înfășurarea de comandă, iar sensul de rotație depinde de faza curentului de comandă, care este cu 90° în avans sau în urma curentului de lucru, care circulă prin a doua înfășurare (de lucru) a motorului.

Cuplarea cu organul de reglare se face prin intermediul unui reductor de turație, pentru a se asigura un cuplu mărit față de puterea motorului și totodată și o compatibilitate între turația motorului, cu turația de antrenare a organului de reglare.

Motorul de curent alternativ este un element robust, simplu și cu inerție mică, avantaje care-l situează înaintea motorului de curent continuu. Motoarele electrice, ca elemente de acționare, au viteza de răspuns mai redusă decât cele pneumatice sau hidraulice, dezvoltă un cuplu mai redus pentru același volum, dar sunt mai fiabile și mai ușor de întreținut. Exemple de utilizare a motoarelor electrice sunt prezentate în Fig. I.6.5 și Fig. I.6.6.

În Fig. I.6.5 este prezentat ca organ de acționare un motor de curent alternativ 2 (cu turație variabilă $n \neq ct.$), alimentat prin intermediul convertizorului static de frecvență variabilă ($f \neq ct.$) 1, care antrenează pompa centrifugă 3 (organul de reglare antrenat cu turația $n \neq ct.$ și debitul variabil $Q \neq ct.$, proporțional cu variația frecvenței f).

În Fig. I.6.6, este prezentat motorul electric 1 (de c.c. sau c.a.), care antrenează prin intermediul reductorului mecanic 2, tija de acționare 3, a organului de reglare 4 (robinet cu sertar). Mișcarea de rotație a axului motorului este transformată, de reductorul mecanic, într-o mișcare de translație (reductorul fiind de tip melc – roată melcată), transmisă tije de acționare a sertarului din robinet. Datorită deplasării poziției sertarului din

robinet, va rezulta o creștere sau reducere a debitului ($Q \neq \text{ct.}$) de fluid, vehiculat prin robinet.

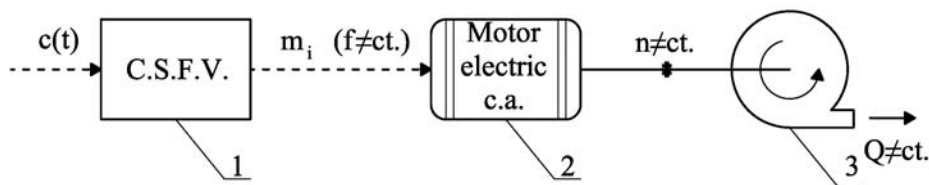


Fig. I.6.5. Schema de principiu a reglării debitului cu o pompă cu turație reglabilă prin intermediul unui convertor static de frecvență variabilă; 1 – convertor static de frecvență variabilă (CSFV); 2 – motor electric de curent alternativ cu rotor în scurtcircuit; 3 – pompa centrifugă al cărei debit se modifică în funcție de viteza de rotație a motorului de antrenare.

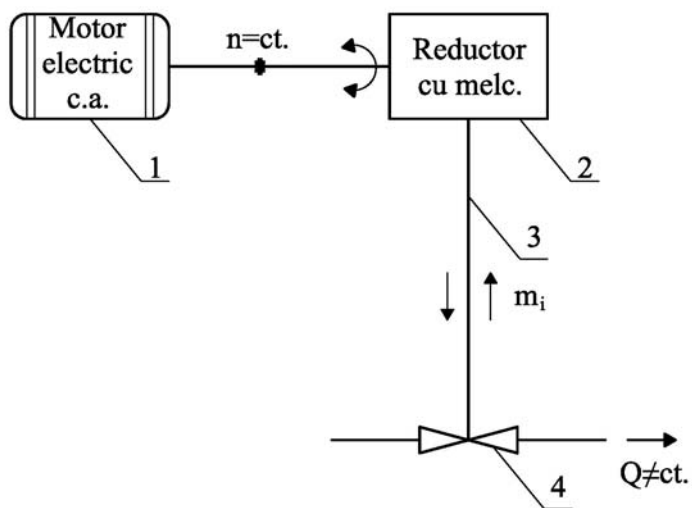


Fig. I.6.6 Schema de principiu a reglării debitului cu un robinet servoacționat prin intermediul unui grup motor – reductor; 1 – motor electric de curent alternativ; 2 – reductor de turație cu melc; 3 – tijă de acționare a sertarului robinetului de reglaj; 4 – corpul robinetului de reglaj.

De menționat este faptul că elementul de acționare poate să se compună din mai multe dispozitive, așa cum se prezintă exemplul din Fig. I.6.5. În acest caz, elementul de acționare se compune din convertizorul de frecvență variabilă (CSFV) împreună cu motorul electric cu turație variabilă, în funcție de frecvență.

1.6.2.2 Elemente de acționare electrică discontinuă (tip tot – nimic).

Acționarea cu electromagneți se caracterizează prin realizarea cu a numai **două** poziții ale organului de reglare – deschis sau închis. Asemenea elemente de acționare sunt frecvent întâlnite în reglările industriale bipoziționale. Trecerea dintr-o stare staționară în cealaltă se realizează într-un timp scurt (0,1 sec), la aplicarea semnalului de comandă maxim.

a) **Electroventilul** – este un exemplu de electromagnet (organul de acționare) asociat cu un robinet cu ventil (organul de reglare), care constituie împreună un electroventil (organ de execuție – ventil electromagnetic); acesta este prezentat în Fig. I.6.7 și se compune din:

- *elementul de acționare* (electromagnetul) – bobina 1, miezul feromagnetic 2, tija de acționare a organului de execuție 3, resortul 4, discul solidar cu tija pe care se sprijină resortul 5;
- *organul de execuție* (robinetul cu ventilul) – corpul robinetului 6, ventil 7, scaunul ventilului 8;

În Fig. I.6.7 sunt prezentate cele două situații, a și b. În situația a la bornele bobinei tensiunea $U=0$ și resortul menține ventilul apăsat pe scaunul ventilului oprind astfel trecerea fluidului. În situația b la bornele bobinei se aplică tensiunea nominală, deci $U=U_n$, forța magnetică generată învinge forța resortului, atrage ansamblul miez feromagnetic – tijă – ventil și deschide astfel calea de trecere a fluidului.

După poziția normală (poziție staționară – neacționat) electroventilele pot să fie de tip normal închis (NI) sau normal deschis (ND). Alimentarea electromagnetului se poate face în c.c. (la tensiuni 6, 12, 24, 110 V) sau în c.a. (24, 110, 250, 400 V). În figură electroventilul este de tip NI. La primirea semnalului de comandă, bobina este alimentată cu tensiune și are efectul de atragere a miezului în interiorul bobinei, respectiv comprimarea resortului împreună cu deschiderea ventilului.

b) **Releul intermediar** – este un aparat de conectare ce are în componență un electromagnet și mai multe contacte, atât de tip ND cât și de tip NÎ. Prin alimentarea bobinei releului se modifică poziția acestor contacte. Releele intermediare pot fi utilizate pentru diferite scopuri, cum ar fi: multiplicarea numărului de contacte, inversarea tipului de acțiune (din contact NI în ND sau invers), la alimentarea releelor de timp și/sau a elementelor de semnalizare etc. Un exemplu de model constructiv este prezentat în Fig. I.6.8.

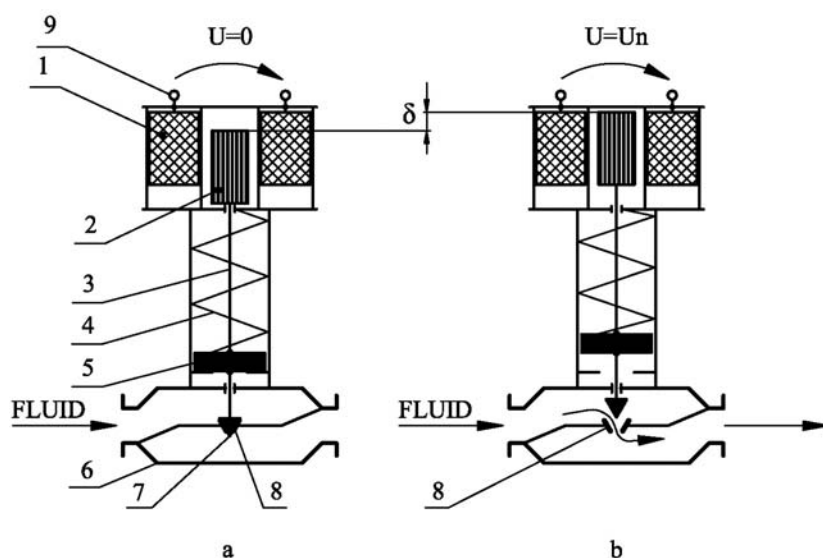


Fig. I.6.7. Ventil electromagnetic (electroventil) de tip normal închis (NI); a – tensiunea la bornele bobinei este $U=0$; b – tensiunea la bornele bobinei este $U=U_n$; 1 – bobina electromagnetului; 2 – miezul feromagnetic (armătura mobilă); 3 – tija de acționare a ventilului; 4 – resort elastic; 5 – discul de sprijin al resortului solidar cu tija de acționare; 6 – corpul robinetului; 7 – ventilul propriu-zis; 8 – scaunul ventilului; 9 – bornă de contact a bobinei.

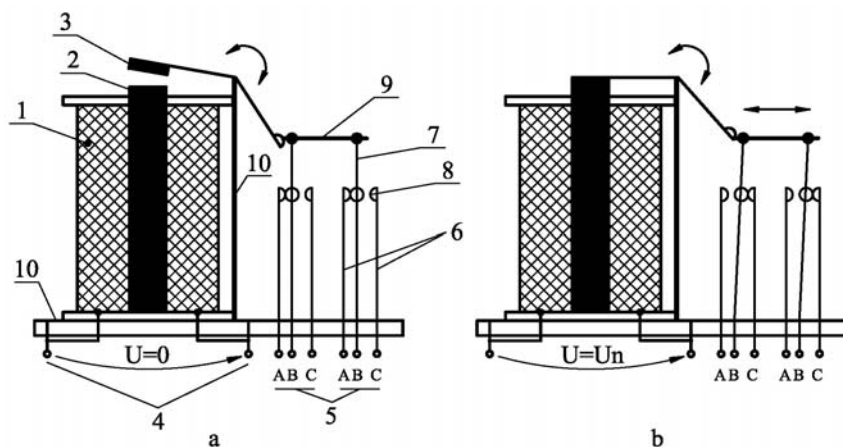


Fig. I.6.8. Releu electromagnetic (releu intermediar); a – bobina nu este alimentată: $U=0$; b – la bornele bobinei s-a aplicat tensiunea nominală: $U=U_n$; 1 – bobină; 2 – armătură fixă; 3 – armătură mobilă; 4 – bornele de legătură ale bobinei; 5 – bornele de legătură ale contactelor; 6 – lamelele rigide ale contactelor (cu rol de contacte fixe); 7 – lamelă elastică (cu rol de contact mobil); 8 – plotul contactului; 9 – regletă electroizolantă fixată de lamelele elastice; 10 – suport electroizolant.

În Fig. I.6.8 lamelele contactelor releului sunt notate cu A, B și C. Dacă se utilizează lamelele A și B se obține un contact de tip NI, dacă se utilizează lamelele B și C se obține un contact de tip ND iar dacă se utilizează toate trei lamelele se obține un comutator cu 2 poziții. Releul prezentat în figura amintită are 2 seturi de contacte.

c) **Releul de timp** – este un aparat de conectare care se utilizează atunci când un anumit consumator trebuie alimentat **pentru o perioadă de timp bine determinată** sau atunci când un consumator trebuie alimentat **după o perioada de timp bine determinată**. În primul caz, se utilizează **releele de timp cu temporizare la revenire**, iar în cazul al doilea **releele de timp cu temporizare la acționare**.

Constructiv temporizarea la releul de timp electromecanic, acționarea se obține cu un mecanism de ceasornic, cu micromotoare electrice sau cu circuite electronice. Releele de timp cu circuite electronice se caracterizează prin două stări diferite: o stare stabilă permanentă și o stare instabilă, temporară. Releul intră în starea instabilă la aplicarea unei comenzi asupra circuitului și rămâne în această stare un interval de timp bine definit, determinat de elementele circuitului. Comanda este constituită de un impuls foarte scurt, aplicat la intrare, ce va avea ca rezultat, furnizarea la ieșire a unui impuls de durată fixată, uneori reglabilă, începând cu momentul comenzii. Se disting rele de timp electronice:

- cu semnal de intrare analogic;
- cu semnal de intrare digital.

Semnalul de ieșire, preluat de pe contacte, este un semnal digital.

1.6.2.3 Organe de execuție.

În funcție de natura energiei reglate și de tipul procesului, organele de execuție pot fi mecanice (ex. ventil, sertar) și electrice (ex. tensiune, frecvență, curent, rezistență), respectiv pentru reglarea unor debite sau pentru reglarea de mărimi electrice sau neelectrice. Cele mai frecvente organe de execuție pentru procese lente sunt robinetii de reglare pentru debite de fluid. Aici mărimea de intrare m_i este mărimea mecanică (deplasarea) generată de elementul de acționare, iar mărimea de ieșire $m_e \equiv m$ este debitul de fluid, care se introduce în proces.

Cele mai răspândite organe de execuție sunt robinetele (cu ventil sau cu sertar), pompele centrifuge sau cu piston (pompe dozatoare) și clapetele (circulare sau dreptunghiulare). Întrucât s-au exemplificat tipuri de organe de execuție din primele categorii, în Fig. I.6.9 se prezintă un exemplu de

clapetă, destinat reglării debitelor de fluid (aer sau apă) care pot transporta sau nu particule solide grosiere, printr-o conductă.

La robinetii de reglare, mărimea de intrare este mecanică (deplasare) determinată de elementul de acționare, iar mărimea de ieșire este debitul de fluid asupra căruia se intervine.

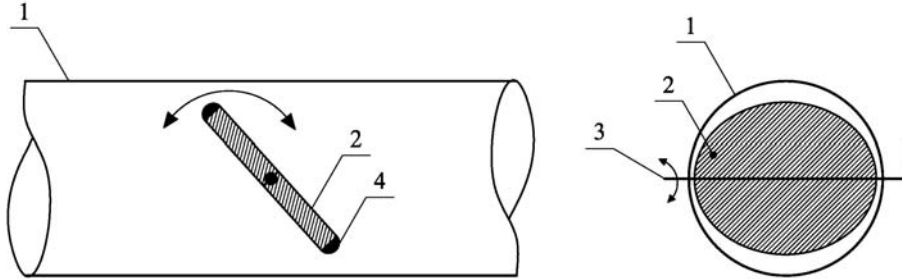


Fig. 1.6.9. Clapetă de reglaj; 1 – conducta pe care se face reglajul; 2 – clapeta de reglaj propriu-zisă; 3 – axul clapetei; 4 – garnitura de etanșare perimetrală a clapetei.

Relația matematică ce exprimă legătura dintre debitul de fluid, care trece printr-un robinet de reglare și secțiunea de trecere a acestuia:

$$Q_R = C_Q \cdot s_R \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_R}{\rho}} \quad (6.1.)$$

în care:

C_Q este un coeficient de debit ce caracterizează rezistența hidraulică a robinetului;

s_R - suprafața secțiunii de trecere a fluidului prin robinet;

ΔP_R - căderea de presiune pe robinet;

ρ - densitatea fluidului.

Căderea de presiune pe robinet ΔP_R , datorată rezistenței hidraulice a robinetului, este variabilă și dependentă de tipul fluidului și de caracteristicile constructive ale robinetului.

$$\Delta P_R = \Delta P_0 - \Delta P_C \quad (6.2.)$$

$\Delta P_0 = P_1 - P_2$ - căderea totală de presiune între sursa de fluid și procesul tehnologic,

ΔP_C - căderea de presiune pe conducta de legătură de la sursă la robinet, însumată cu căderea de presiune pe conducta de la robinet la proces.

Din analiza relațiilor (6.1.), (6.2.) se poate observa că debitul fluidului prin robinet depinde, nu numai de poziția ventilului (mai închis sau mai deschis), respectiv de poziția tijei de reglare; acest debit depinde și de sistemul hidraulic în care este montat robinetul, adică de căderile de presiune $\Delta P_0, \Delta P_C$. De asemenea trebuie observat că robinetul influențează debitul, prin construcția geometrică a lui, fluidul prin caracteristicile proprii, iar sistemul hidraulic, prin presiunea dată de sursă și căderile de presiune pe conductele de legătură. Influența robinetului se concretizează printr-un coeficient K_V , care se definește prin relația:

$$K_V = C_Q \cdot s_R = K_V(h) \quad (6.3.)$$

unde, h este cursa ventilului (h_N este cursa nominală, adică distanța maximă dintre scaunul ventilului și ventilul propriu zis al robinetului).

Semnificația fizică a acestui coeficient se observă din interpretarea relației (6.4.):

$$K_V = \frac{Q_R}{\sqrt{\frac{\Delta P_R}{\rho}}} \quad (6.4.)$$

și are semnificația că exprimă, debitul în $m^3/oră$, al unui fluid ce trece prin robinet, fluid cu densitatea $\rho = 1 [Kg/dm^3]$ (apă), care produce o cădere de presiune $\Delta P_R = [1 daN/cm^2]$, adică un debit specific ce trece prin robinetul de reglare în condițiile precizate.

Acest coeficient este cunoscut în tehnica reglării automate sub denumirea de caracteristica intrinsecă a unui robinet.

Se notează cu :

K_{V0} - valoarea de debit minim care mai poate trece prin robinet, considerându-se $h = 0$;

K_{VS} - valoarea de debit maxim care trece prin robinet, pentru $h=h_N$;

În instalațiile de automatizare se utilizează tipuri de caracteristici intrinseci ale ventilelor de reglaj de forma celor prezentate în fig.I.6.9. și denumite astfel:

- caracteristica de tip logaritm 1;
- caracteristica de tip liniar 2;
- caracteristica de deschidere (închidere) de tip rapid 3;

În figură s-a notat cu K_{VS} , valoarea lui K_V , pentru h_N și cu K_{V0} , valoarea la care caracteristica $K_V(h)$, intersectează axa K_V (valoarea minimă la a debitului specific la închiderea robinetului).

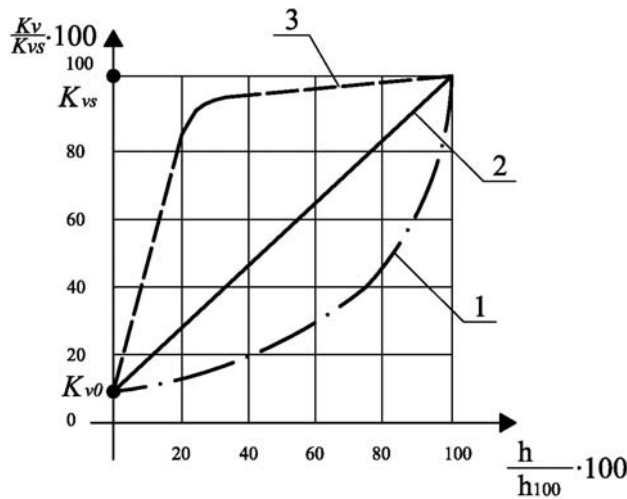


Fig. I.6.10. Caracteristicile intrinseci ale unor robinete

Un parametru caracteristic pentru robinetul de reglare îl reprezintă raportul de reglare:

$$R_R = \frac{K_{VS}}{K_{V0}} \quad (6.5.)$$

Acesta definește lărgimea domeniului de reglare de la o valoare minimă K_{V0} , la o valoare nominală K_{VS} . Calculul debitului care trece printr-un robinet, presupune cunoașterea valorii corespunzătoare a lui K_V , ținând seama de relația (6.6.):

$$Q_R = K_V \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_R}{\rho}} \quad (6.6.)$$

Alegerea robinetului se face în funcție de valoarea lui K_V , ținând seama de natura fluidului, de proprietățile fluidului și de structura sistemului hidraulic în cadrul căruia este montat robinetul de reglare. Caracteristica statică a unui robinet de reglare [$Q_R = Q(h)$] se definește, ținând seama de faptul că, în funcție de tipul robinetului și de sistemul hidraulic, căderea de presiune pe robinet este variabilă.

Dacă asimilăm conducta, pe care este montat robinetul de reglare, cu o rezistență hidraulică caracterizată prin K_C , pe care are loc pierderea de presiune ΔP_C , atunci debitul de fluid este dat de relația:

$$Q_R = K_C \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_R}{\rho}} \quad (6.7.)$$

Pe baza relațiilor (6.6) și (6.7.) se obține:

$$Q_R = K_V \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{K_V}{K_C}\right)^2}} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_0}{\rho}} \quad (6.8.)$$

sau dacă se admite că pentru întreg sistem hidraulic variația căderii de presiune cu sarcina este neglijabilă, în urma unor calcule simple, se obține expresia caracteristicii statice a unui robinet de reglare, sub forma:

$$\frac{Q_R}{Q_{R100}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{K_V}{K_{V100}} \right)^2} - 1 \right]}}, \quad (6.9.)$$

unde, ΔP_{R100} , reprezintă căderea de presiune pe robinet, la deschiderea nominală (h_{100});

ΔP_0 , este căderea de presiune în sistem (pe conductă, robinet de reglare, și internă, în sursă).

Relația (6.9.) evidențiază faptul că în funcție de raportul $\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}$ se obține o familie de caracteristici statice neliniare. Pentru cazul în care întreaga cădere de presiune din sistem are loc pe robinet se obține o caracteristică statică ideală, care coincide cu caracteristica intrinsecă. Cu cât raportul $\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}$ scade, neliniaritatea caracteristicii statice devine mai pronunțată (v.Fig. I.6.11.).

Familiile de caracteristici statice pentru un tip uzual de robinet de reglare (cu caracteristica intrinsecă liniară) pentru diferite valori ale raportului căderilor de presiune $\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}$ sunt prezentate în Fig. I.6.11. La alegerea unui robinet de reglare pentru un proces dat trebuie cunoscută caracteristica statică a robinetului corespunzătoare raportului $\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}$.

Factorul de amplificare al robinetului de reglare este o funcție de raportul căderilor de presiune pe robinet și pe sistem.

În Fig. I.6.11. sunt reprezentate curbe pentru diferite valori ale raportului $\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}$, astfel curba 1 este pentru valoarea $\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0} = 1$, respectiv

curba 2 ($\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}=0,5$), curba 3 ($\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}=0,3$), curba 4 ($\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}=0,2$), curba 5 ($\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}=0,1$) și curba 6 ($\frac{\Delta P_{R100}}{\Delta P_0}=0,01$).

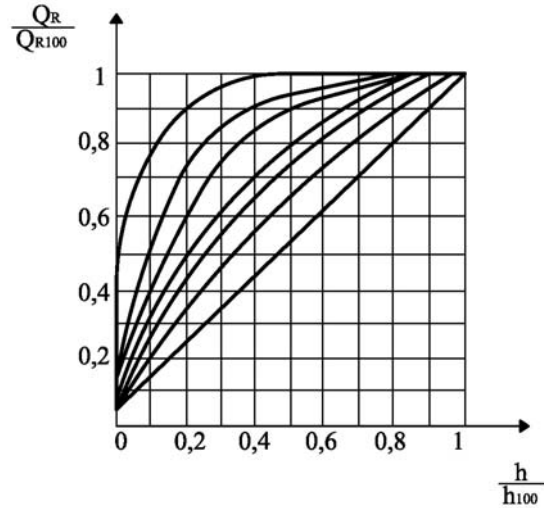


Fig. I.6.11. Familie de caracteristici statice pentru un robinet de reglare având caracteristica intrinsecă liniară

O alegere necorespunzătoare a caracteristicii de lucru a robinetului poate conduce la instabilitatea funcționării sistemului automat. Pentru alegerea corespunzătoare a unui robinet de reglare se impune a lua în considerare efectul viscozității, al compresibilității, precum și fenomenele de cavitație și acustice ce apar în regimul de funcționare critic al robinetului. În ceea ce privește caracteristica dinamică a unui robinet de reglare, aceasta se definește, ținând seama de tipul și caracteristica elementului de acționare. Trebuie precizat faptul că, în ceea ce privește dinamica unui element de execuție, aceasta este influențată de parametrii fluidului, de dimensiunile și tipul organului de reglare, precum și de caracteristicile elementului de acționare.

Organele de execuție destinate reglării mărimilor electrice sunt de obicei rezistențe electrice variabile (potențiometre), la care deplasarea cursorului este efectuată de un servomotor electric, pneumatic sau hidraulic. Similar sunt antrenate și cursoarele autotransformatoarelor electrice, cu care se obțin astfel tensiuni electrice variabile, necesare alimentării diverselor dispozitive electrice.