

Elemente de reglare a debitului

1. ROLUL APARATAJULUI HIDRAULIC PENTRU REGLAREA DEBITULUI

1.1. Definiție și scop

Aparatele hidraulice pentru reglarea debitului, în sensul general, denumite și ventile sau supape de debit, se întrebuițează în circuitele hidraulice pentru a regla la o valoare fixă debitul, dar și pentru a-l menține la o valoare constantă indiferent de variația forței rezistente a unui motor hidraulic liniar (cilindru) sau rotativ.

Variația debitului se efectuează prin modificarea secțiunii de curgere prin care trece uleiul hidraulic. În funcție de construcția aparatului în cazul reglării debitului se întâlnesc următoarele cazuri:

- $\frac{3}{4}$ debit dependent de variația presiunii și variația vâscozității;
- $\frac{3}{4}$ debit dependent de variația presiunii și independent de variația vâscozității;
- $\frac{3}{4}$ debit independent de variația presiunii și variația vâscozității;
- $\frac{3}{4}$ debit independent de variația presiunii și dependent de variația vâscozității.

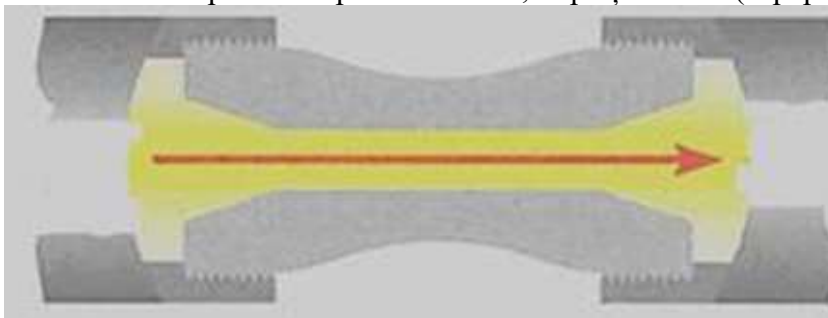
1.2. Clasificare apatatelor de reglare al debitului din punct de vedere funcțional

Din punct de vedere al funcției, aparatele de debit se clasifică în drosele și regulatoare de debit.

1.2.1. Drosele, descriere, funcționare și simbolizare

1.2.1.1. Drosele fixe (duze și diafragme)

În instalațiile hidraulice din categoria droselelor fixe cel mai des utilizate sunt duzele care sunt piese relativ simple cu diametrul mic al găurii și lungime relativ mare. Duza figura 1. se montează în corpul unui aparat hidraulic, în părți mobile (supapa), etc.



Simbolul grafic
Conform ISO 1219

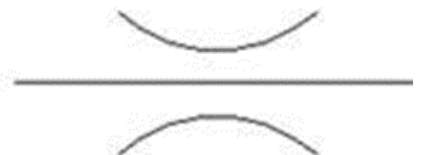


Figura 1. Duza rezistența fixă dependentă de variația vâscozității și a presiunii.

Duza în instalațiile hidraulice are următoarele scopuri:

- $\frac{3}{4}$ alimentarea cu un anumit debit un circuit hidraulic;
- $\frac{3}{4}$ frânarea unui element în mișcare.

În figura 2 este prezentată o supapă de presiune pilotată în care se întâlnesc ambele cazuri:

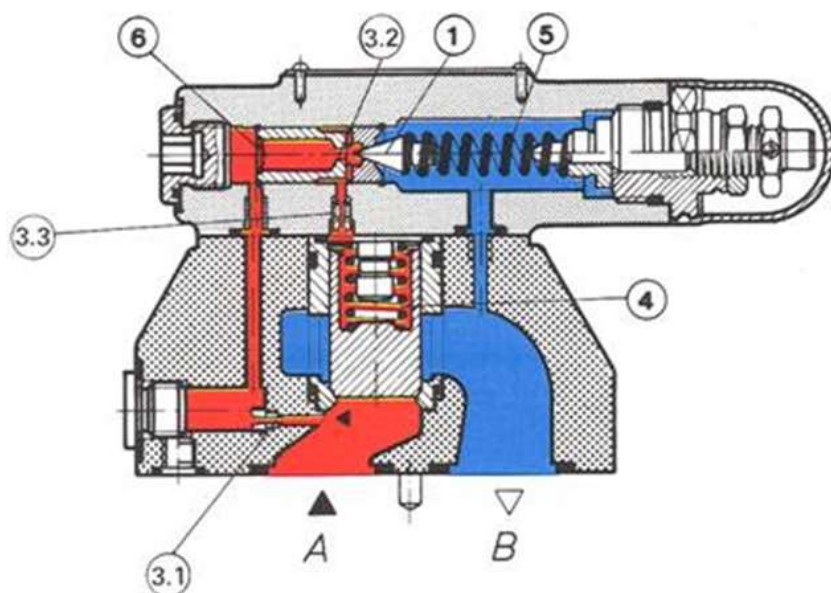


Figura 2. Supapa de presiune pilotata

Duza 3.1 are rolul de a limita la o valoare redusă debitul care este vehiculat de pilotul supapei. Acest debit trebuie să aibă o valoare mică deoarece în timpul funcționării supapei acesta este deversat la bazin și în consecință se pierde.

Duza 3.3 are rolul de frânare al supapei principale atât la deschidere, cât și la închiderea circuitului A B. Rolul de frânare este cauzat de curgere lichidului în ambele sensuri prin orificiul de dimensiuni mici ale duzei. La unele tipuri de supape, duza se află montată în sertarul supapei principale ca în figura 3.

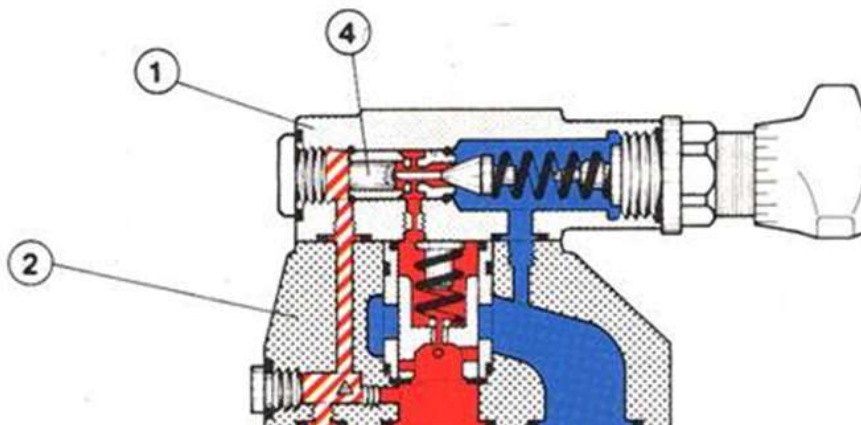


Figura 3. Amplasarea duzei în supapa principala

Dezavantajul folosirii duzei într-o instalație constă în încălzirea uleiului ca urmare a frecării lichidului cu pereți, determinând o cădere de presiune ridicată. Debitul este astfel dependent de vâscozitate și temperatura.

1.2.1.2. Droșele (rezistențe hidraulice) reglabile de traseu

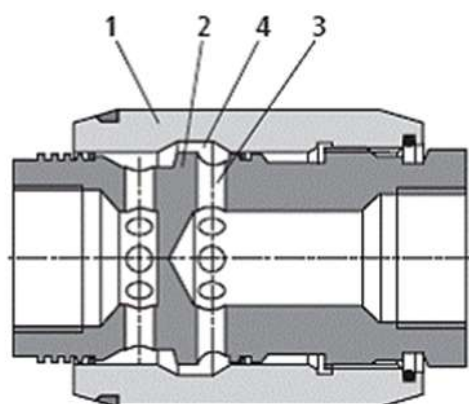
Droșelele de traseu, figura 4, sunt aparate simple, manevrabile care se montează pe țevi cu ajutorul racordurilor filetate și care reglează debitul având ca scop final reglarea vitezelor de deplasare ale organelor de execuție - cilindri hidraulici și motoarelor rotative.



Fig.4. Drosele de traseu Dn6Dn32 firma Rexroth

Acest tip de rezistente se caracterizează prin faptul ca suprafață de curgere se poate regla prin modificarea secțiunii de curgere, aceasta fiind mărimea cea mai ușor de controlat. Variația secțiunii se realizează, de regulă, prin deplasarea a două elemente componente una în raport de cealalta figurile 5 și 6.

În figura 5 este prezentată construcția unui drosel simplu cu droselizare în ambele sensuri. Dacă debitul intră prin racordul din dreapta, lichidul ajunge prin orificiile radiale 3 ale piesei fixe 2 în camera concentrică a mansonului 4, circulă prin celelalte orificii radiale și apoi ajunge în racordul de ieșire. Prin rotirea mansonului spre dreapta, secțiunea de curgere se micsorează și implicit debitul scade, rotind în sens invers debitul crește.



- 1 - manson
- 2 - cupla fixa
- 3 - orificii radiale
- 4 - suprafață de droselizare

Simbolul grafic
Conform ISO 1219

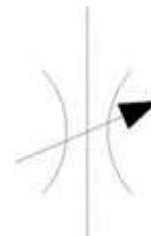
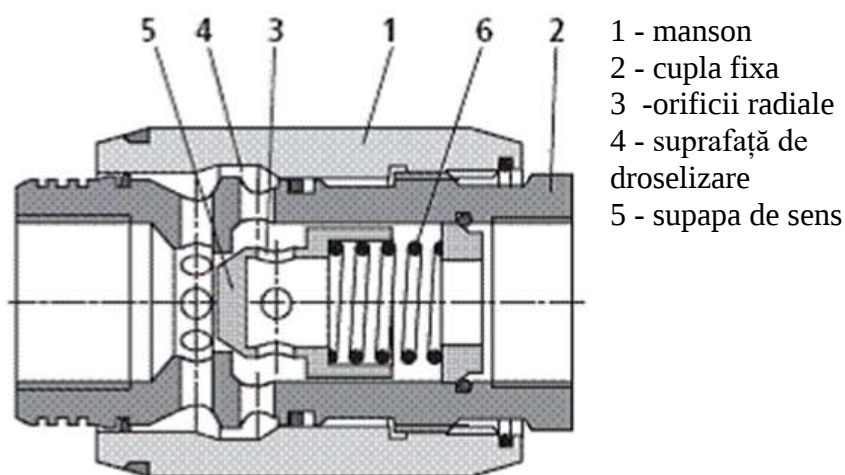


Fig. 5. Drosel de traseu tip MG Rexroth

În cazul când este prevăzut cu o supapă de sens ca în figura 5.76 droselizarea se face într-un singur sens, în celălalt sens de curgere debitul curge liber, aparatul fiind cunoscut sub denumirea de drosel de cale.



Simbolul grafic
Conform ISO 1219

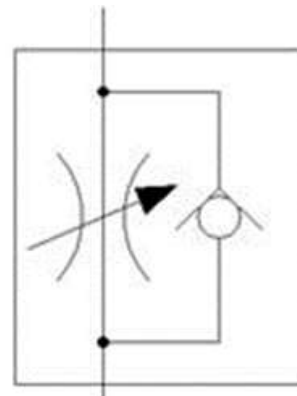
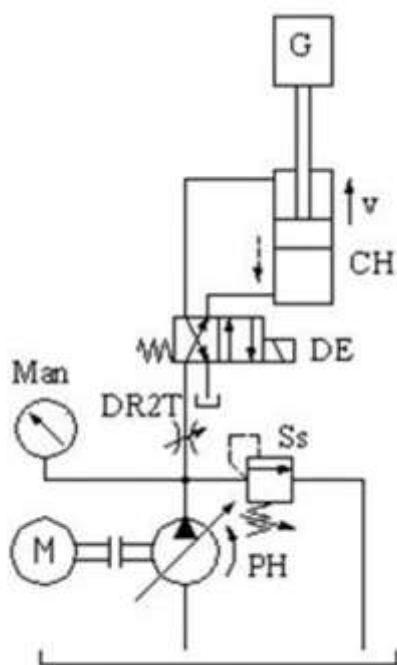


Fig. 6. Drosel de traseu cu supapa de sens (de cale), tip MK Rexroth
Parametri de lucru pentru aceste aparate sunt:

- $\frac{3}{4}$ diametrul nominal: 6102;
- $\frac{3}{4}$ debitul maxim: 3000 l/min;
- $\frac{3}{4}$ presiunea maximă: 315 bar;

În figura 7 este prezentată o schemă hidraulică în care se observă rolul funcțional al droselului de traseu simplu sau cu supapa de sens.

Aceste aparate se utilizează în aplicații unde forțele la tija cilindrului variază puțin (sarcina constantă) sau este permisă o variație a vitezei în funcție de presiunea de la racordul de ieșire al droselului. Cilindru din figura de mai jos ridică și coboară o greutate constantă, iar variația vitezei tijei cilindrului nu are niciun efect negativ.



Elementele schemei hidraulice

- PH - pompa hidraulica
- Ss - supapa de siguranta
- DR2T - drosel de traseu**
- DE - distribuitor hidraulic cu actionare electrica
- CH - cilindru hidraulic
- Man - manometru
- G - greutate
- M - motor electric

Fig.7. Utilizarea droselului de traseu

1.2.1.3. Drosele reglabile (cartus) pentru montaj în bloc

Această construcție a fost concepută pentru a fi montată în blocuri și, din acest motiv, nu are corp, figura 8. În buca prevăzută cu flansa de fixare se montează subansamblu drosel - supapa de sens - figura 9, care constituie sistemul de reglaj al debitului.

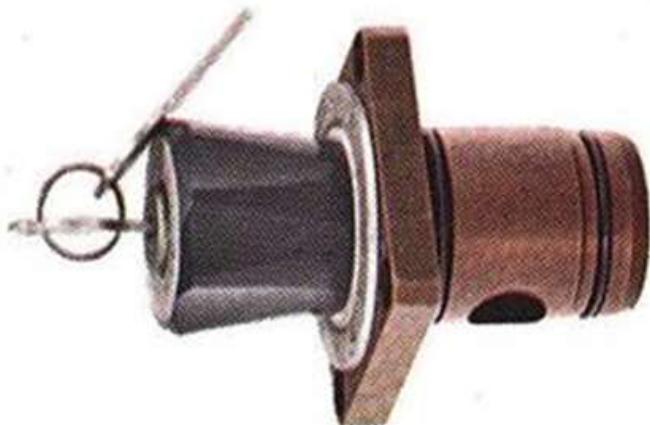


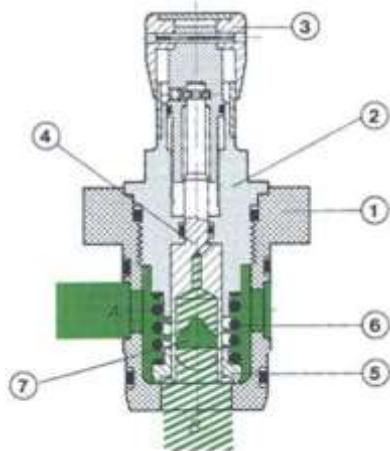
Fig.8. Droselul de cale tip cartus



Fig.9. Sistem de reglaj debit

Elementele componente ale droselului de cale pentru montaj în bloc sunt prezentate în figura 10. Direcția de droselizare este de la A la B, iar sensul de curgere liber este de la B la A prin supapa de sens. Secțiunea de droselizare este formată de boltul de strangulare 4 cu degajarea circulară 7 și buca 5.

La rotirea capului de reglare 3, boltul de strangulare 4 se deplasează vertical modificând secțiunea de curgere de la A la B. Bucsa 5 este apăsată pe buca de montaj de diferență de presiune între A și B. Când debitul curge de la B la A buca 5 se ridică, iar debitul curge liber de la B la A.



- 1 - buca de montaj
- 2 - buca filetata
- 3 - cap de reglare
- 4- bolt de strangulare
- 5 - buca supapa de sens
- 6 - arc de compresiune

Simbolul grafic
Conform ISO 1219
B

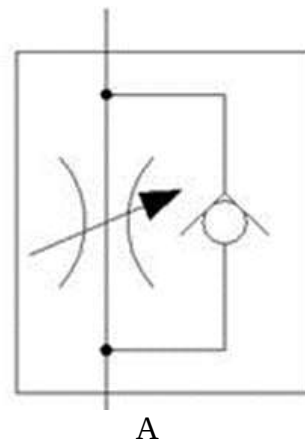


Fig. 10. Drosel cu supapa de sens pentru montaj în bloc Rexroth

Parametri de lucru pentru aceste aparate sunt:

- $\frac{3}{4}$ diametrul nominal: 10, 20 și 30;
- $\frac{3}{4}$ debitul maxim: 400 l/min;
- $\frac{3}{4}$ presiunea maximă: 315 bar;

1.2.1.4. Drosele de cale reglabile pentru montaj modular

Droselele de cale modulare, figurile 11 si 12 sunt aparatele realizate prin montarea simetric, în aceeași placă, pe circuitele A si B a două cartuse de strangulare și a unor supape de sens, cu scopul de a modifica secțiunea de curgere și implicit a debitului, având ca urmare reglarea vitezei la cilindri hidraulici sau motoare rotative.

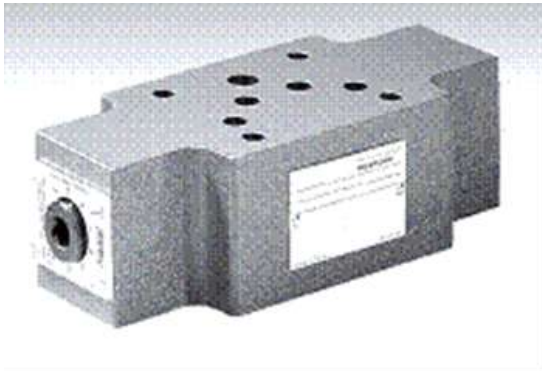


Fig.11. Drosel de cale modular Dn 10



Fig.12. Drosel de cale modular Dn 25

Droselele modulare se montează între suprafețele de așezare a doua aparate hidraulice în montaj cunoscut și sub denumirea de “sandwich”. Construcția droselului modular Dn 10 este similară cu cea a droselului Dn 6. Aceste aparate mai au și rolul de a regla timpul de comutare al distribuitorilor cu comandă electrohidraulică.

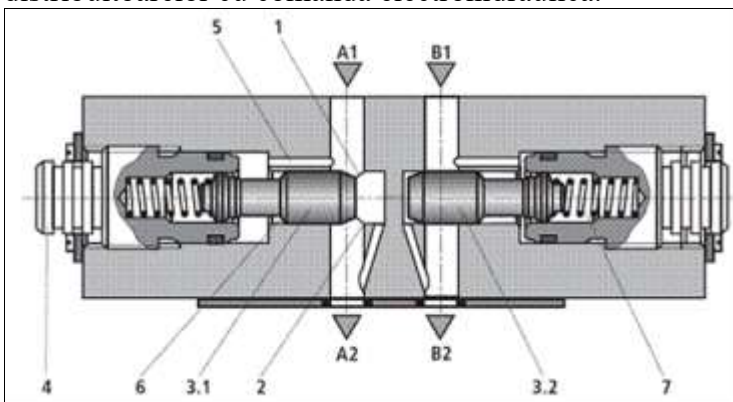
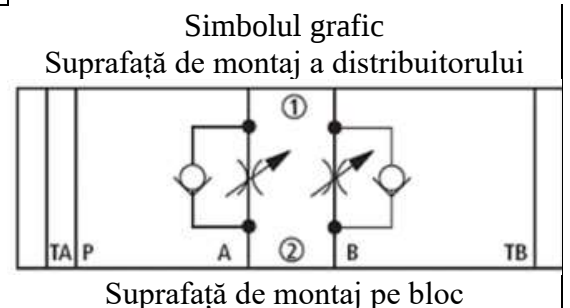


Fig.13. Drosel de cale modular Dn 10 - cod Z2FS

- 1 - suprafață de curgere reglată
- 2 - scaun drosel
- 3.1, 3.2 - piston drosel
- 4 - surub de reglare
- 5 - canal de echilibrare presiuni
- 6 - suprafața pistonului - drosel
- 7 - arc



Debitul intra în drosel prin orificiul A1 al droselului, iar o cantitate foarte mică prin orificiul 5 în camera arcului astfel încât presiunea exercitată pe suprafața 6 și arcul apăsă droselul spre dreapta într-o poziție fixă. În poziția de reglaj 1 debitul curge strangulat prin suprafața delimitată de scaunul de așezare 1 și droselul piston 2. Debitul droselizat în sensul de curgere A1 A2 intră în cilindru hydraulic, iar cel evacuat intră în drosel prin gaura B2.

O cantitate mică de ulei sub presiune pătrunde prin gaura înclinată exercită pe suprafața pistonului drosel 3.2, îl deplasează contra arcului spre dreapta, iar debitul circulă spre distribuitor

liber, nedroselizat pe circuitul B2-B1. În figura 14 este prezentată construcția unui drosel de cale modular Dn 22 care este similară cu cea a droselului modular, funcționarea fiind identică.

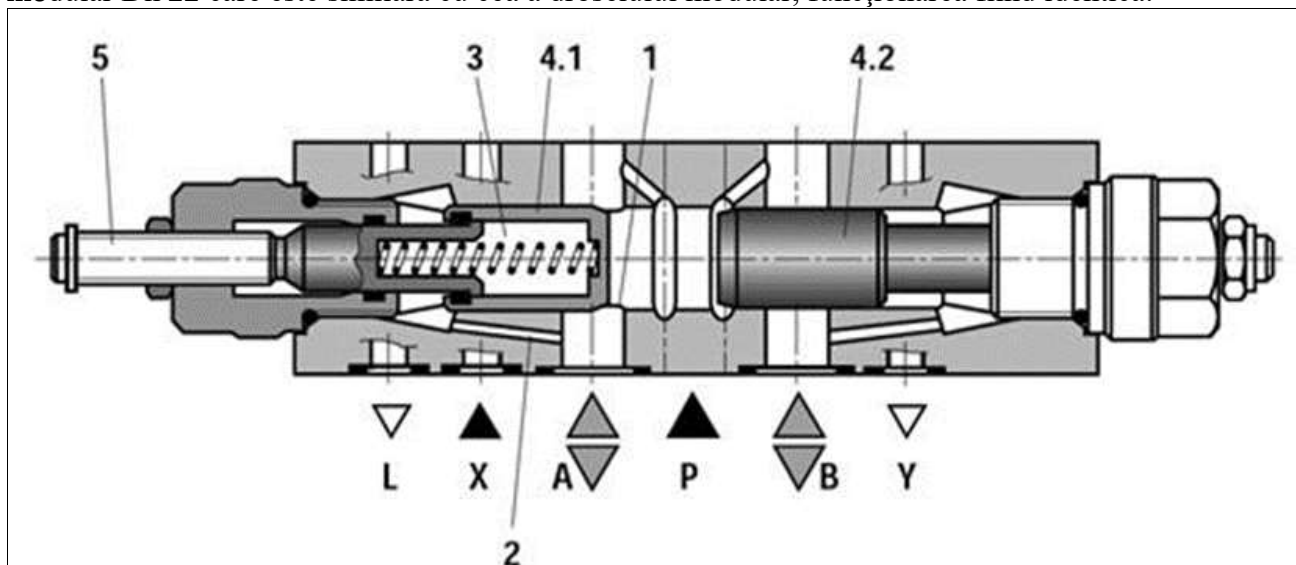
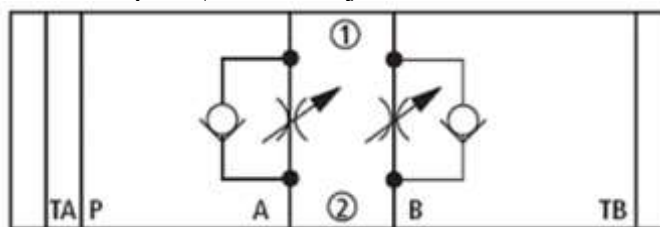


Fig.14. Drosel de cale modular Dn 25 - cod Z2FS22

1 - suprafața regulată a droselului
2 - canal de echilibrare presiuni

3 - camera arcului
4.1 și 4.2 drosel - piston
5- surub de reglare

Simbolul grafic
Suprafață de montaj a distribuitorului



Suprafață de montaj pe bloc

Aceeași construcție de drosel modular se folosește pentru ambele variante de droselizare pe intrare sau pe ieșire pentru dimensiunile Dn6 și Dn10:

- la mărimea Dn 6 schimbarea modului de droselizare se face prin montarea aparatului rotit cu 180° în raport cu axa longitudinală;
- la mărimea Dn 10 se face prin montarea aparatului rotit cu 180° în raport cu axa transversală.

Acest montaj este posibil deoarece inelele O nu sunt montate în corp, locurile lor fiind într-o placă plană amovibilă.

1.2.2. Reglatoare de debit, descriere, funcționare și simbolizare

Asigurarea unui debit constant, concretizată prin asigurarea stabilității acceptabile a vitezei unui cilindru în cazul reglării prin drosel este foarte importantă în cazul unui proces tehnologic. Pentru ca debitul reglat să rămână constant trebuie ca diferența dintre presiunea de intrare și cea de ieșire să nu se modifice indiferent de variația sarcinii la motorul hidraulic.

Pentru asigurarea acestei condiții, droselul trebuie să funcționeze cuplat cu o supapă stabilizatoare rezultând astfel un nou aparat numit regulator de debit, figura 15. După numărul de orificii pe care regulatorul le utilizează, se deosebesc regulatoare cu două căi și regulatoare cu trei căi. La aceste aparate debitul este independent de variația vâscozității și variația sarcinii (presiunii la consumator).

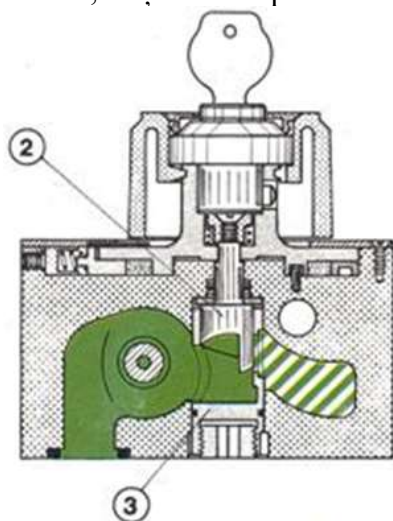


Fig.15. Regulatoare pentru debit Dn6, Dn10 pentru montaj pe placa

1.2.2.1. Regulator debit cu două căi

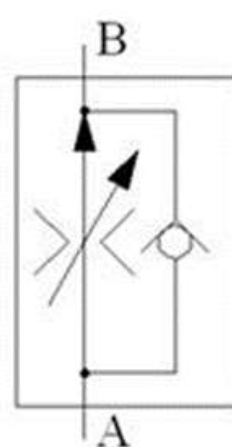
Menținerea diferenței de presiune constantă între orificiul de intrare A și cel de ieșire B se realizează cu ajutorul pistonului de reglaj 4 denumit și balanța de presiune, ca loc de strângere mobil - figura 16. Arcul 5 apasă pistonul în direcția de deschidere și-l menține în poziția inițială atât timp, cât debitul nu circulă prin regulator.

În timpul funcționării aparatului, când lichidul curge de la A la B pistonul se deplasează până când, din punct de vedere al forțelor dezvoltate pe capetele acestuia ajunge în echilibru. Condiția de echilibru arată că în zona de droselizare exista în permanentă o cădere de presiune corespunzătoare forței arcului de compresiune. Deoarece la arc săgeată variază foarte puțin, ca urmare a cursei mici de lucru a pistonului, forța arcului poate fi considerată constantă.



- A- racord de intrare
- B- racord de ieșire
- 1- corpul regulatorului
- 2- drosel reglabil
- 3- bucsa de obturare
- 4- piston de reglaj
- 5- arc
- 6- supapa de sens
- 7- canal de echilibrare
- 8- priză de presiune ieșire

Simbol grafic



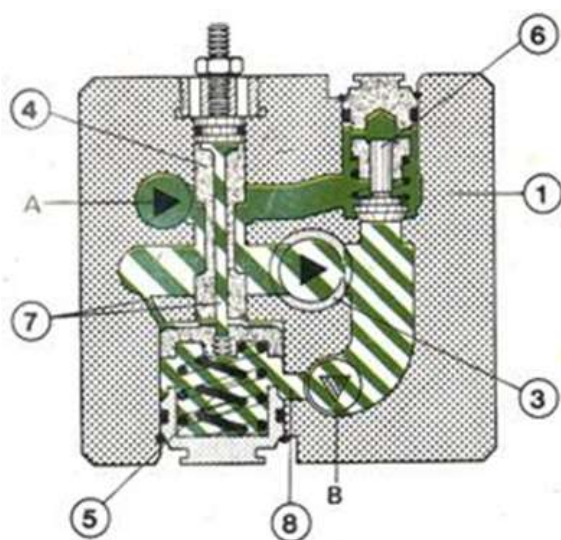


Fig.16. Regulator de debit cu doua cai Dn 10 pentru montaj pe placă

Parametri de lucru pentru regulatoarele de debit cu două căi pentru placă sunt:

- $\frac{3}{4}$ diametrul nominal: 6, 10, 16;
- $\frac{3}{4}$ debitul maxim: 160 l/min;
- $\frac{3}{4}$ presiunea maximă: 315 bar.

Un exemplu de utilizare al regulatorului cu două căi este prezentat în figura 17. Cilindru hidraulic CH acționează un cap de găurit la care viteza de avans trebuie să fie constantă pe durata fazei. La acționarea distribuitorului, cilindru CH avansează cu o viteză constantă indiferent de variația rezistenței metalului deoarece debitul de la ieșire este controlat de regulatorul de debit cu două căi R2Q. La declanșarea electromagnetului debitul circulă prin supapa de ocolire a regulatorului retrăgând cu viteză rapidă capul de găurit.

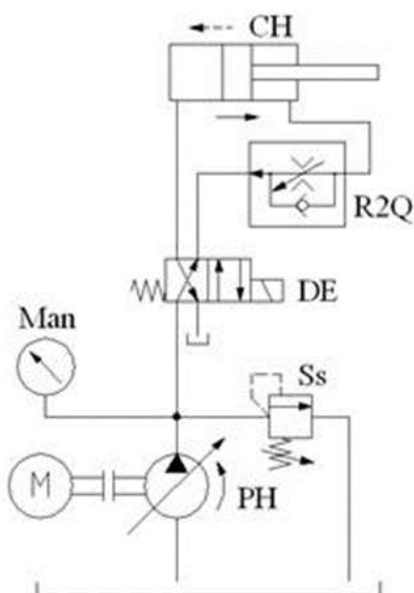


Fig.17. Utilizarea regulatorului de debit cu două căi

Elementele schemei hidraulice

- PH - pompa hidraulică
- Ss - supapa de siguranță
- R2Q - regulator de debit cu doua cai**
- DE - distribuitor hidraulic cu actionare electrică
- CH - cilindru hidraulic
- Man - manometru
- M - motor electric

1.2.2.2. Regulator cu trei căi

Regulatorul cu trei căi are același rol funcțional ca și cel cu două căi, singura deosebire fiind existență în plus a racordului de legătura cu rezervorul T. Pistonul de reglaj 1 este montat în așa fel încât o parte din debitul pompei care nu este necesar în instalație, sa fie evacuat spre rezervor prin muchia de comanda 2, figura 18.

Acest tip de aparat are avantajul ca pompa funcționează numai pentru învingerea forțelor rezistente ale motoarelor hidraulice și a diferenței de presiune din regulator. Regulatorul cu trei căi se montează numai pe conducta de intrare în consumator, deoarece în cazul montarii pe conducta de ieșire în unele cazuri se comporta ca o supapă normal-închisă care comunică cu bazinul, mișcarea devenind necontrolată pentru motorul hidraulic.

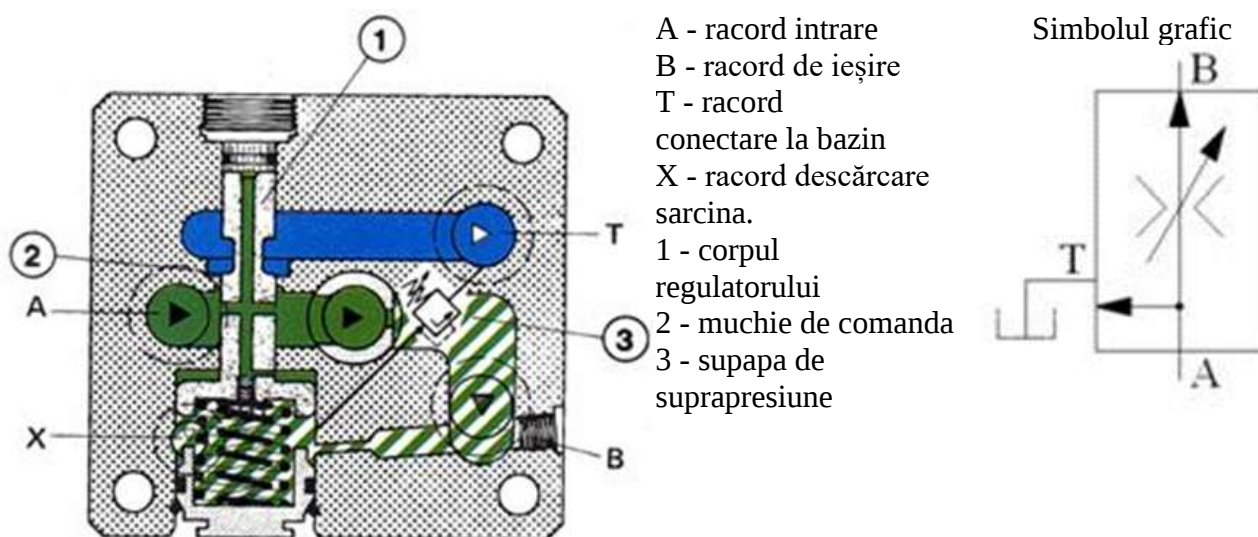


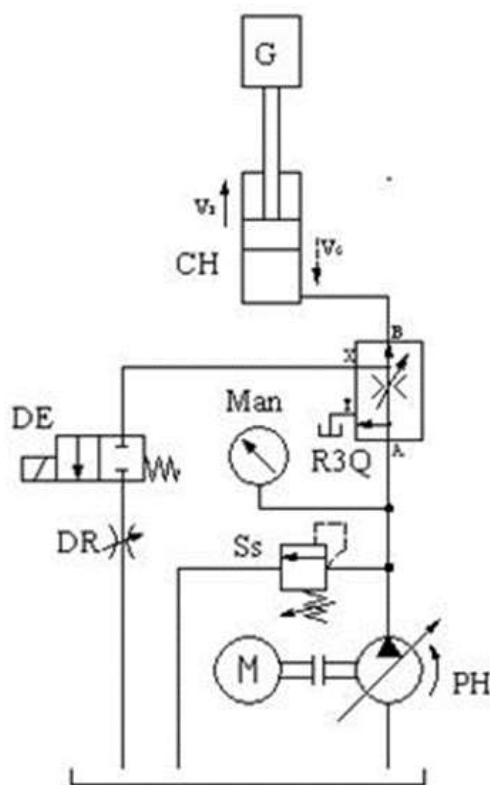
Fig.18. Regulator de debit trei cai Dn 10 pentru montaj pe placa

Parametri de lucru pentru regulatoarele de debit cu trei cai pentru placa sunt:

- $\frac{3}{4}$ diametrul nominal: 10 și 16;
- $\frac{3}{4}$ debitul maxim: 160 l/min;
- $\frac{3}{4}$ presiunea maximă: 315 bar.

În figura 19 este prezentată o schemă în care este utilizat un regulator cu trei cai unde este înlocuit distribuitorul care comanda ridicarea și coborârea cilindrului hidraulic, CH. Pompa PH furnizează debitul necesar ridicării sarcinii la o viteză reglată, v_r de regulatorul cu trei căi R3Q.

Debitul excedentar este evacuat prin orificiul T. Pentru coborâre se acționează distribuitorul DE care leaga camera arcului cu rezervorul, având ca efect descărcarea pompei. Viteza de coborare a cilindrului, v_c este reglată de droselul DR.



Elementele schemei hidraulice

PH - pompa hidraulica

Ss - supapa de siguranta

R3Q - regulator de debit cu trei cai

DE - distribuitor hidraulic cu comanda electrica

CH - cilindru hidraulic

DR - drosel

G - sarcina

Man - manometru

M - motor electric

Fig.19. Utilizarea regulatorului de debit cu trei cai

Ca urmare a limitelor de utilizare a reglatoarelor de debit cu trei căi aceste aparate au fost scoase din fabricație de firmele specializate în domeniul hidraulic.

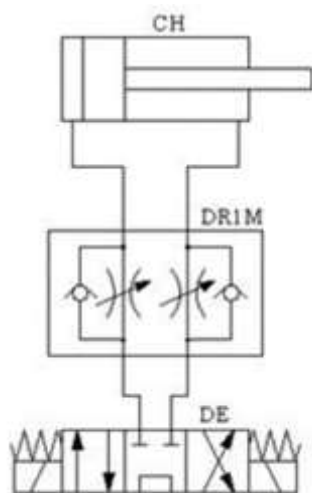
1.3. Montajul în instalația hidraulică

Din punct de vedere al fixării aparatelor de reglare în instalații, în funcție de construcție acestea se conectează pe țevi prin racorduri filetate, pe placă cu șuruburi, în alezaj executat în bloc (cartus) și modular montaj între un alt tip de aparat și bloc.

Din punct de vedere al circuitului pe care este montat în raport cu consumatorul, se deosebesc următoarele variante: pe intrare, pe ieșire, în derivatie pe circuitul de bazin.

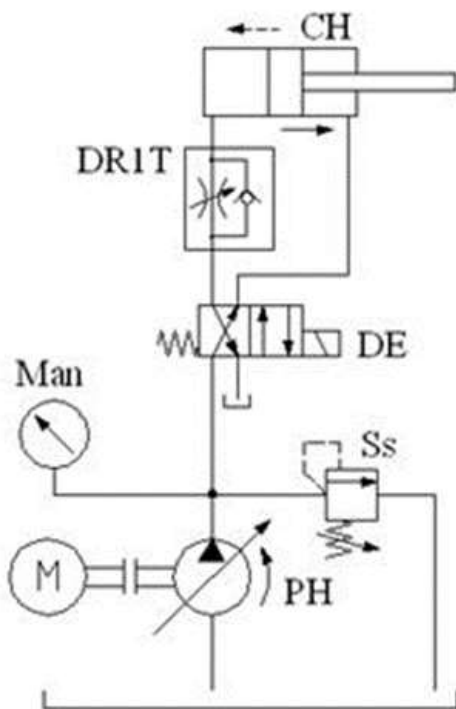
1.3.1. Montaj pe circuitul de intrare

La acest tip de montaj reglarea debitului se face pe intrarea în consumator (motorul hidraulic), iar ieșirea se va face liber sau prin supapa de sens. În figurile 20 și 21 sunt prezentate doua scheme de utilizare cu un drosel modular și de traseu la care droselizarea se face pe intrare.



Elementele schemei hidraulice
 CH - cilindru hidraulic
DRIM - drosel de cale modular
 DE - distribuitor hidraulic cu comanda electrica

Fig.20. Utilizarea droselului de cale, modular pe intrare



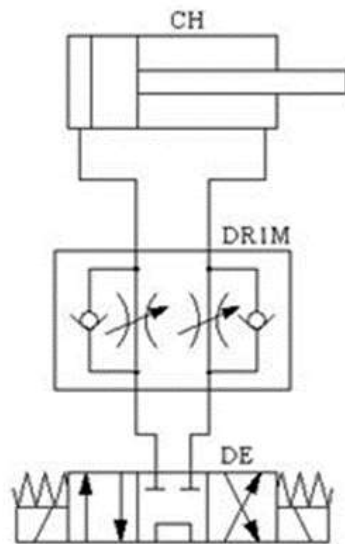
Elementele schemei hidraulice
 PH - pompa hidraulica
 Ss - supapa de siguranta
 DE - distribuitor hidraulic cu comanda electrica
 CH - cilindru hidraulic
 M - motor electric
DR1T - drosel de traseu
 Man - manometru

Fig.21. Utilizarea droselului de traseu pe intrare

În schemele de mai sus se observă că presiunea care intră în cilindru hidraulic este diminuată ca urmare a căderii de presiune din drosel, rezultând o încălzire a mediului hidraulic și implicit o modificare a vâscozității. Un alt dezavantaj îl constituie faptul că pe circuitul de evacuare nu există o contrapresiune, ceea ce conduce la mărirea gradului de neuniformitate al vitezei elementului de execuție.

1.3.2. Montaj pe circuitul de ieșire

Debitul intra în cilindru hidraulic prin supapa de sens, iar la ieșire se modifica secțiunea de curgere prin droselizare. În figura 22 este prezentat un drosel modular care se montează între placa și distribuitor, o varianta des utilizata in instalațiile hidraulice.



Elementele schemei hidraulice

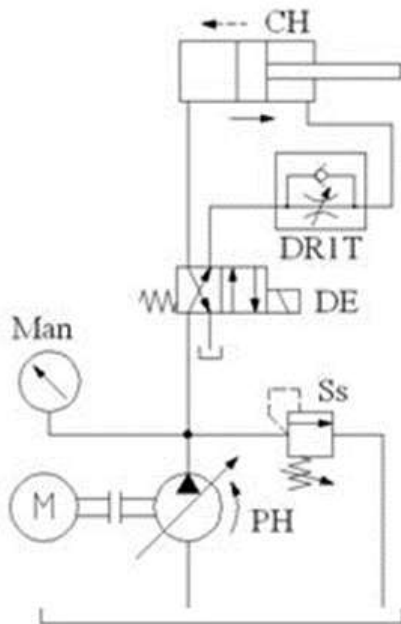
CH - cilindru hidraulic

DRIM - drosel de cale modular

DE - distribuitor hidraulic cu comanda electric

Fig.22. Utilizarea droselului de cale, modular pe ieșire

O variantă de droselizare pe circuitul de ieșire este prevăzută în schema hidraulică din figura 23 în care este prevăzut un drosel de traseu.



Elementele schemei hidraulice

PH - pompa hidraulica

Ss - supapa de siguranta

DE - distribuitor hidraulic cu comanda electrica

CH - cilindru hidraulic

M - motor electric

DRIT - drosel de traseu

Man - manometru

Fig.23. Utilizarea droselului de traseu pe ieșire

Droselizarea pe circuitul de ieșire este o soluție tehnică des utilizată în sistemele hidraulice deoarece are avantajul de a disipa spre rezervor căldura rezultată din strangulare. Un alt avantaj consta în aceea că aceasta varianta de montaj oferă posibilitatea de a lucra cu sarcina negativă, fapt foarte important în unele procese tehnologice, dar și în fenomenul de ameliorare a stabilității vitezei de lucru.

1.3.3. Montaj pe circuit in derivatie (bazin)

Dezavantajul principal al schemelor din figurile 22 și 23 constă în randamentul scăzut al acestora mai ales când se folosește la viteze mici, iar diferența dintre debitul pompei și debitul reglat de drosel este mare.

În cazul montajului în derivatie, figura 24, debitul refulat de pompa se ramifică spre motorul hidraulic și drosel. Când droselul este închis complet viteza elementului de execuție este maximă, cand este deschis, viteza este redusă. Puterea consumată este în funcție de reglajul droselului, soluția tehnică este economică, randamentul fiind mai mare. Schema se utilizează pentru viteze mici de deplasare.

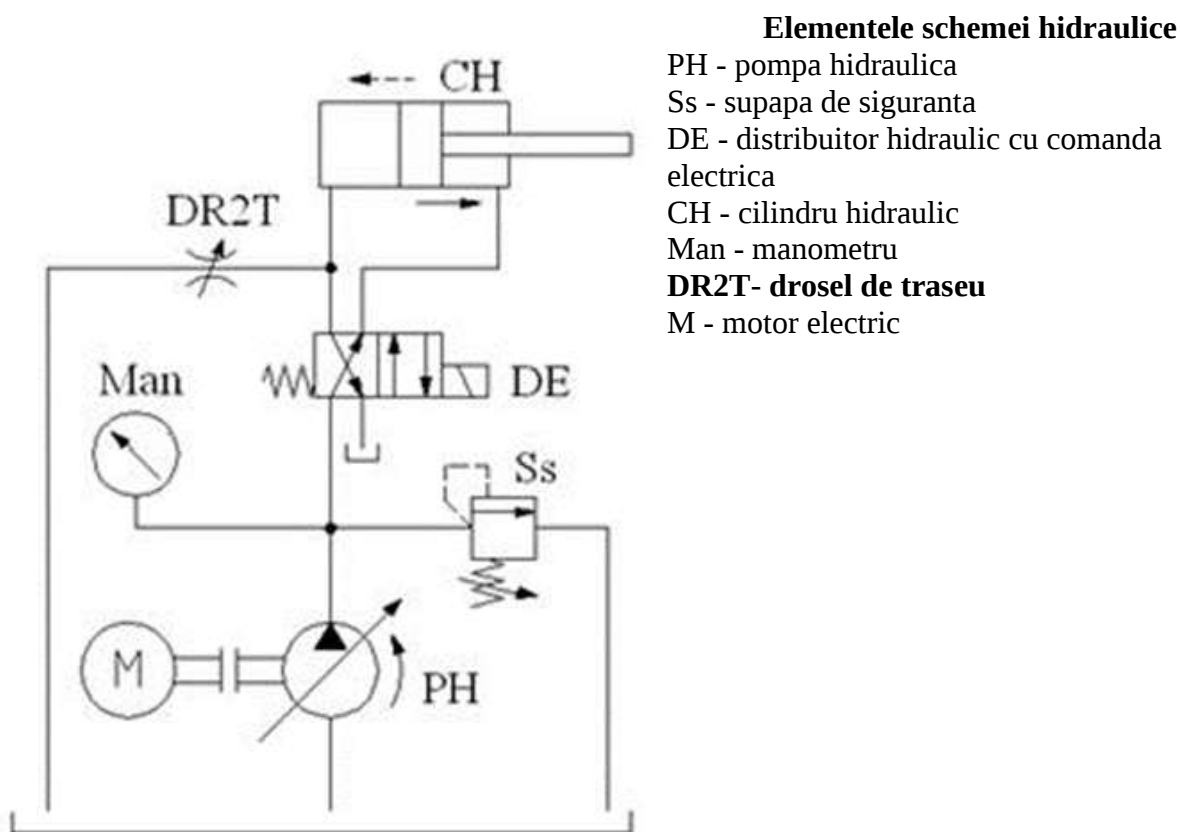


Fig.24. Utilizarea droselului pe circuit in derivatie