

FIȘA DE IDENTIFICARE

R. E. D.

Numele-prenumele propunătorului: Prof. dr. Manea Mitică / Prof. Manea Elena

Școala de proveniență: Colegiul Tehnic „Dumitru Mangeron” Bacău

Școala Gimnazială „Alexandru Ioan Cuza” Bacău

Telefon, email: 0720 640258 / maneamitica58@gmail.com

0722983584 / ing.elemananea@yahoo.com

Denumirea resursei educaționale propuse: Aspecte generale privind acționările hidraulice

Tema/scurtă descriere: Resursa educațională propusă reprezintă un material curricular de informare referitor la acționările hidraulice ale sistemelor mecatronice și se adresează deopotrivă elevilor și cadrelor didactice.

Materialul curricular de informare este elaborat în conformitate cu SPP-ul pentru domeniul de pregătire profesională Mecanică, calificarea profesională Tehnician mecatronist, nivel 4, aprobat prin Anexa nr. 4 la OMENCS nr. 4121 din 13.06.2016.

Lucrarea conține 3 părți care tratează la nivel informativ următoarele aspecte: introducere în teoria și practica acționărilor hidraulice, structura și rolul sistemelor de acționare hidraulice, respectiv reprezentarea, simbolizarea și notarea componentelor și circuitelor hidraulice.

Domeniul: Curricular / Mecanică / Tehnician mecatronist

Aria curriculară/Disciplină: Tehnologii/URI 13 – Acționarea electrică, hidraulică și pneumatică a sistemelor mecatronice

Nivelul de învățământ: Învățământ liceal

Clasa: a XI-a / a XII-a

Tipul materialului: De informare

Scopul materialului propus/Adresabilitate: didactic (elevi și / sau cadre didactice)

Competențe vizate:

- Identificarea componentelor schemelor de acționare hidraulică a sistemelor mecatronice
- Realizarea unor scheme de acționare hidraulică a sistemelor mecatronice, ținând cont de cerințe
- Realizarea unor circuite de alimentare hidraulică a sistemelor mecatronice pe baza unor scheme date
- Verificarea parametrilor tehnico-funcționali ai sistemelor de acționare hidraulică
- Utilizarea documentației tehnice specifice întreținerii sistemelor de acționare hidraulică

Aspecte generale privind acțiunile hidraulice

Prof. dr. Mitică MANEA – Colegiul Tehnic „Dumitru Mangeron” Bacău

Prof. Elena MANEA – Școala Gimnazială „Al. I. Cuza” Bacău

Partea I. Introducere în teoria și practica acțiunilor hidraulice

1.1. Generalități

Hidraulica generală este disciplina care studiază legile echilibrului și mișcării fluidelor în natură și în construcțiile tehnice concepute și realizate de societatea umană.

Termenul românesc *hidraulică* provine din cuvântul francez *hydraulique* care, la rândul său, își are etimologia în cuvântul grecesc *hidraulic*, derivat din *hidor* (apă) și *aulos* (tub). Hidraulic era un instrument muzical folosit în antichitate, precursor al orgii, la care un rezervor cu apă stabiliza presiunea aerului furnizat tuburilor. Ulterior, acest termen a fost atribuit ca denumire științei care se ocupa de folosirea apei de către om (alimentări cu apă, sisteme de irigații, poduri, baraje, canale pentru navigație, amenajarea cursurilor de apă, etc.). Prin extinderea treptată a preocupărilor hidraulicii la studiul întregului domeniu al lichidelor și gazelor, a apărut necesară folosirea unei noi denumiri: *mecanica fluidelor*.

Mecanica fluidelor, ca subdiviziune a mecanicii (care are ca obiect studiul mișcării și echilibrului corpurilor solide sub acțiunea forțelor exercitate asupra lor), studiază repausul și mișcarea corpurilor fluide, precum și interacțiunea lor mecanică cu corpurile solide cu care vin în contact.

Corpurile fluide sunt acele medii, înzestrate cu proprietatea de a se deforma în mod continuu și nelimitat, sub acțiunea unor forțe (oricât de mici ar fi acestea), distribuite în mod uniform. Această proprietate poartă numele de fluiditate.

În prezent, sintagma *mecanica fluidelor* este folosită pentru partea cu caracter pronunțat teoretic a disciplinei menționate, iar termenul *hidraulică* desemnează partea preponderent aplicativă a acesteia, care utilizează metode experimentale și formule empirice, alături de metodele teoretice.

Hidraulica este disciplina care se ocupă cu studiul legilor de repaus și de mișcare ale fluidelor, precum și cu aplicarea acestor legi la rezolvarea problemelor ingineresti. Domeniul ei de aplicabilitate corespunde mărimii parametrilor la care lichidele și gazele se supun unor legi comune. La alți parametri se vorbește de *mecanica lichidelor*, *mecanica gazelor*, *pneumatică*, etc.

Din definiția hidraulicii rezultă dublul ei caracter, referitor la studiile și cercetările pe care le efectuează: *caracterul fundamental*, în sensul că primul său obiectiv este stabilirea legilor de bază și a modelelor fluidelor și *caracterul aplicativ*, în sensul că al doilea obiectiv este aplicarea legilor, modelelor, relațiilor de calcul în soluționarea problemelor ingineresti.

În timp, hidraulica s-a dezvoltat în două ramuri: *hidraulică teoretică* (ramură a mecanicii fluidelor), care utilizează metodele și rezultatele mecanicii fluidelor și *hidraulică aplicată*, care rezolvă probleme practice cu ajutorul studiului teoretic (însă accesibilă inginerilor și tehnicienilor) și experimental. Dezvoltarea tehnicii de calcul diminuează diferențele între cele două ramuri, fiindcă există condiții de renunțare la ipoteze simplificatoare și se pot elabora noi modele de calcul - descrise de relații complicate, care însă se pot soluționa operativ.

Hidraulica teoretică este împărțită în mai multe diviziuni:

- *hidrostatica*, care studiază starea de repaus a fluidelor și acțiunea lor asupra solidelor cu care sunt în contact;
- *hidrocinematica*, care se ocupă cu mișcarea fluidelor fără să se țină seama de forțele care determină mișcarea și de transformările energetice produse;
- *hidrodinamica*, care studiază mișcarea fluidelor ținând seama de forțele care le produc și de transformările energetice în fluidele în mișcare.

Hidraulica aplicată este împărțită și ea în diviziuni în funcție de domeniul de activitate.

1.2. Tendințe în domeniul acționărilor hidraulice

De la începutul timpului, cu mult înainte de istoria scrisă, omenirea a căutat diverse modalități pentru a transmite energia convenabil, de la sursa primară la locul de utilizare, și apoi de a o converti în forma utilă pentru satisfacerea necesității.

Primele forme de energie utilizate de om în starea primară în care se regăsesc în natură au fost cele ale apei și vântului. Ulterior oamenii au conștientizat faptul că pentru creșterea eficienței utilizării energiei, cât și pentru a diversifica posibilitățile de utilizare ale acesteia, era necesară folosirea unui mijloc eficient de a transfera, de control, și de conversie a energiei. A apărut astfel transmisia și sistemul de acționare sau acționarea mecanică, acționarea electrică și acționarea fluidică (tabelul 1).

Tabelul 1
Comparație între principalele tipuri de acționări [146]

	Acționare fluidică		Acționare electrică	Acționare mecanică
	Hidraulică	Pneumatică		
Sursă primară de energie	motor electric, motor cu ardere internă sau acumulator hidraulic	motor electric, motor cu ardere internă sau rezervoare de aer	rețea electrică de alimentare, baterii /acumulatori	motor electric, motor cu ardere internă, greutate, arcuri tensionate
Elemente pentru transmiterea energiei	țevi/conducte, furtunuri	țevi/conducte, furtunuri	conductoare electrice, cabluri, câmpuri magnetice	organe de mașini, pârghii și roți, arbori
Mediu pentru transmiterea energiei	lichid	aer	electroni	elemente rigide sau elastice nedeformabile
Performanțe	presiuni și forțe mari la gabarite mici	presiuni reduse, forțe mici și gabarit mediu	forțe mici (motoarele electrice la aceeași greutate produc de forțe de 10 ori mai mici decât cele hidraulice) gabarit mare	rigide și rezistente mecanic, gabarit mare (destul de des mai avantajoasă în comparație cu soluțiile hidraulice)
Reglarea parametrilor dinamici (acclerații, decelerații)	excelent, prin intermediul parametrilor de reglare energetici ai lichidului: debit și presiune	moderat, prin intermediul parametrilor de reglare energetici ai aerului: debit și presiune	bine, prin sisteme electrice și electronice de reglare și control	bine
Putere de ieșire	mişcări liniare și de rotație prin intermediul cilindrilor hidraulici, respectiv a motoarelor hidraulice	mişcări liniare și de rotație prin intermediul cilindrilor pneumatici, respectiv a	în principal mișcări de rotație; mișcări liniare cu utilizarea electromagneților	mişcări liniare sau mișcări de rotație

	rotative	motoarelor pneumatice rotative	liniari; pentru mișcări liniare se obțin forțe și curse mici.	
--	----------	--------------------------------------	--	--

Omenirea a utilizat și utilizează în principal trei modalități de transmitere, de control și de conversie a energiei: mecanică, electrică și fluidică. Indiferent de soluția considerată, energia de la sursa primară (convertită sau nu de un element motor) era transmisă (cu sau fără conversie) la un element final care executa un lucru mecanic.

Acționarea hidraulică constituie modalitatea de transport, de reglare sau de distribuție a energiei cu ajutorul unui fluid sub presiune (majoritar ca fluid de lucru acționările hidraulice utilizează lichidele).

În cadrul acționărilor hidraulice pentru transmiterea energiei mecanice de la elementul motor la elementul acționat se folosește energia hidraulică a unui mediu lichid, sub formă de presiune hidrodinamică sau hidrostatică și debit. În funcție de modul în care se folosește energia hidraulică, se disting două tipuri de sisteme de acționări: sisteme de acționare hidraulică de tip hidrodinamic și sistem de acționare hidraulică de tip hidrostatic.

Sistemele de acționare de tip hidrodinamic (fig.1, b) au fost folosite pentru prima dată la începutul secolului al XX-lea la navele militare pentru cuplarea arborelui motorului Diesel cu arborele elicei, în scopul reducerii turației acestuia din urmă. Extinderea folosirii acestor sisteme a fost favorizată de faptul că îndeplinesc două funcții: aceea de cuplare a arborelui conducător cu cel condus, înlocuind funcția ambreiajului mecanic și aceea de variație a turației arborelui condus, înlocuind funcția cutiei de viteze. Principiul de funcționare constă în transformarea energiei mecanice furnizate de arborele motor în energie cinetică a lichidului și apoi din nou în energie mecanică, acționând arborele condus. Folosirea acestui sistem în acționarea mașinilor-unelte este limitată din cauza variației considerabile a vitezei la variația sarcinii, complexității sistemelor de reglare și comandă, greutateii inversării sensului de mișcare, precum și randamentului redus la puteri mici de acționare.

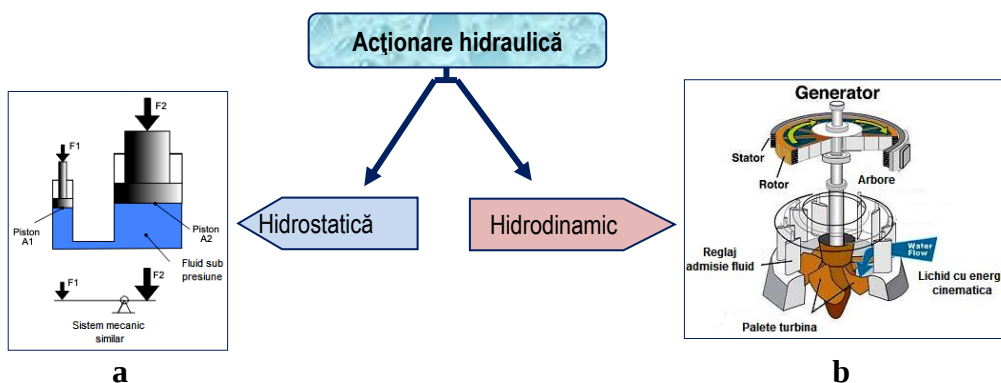


Fig. 1. Tipuri de acționări hidraulice

a – acționare de tip hidrostatic; b – acționare de tip hidrodinamic.

Sistemele de acționare de tip hidrostatic (fig. 1, a), folosesc energia potențială a lichidului de lucru sub formă de presiune hidrostatică. Acestea corespund mult mai bine cerințelor de stabilitate a vitezei care se impun mașinilor-unelte, condițiilor de reglare, inversare, sunt mult mai simple din punct de vedere constructiv. Un sistem de acționare hidrostatic se compune dintr-o pompă și un motor hidraulic de tip volumic, adică dintr-un grup generator-motor ce modifică starea energetică a lichidului de lucru prin variațiile de volum cuprins între organele sale mobile și cele fixe.

Dezvoltarea actuală a construcțiilor de mașini este marcată tot mai pregnant de prezența acționărilor hidraulice și pneumatice, care intervin la mijloacele de transmitere a energiei de la sursă la organul de lucru, cu avantajul de a obține ușor, pe lângă nivelul valoric ridicat și deplin

controlabil al energiei, și posibilitatea realizării unei variații continue, precise și în limite largi a forțelor, cuplurilor, vitezei și poziției.

Astăzi ar fi dificil de a identifica un produs sau o tehnologie care nu are incidență cu acționările hidraulice la un moment dat de-a lungul traseului de la materia primă până la finalizarea procesului de producție sau tehnologic.

Acționările hidraulice sunt regăsite în domeniile care solicită forțe mari și forțe foarte mari până la domenii la care poziționarea extrem de precisă este dezideratul principal.

Utilizarea tot mai largă a acționărilor și automatizărilor hidraulice se explică și prin perspectiva oferită în privința creșterii productivității mașinilor, utilajelor și instalațiilor, a performanțelor lor statice și dinamice, a fiabilității și randamentului global.

Preferința pentru astfel de sisteme este atestată de creșterile producției acestor echipamente înregistrate în țările dezvoltate din punct de vedere industrial, cum sunt: S.U.A., Germania, Japonia, Rusia.

Tendința de dezvoltare a echipamentelor hidraulice se manifestă în direcția creșterii presiunilor de lucru (concentrarea în spațiu), creșterii frecvenței de rotație și vitezelor de deplasare (concentrare în timp), asigurarea unei funcții multiple pentru o anumită construcție de element sau modul (concentrare funcțională), creșterea indicatorilor energetici (concentrare de putere), creșterea fiabilității și durabilității.

Extinderea utilizării acționărilor hidraulice se explică și printr-o calitate deosebită a acestora, apreciată în special de constructorii de mașini, și, anume ușurința și simplitatea cu care se realizează sinteza oricărei mașini sau instalații, precum și a modificărilor și trecerii de la o structură la alta în acord cu schimbările intervenite pe parcurs. Se constată extinderea mijloacelor de comandă și de reglare automată cu utilizarea echipamentelor hidraulice și pneumatice, în special a sistemelor de urmărire automată și a servo sistemelor electrohidraulice de reglare automată. Conducerea numerică, cu calculatorul și cu microprocesoare, reprezintă mijloace moderne actuale de perfecționare continuă a echipamentelor hidraulice.

Aparatura proporțională cunoaște o importantă extindere în ultima vreme, preluând în multe situații funcțiile servovalvelor ca elemente de interfață, fiind mai simplă și mai sigură în exploatare. O altă direcție importantă de perfecționare a acționărilor hidraulice o constituie ameliorarea indicatorilor energetici, având în vedere că, atât la servovalve cât și la aparatura proporțională, funcționarea are loc pe baza metodei rezistive de reglare (deci prin deversarea permanentă a unei cantități de lichid și deci prin pierderi energetice apreciabile).

Ca o concluzie ce se desprinde din cele prezentate anterior, la folosirea sistemelor de acționare hidraulice și pneumatice se va ține seama de avantajele și dezavantajele ce le prezintă aceste sisteme de acționare sub aspect economic, constructiv și al exploatarii.

1.3. Scurt istoric al hidraulicii și al acționărilor hidraulice

Acționările fluidice s-au dezvoltat împreună cu civilizația. Mișcările naturale ale aerului și apei au fost, probabil, primele surse de putere utilizate de primii oameni. Unii cercetători afirmă că ambarcațiunile cu pânze ar putea fi printre primele utilizări concrete ale mișcării naturale ale aerului, utilizări care ar fi condus în final la apariția morilor de vânt și a morilor de apă.

Primele cunoștințe de hidraulică datează din vremuri străvechi și sunt atestate de existența unor baraje, apeducte, diguri de protecție împotriva inundațiilor, canalizări, băi publice, care au fost construite începând din mileniul 3 î.e.n. în Asia Mică, India, Egipt, China, iar mai apoi în Grecia și Roma antică. Aceste realizări, asociate cu cele din domeniul navigației, conferă hidraulicii, în această lungă perioadă, un caracter predominant experimental.

Cu toate că realizările din domeniul hidraulicii nu au beneficiat la început de documente scrise care să clarifice principiile ce guvernează transmiterea energiei prin fluide sau comportamentul curgerii fluidelor, totuși descoperirile arheologice au scos la iveală un lucru

absolut remarcabil: primul sistem automat realizat de oameni a fost un sistem hidraulic, și anume *ceasul cu apă*. Mult mai târziu, datorită progreselor remarcabile realizate în construcțiile ulterioare ale ceasurilor cu apă, istoria consemnează un alt eveniment deosebit: primul sistem considerat a fi părintele sistemelor automate programabile are la bază tot un sistem hidraulic.

Oricât ar părea de ciudat, *ceasul cu apă*¹ este o invenție de la începuturile civilizației umane și un obiect foarte căutat și apreciat și astăzi, pentru că intră în categoria tehnologiei ecologice.

Primele instrumente de măsurare a timpului au apărut în urmă cu aproximativ 6000 de ani, în Babilonul antic, și erau niște cadrane solare, care indicau ora din timpul zilei în funcție de umbra unei săgeți de bronz, proiectată pe un cadran rotund, din piatră. Pentru măsurarea timpului nocturn, se foloseau cadrane lunare/stelare, ora determinându-se prin observarea stelelor fixe.

O mie de ani mai târziu (deși nu se știe cu certitudine data apariției lui), *ceasul cu apă* s-a dovedit a fi mult mai exact. Numit și clepsidră (din grecescul “klepsydra” – “kleptein”, “a scăpa, a se goli” și “hydor”/“hydotos”- “apă”), este, probabil, cel mai vechi instrument de măsurare a timpului independent de astronomie, și apariția lui se leagă tot de civilizația babiloniană, precum și de cea egipteană. Principiul de funcționare a ceasului cu apă era destul de simplu, bazându-se pe scurgerea continuă, printr-un orificiu, a unei cantități constante de apă, dintr-un rezervor într-altul (gradat), în care se afla un indicator, căruia i se imprima o mișcare uniformă (ca a apei) indicând, în felul acesta, orele. Cea mai veche clepsidră (ceas cu apă), care s-a păstrat, a fost descoperită la Karnak, în 1904. Aceasta datează din mileniul al II-lea î.Hr. și se află expusă la Muzeul civilizației egiptene din Cairo (fig. 2). Clepsidra este formată dintr-un vas conic, prevăzut, la bază, cu un orificiu pentru scurgerea apei. Un astfel de ceas putea avea o abatere de maximum 5-10 minute pe o perioadă de o zi.

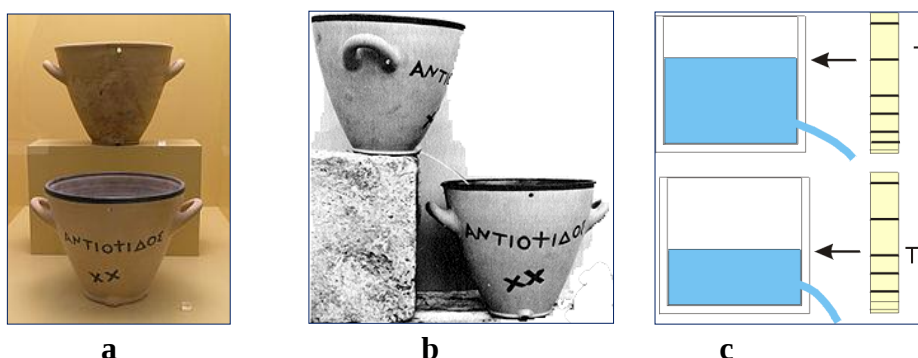


Fig. 2. Ceasul cu apă descoperit la Karnak, în anul 1904 [186]
a - imagine de ansamblu; b - funcționare; c - schemă de principiu

Grecii și romanii au adăugat ceasurilor cu apă, pe care și ei le foloseau, diverse angrenaje, care au dat mecanismelor mai multă precizie. Aceste invenții s-au amplificat și transmis, în diferite zone ale Europei, prin Bizanț, în timp ce în Asia se făceau, de asemenea, progrese semnificative. Ceasurilor cu apă li s-au adăugat “clichete”, niște pârghii atașate unor roțițe care se mișcau numai până la un punct, producând un fel de “tic-tac” (fig. 3).

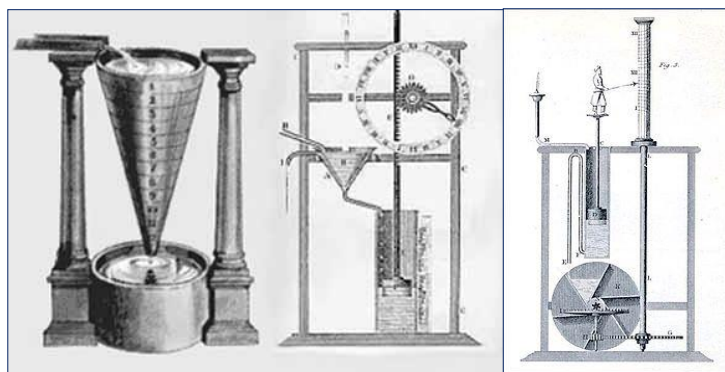


Fig. 3. Modele de ceasuri cu apă modernizate [186]

¹ Gascoigne, Bamber. "Istoria Ceasuri", Istoria lumii, 2001 (sursa www.en.wikipedia.org/wiki/hydraulic)

Ctesibius² poate fi considerat, prin invențiile adăugate ceasului cu apă, părintele automatizării. Acesta a găsit o rezolvare ingenioasă pentru a avea un nivel constant al apei introducând un plutitor cu supapă (fig. 4)³. În plus el a adăugat sistemului o serie de dispozitive și angrenaje care permiteau reglarea ceasului pentru compensarea diferențelor între mărimea zilelor pe parcursul unui an, respectiv pentru indicarea zilelor și lunilor din an. Toate modificările aduse ceasului cu apă de Ctesibius au condus la obținerea unui automat care avea o funcționare destul de precisă și care permitea reglaje destul de precise, impuse de necesitatea indicării corecte a timpului pe perioade nelimitate.

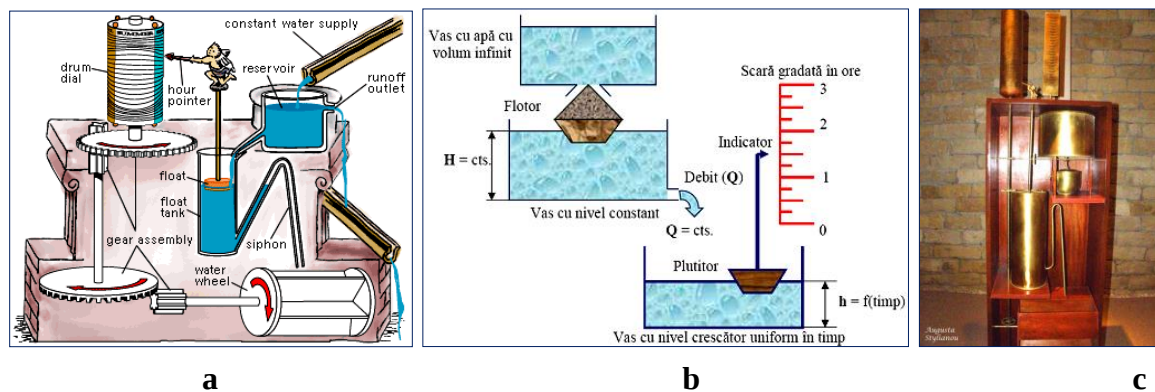


Fig. 4. Ceasul cu apă a lui Ctesibius
a - schemă funcțională; b - schema de principiu a părții
hidraulice;
c - vedere de ansamblu.



Fig. 5. Ctesibius – inventatorul primul sistem automat cu acționare hidraulică

După aproximativ un mileniu de la invenția lui Ctesibius, Ismail Al Jazari (1136-1206) – fig. 6, savant arab considerat tatăl ingineriei moderne (unii autori îl desemnează chiar părintele roboticii), a inventat un automat programabil pe care l-a atașat ceasului cu apă⁴, fig. 7.



Fig. 6. Ismail Al Jazari – părintele ingineriei moderne

² Ctesibius (Ktesibios sau Tesibius), în greacă Κτησίβιος (285–222 î.e.n.), inventator și matematician grec

³ Encyclopedia Britannica "Greek physicist and inventor, the first great figure of the ancient engineering tradition of Alexandria, Egypt."

⁴ Descoperiri antice , Episode 11: Roboți antice ". History Channel (sursa www.en.wikipedia.org/wiki/hydraulic). Al Jazari a mai inventat peste 50 de dispozitive mecanice și hidraulice între care un rol deosebit îl ocupă pompa de apă cu tubulatură de aspirație.

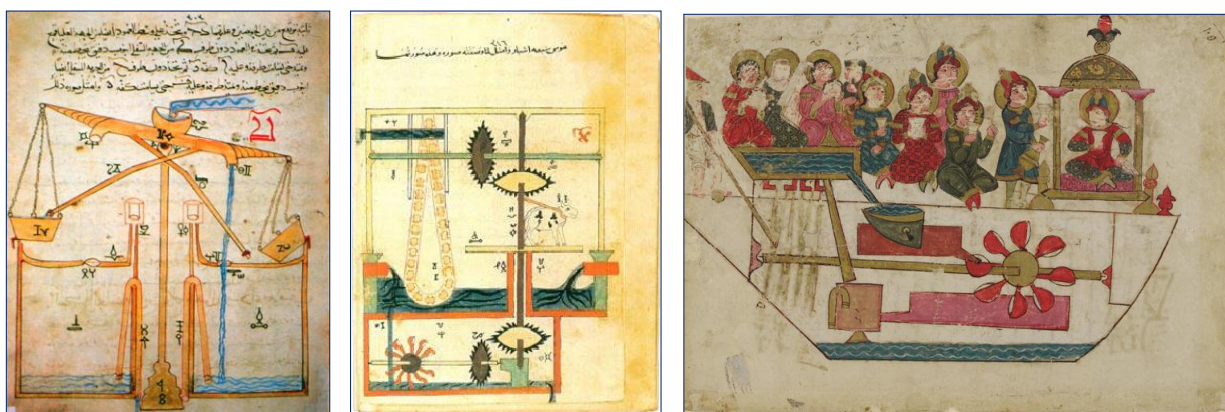


Fig. 7. Schițe originale ale ceasului cu apă inventat de Al Jazari⁵

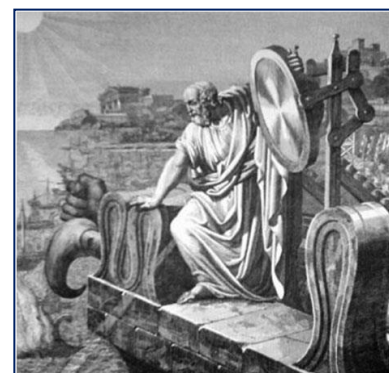
Ceasul lui A. Jazari a fost un dispozitiv complex, de aproximativ 11 de picioare (3,4m) înălțime, și care a avut mai multe funcții alături de indicarea timpului: afișarea zodiacului și orbitelor solare, indicarea orei exacte printr-o anumită figurină care apărea în mod automat, programator pentru corecția lungimilor diferite ale zilelor în cadrul unui an, cinci automate muzicale comandate printr-un sistem cu arbore cu came.

Din punct de vedere hidraulic noutățile lui Al Jazari au fost un regulator de debit și un regulator de presiune, cameră de nivel constant și automatul cu vase de apă, automat care funcționa pe principiul utilizat și astăzi la construcția debitmetrelor pentru fluide.

Uluitor este faptul că aproape toate invențiile antichității nu s-au bazat pe studii și cercetări care să producă documente scrise ce puteau fi utilizate la realizarea lor. Mult mai târziu savanți și oameni de știință, cărora omenirea le va fi mereu îndatorată, au demonstrat teoretic și verificat experimental principiile și legile hidraulicii care au stat la baza primelor construcții și invenții din domeniul hidraulicii.

Fără a avea pretenția că vom reuși să precizăm pe toți cei care prin cercetările teoretice și experimentale au pus bazele hidraulicii moderne, prezentăm în continuare doar o parte dintre cei ce-și leagă numele de marile descoperiri și realizări ale hidraulicii⁶.

➡ **Arhimede**, savant grec din Siracuză (287...212 î.e.n.), a adus contribuții esențiale în domeniul geometriei și mecanicii, și este în același timp fondatorul hidrostaticii. El a enunțat principiul care îi poartă numele și a scris un scurt tratat despre plutirea corpurilor.



Arhimede



Leonardo Da Vinci

➡ De la lucrarea lui Arhimede și până la tratatul privind mișcarea și măsurarea apei, elaborat de **Leonardo Da Vinci** (1452...1519), nu se cunoaște apariția altei lucrări de hidraulică care să ateste preocupări științifice în acest domeniu. El a fost primul care a oferit formula matematică pentru calculul debitului: $Q = vA$. El poate fi, de asemenea considerat, primul care a introdus controlul unui proces în buclă închisă pe care l-a utilizat pentru a regla debitul de apă cu care era alimentată roata unei mori.

⁵ www.mlahanas.de/Greeks/Clocks.htm

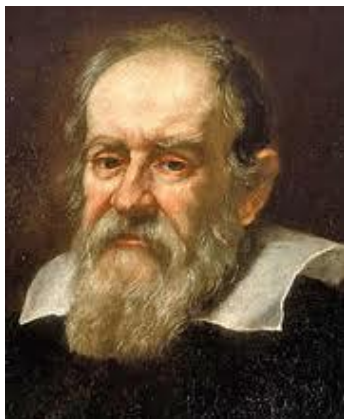
⁶ sursa www.en.wikipedia.org/wiki/hydraulic

Conturarea hidraulicii pe bază de cunoștințe teoretice și experimentale are loc începând abia din secolul al XVII-lea, după perioada Renașterii, când ideile lui Arhimede au fost reluate și duse mai departe de o pleiadă de oameni de știință, dintre care cei mai proeminenți sunt amintiți în cele ce urmează.

- ➡ **Simon Stevin**, cunoscut și sub numele de *Simon de Bruges* (1548...1620), matematician și fizician flamand, a demonstrat imposibilitatea mișcării perpetue și a studiat fracțiile zecimale, a avut contribuții majore în hidrostatică, descoperind legile presiunii lichidelor asupra pereților vaselor.



Simon Stevin



Galileo Galilei

- ➡ Fizicianul, astronomul și scriitorul italian **Galileo Galilei** (1564...1642), unul dintre fondatorii mecanicii moderne, prin lucrarea sa *Discurs privind două noi științe* (1638), s-a aflat printre precursorii introducerii matematicii pentru explicarea legilor fizicii; a descoperit legea căderii corpurilor în vid, a dat o primă formulare principiului inerției și a revizuit concepția asupra vidului; prin punerea bazelor științifice ale mecanicii, a facilitat descoperirea legilor hidraulicii.

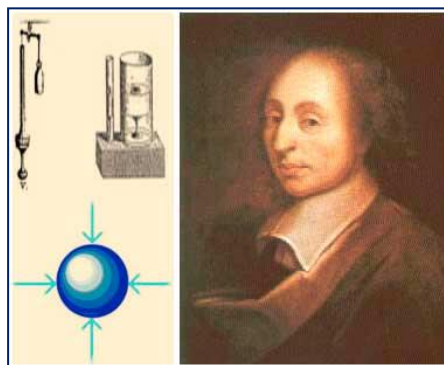
- ➡ **Evangelista Torricelli** (1608...1647), matematician și fizician italian, unul din elevii lui Galilei, a enunțat implicit principiul conservării energiei și a descoperit atât efectele presiunii atmosferice (pe care a măsurat-o, construind primul barometru), cât și legea scurgerii lichidelor prin orificii.

- ➡ Matematicianul, fizicianul, filosoful și scriitorul francez **Blaise Pascal** (1623...1662) a efectuat, până în 1652, numeroase experimente asupra presiunii atmosferice și echilibrului lichidelor, stabilind principiul transmiterii presiunii într-un fluid (principiul lui Pascal), și determinând relația de calcul a forței determinată de presiunea lichidului asupra suprafeței unui piston.

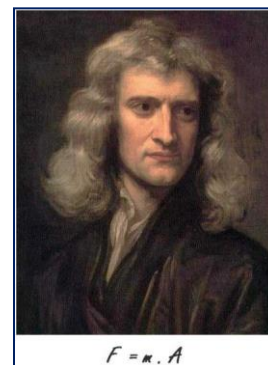
- ➡ **Sir Isaac Newton**, fizician, matematician și astronom englez (1642...1727), fondator al mecanicii clasice (prin lucrarea *Principiile matematice ale filosofiei naturale*, 1687), inventator al telescopului și pionier (alături de Gottfried Wilhelm Leibnitz, 1646...1716) al calculului diferențial, are meritul de a fi impulsat dinamica fluidelor reale prin stabilirea legilor vâscozității lichidelor și rezistenței opuse de un fluid în repaus unui corp în mișcare.



Evangelista Torricelli

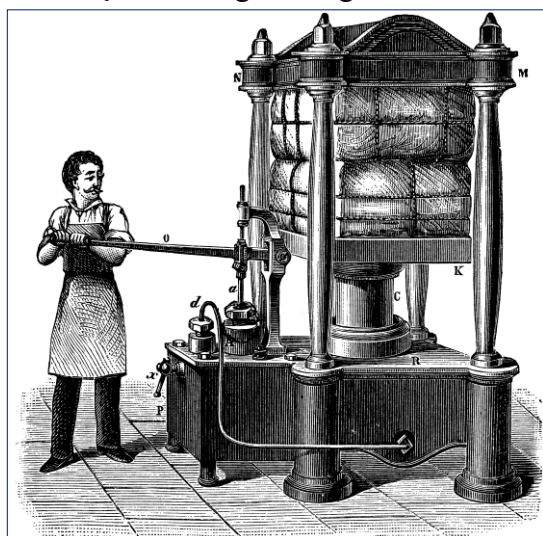


Blaise Pascal



Sir Isaac Newton

- ➡ Bazele științifice ale dinamicii fluidelor perfecte incompresibile sunt puse în secolul al XVIII-lea de către matematicianul elvețian **Leonhard Euler** (1707...1783) și fizicianul elvețian de origine belgiană **Daniel Bernoulli** (1700...1782). Leonhard Euler și-a desfășurat



activitatea la Sankt Petersburg, unde a funcționat ca profesor la invitația țarului Petru Cel Mare (1682...1725) și a avut realizări științifice remarcabile în matematică, mecanică și fizică, care au fost concretizate în domeniul hidraulicii prin stabilirea ecuațiilor fundamentale ale staticii și dinamicii fluidelor perfecte, demonstrarea ecuației de continuitate și formularea teoremei impulsului, pe care a aplicat-o roților hidraulice, creând teoria turbinelor. Daniel Bernoulli a publicat, în anul 1738, primul tratat de hidraulică și a stabilit ecuația energiei pentru un fluid în mișcare staționară, cunoscută sub numele de *ecuația lui Bernoulli*.

Fig. 8. Presa hidraulică – una dintre cele mai importante realizări ale ingineriei hidraulice a cărei funcționare se bazează pe principiul lui Pascal

Contribuții importante la dezvoltarea hidraulicii în secolul al XVIII-lea au fost aduse și de alte personalități.

- ➡ **Jean-Baptiste Le Rond D'Alembert** (1717...1783) a stabilit principiul echilibrului dinamic al unui fluid și paradoxul rezultantei nule a presiunilor pe un cilindru aflat în mișcare de translație într-un fluid.
- ➡ Inginerul și fizicianul francez **Henri Pitôt** (1695...1771) a construit tubul pentru măsurarea presiunii totale a unui curent de fluid, iar **Giovanni Battista Venturi**, fizician italian (1746...1822), a cercetat mișcarea fluidelor prin ajutaje și a realizat debitmetrul care-i poartă numele.
- ➡ Fizicianul, matematicianul și navigatorul francez **Jean-Charles De Borda** (1733...1799) a stabilit formula rezistenței hidraulice locale provocate de variația bruscă a secțiunii conductei, iar **Antoine De Chézy** (1718...1798) a preconizat relația de calcul a vitezei medii a lichidului într-un canal. În fine, matematicianul francez **Joseph Louis De Lagrange** (1736...1813), fondator al calculului diferențial și integral, președinte al comisiei însărcinate cu stabilirea sistemului de măsuri și greutăți, care a stat la baza actualului Sistem Internațional, a formulat, independent de L. Euler, ecuațiile fundamentale ale dinamicii fluidelor perfecte și a publicat tratatul de mecanică analitică.

Dinamica fluidelor perfecte cunoaște o mare dezvoltare în secolul al XIX-lea, paralel cu apariția dinamicii fluidelor vâscoase și a dinamicii gazelor. Prin contribuțiile lor din această perioadă se remarcă:

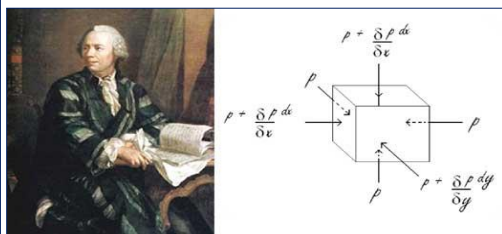
- ➡ **Sir George Gabriel Stokes** (1819...1903), care, independent de Claude-Louis Marie Henri Navier (1785...1836) și **Siméon Denis Poisson** (1781...1840), a stabilit ecuațiile mișcării laminare a lichidelor;
- ➡ **Jean Louis Marie Poiseuille** (1799...1869), a cercetat mișcarea lichidelor în tuburi capilare și a stabilit legea mișcării laminare a unui lichid într-un tub;

- ➡ **Henri Philibert Gaspard Darcy** (1803...1858), a studiat mișcarea apei în medii poroase și a stabilit legea liniară a filtrației;
- ➡ **Osborn Reynolds** (1824...1917), a studiat mișcările laminară și turbulentă ale lichidelor în tuburi și a stabilit criteriul separării regimului laminar de cel turbulent;
- ➡ **William Froude** (1810...1879), care a studiat pe modele comportarea navelor și a formulat criteriul de similitudine în cazul preponderenței forțelor gravitaționale și a celor de inerție.

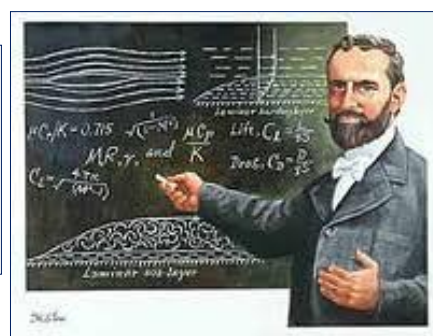
Începutul secolului XX este marcat în hidraulică prin: formularea ecuațiilor generale ale mișcării apelor subterane de către **Nicolai Egorovici Jukovski** (1847...1921); crearea teoriei aripii de avion de către **N.E. Jukovski**, **Martin Wilhelm Kutta** (1867...1944), **Ludwing Prandtl** (1875...1953), **S.A.Cioplâghin**; elaborarea teoriei stratului limită de către L. Prandtl; contribuții la teoria turbulenței aduse de **Geoffey Ingram Taylor** (1886...1975), L. Prandtl, **Theodore Von Kármán** (1881...1963), **Andrei Nicolaevici Kolmogorov** (1903...1987); cercetarea mișcării fluidelor în conducte netede realizată de **Paul Richard Heinrich Blasius** (1883...1970); stabilirea diagramei rezistențelor hidraulice în conducte de către **Johann Nikuradse** (1894...1979).



Daniel Bernoulli



Leonhard Euler



Ludwing Prandtl

În România, primele lucrări importante din domeniul mecanicii fluidelor sunt cele ale lui **V.Vâlcovici**, din 1913, prezentate în teza sa de doctorat susținută la Göttingen. Primul doctorat susținut în domeniul hidraulicii în țară este cel al lui **A. Bărglăzan**, din 1940, la Timișoara, iar primul tratat românesc de hidraulică aparține lui **Dionisie Ghermani** (1877...1948) și a fost publicat în anul 1942. Contribuții însemnate la dezvoltarea hidraulicii au adus, de asemenea, **George (Gogu) Constantinescu** (1881...1965) (prin elaborarea teoriei sonicității) și **Henri Coandă** (1886...1972), descoperitorul efectului care îi poartă numele. Cercetările întreprinse de Caius Iacob, Elie Carafoli și mulți alți oameni de știință români au adus contribuții deosebite la îmbogățirea cunoștințelor în domeniul mecanicii fluidelor.

Deși nu toate aspectele fundamentale ale acționărilor hidraulice au fost clarificate pe deplin, în ultima perioadă sunt evidente câteva direcții principale avute în vedere de oamenii de știință alături de specialiștii în domeniu:

- ⇒ cercetări în domeniul hidraulicii presiunilor înalte și presiunilor ultraînalte;
- ⇒ dezvoltarea hidraulicii proporționale în vederea integrării mecatronice a acestora;
- ⇒ proiectarea, optimizarea și simularea circuitelor hidraulice cu ajutorul softurilor de specialitate;
- ⇒ creșterea performanțelor și fiabilității componentelor hidraulice;
- ⇒ creșterea gradului de modularizare și de flexibilitate a sistemelor de acționare hidraulică;
- ⇒ cercetări privind comportarea tribologică și eficacitatea etanșărilor;
- ⇒ reluarea unor cercetări și experimente pentru îmbunătățirea metodologiei de calcul și proiectare a componentelor hidraulice.

În final, drept argument pentru ultima remarcă, prezentăm realizarea proiectantului francez Bernard Gitton care a reluat și dezvoltat în anul 1982 ideea ceasului cu apă a savanților din antichitate proiectând un ceas cu apă modern care a fost realizat și instalat în Berlin, la Europa Center (fig. 9).

De remarcat este faptul că întregul proiect a urmărit realizarea unui sistem pur hidraulic care să permită obținerea unor performanțe cât mai apropiate de a ceasurilor astronomice.



Fig. 9. Ceasul cu apă⁷ (Mengenlehreuhr) proiectat în anul 1982 de Bernard Gitton

1.4. Domenii de utilizare ale acționărilor hidraulice

Sistemele de acționare hidraulică au un vast domeniu de aplicabilitate. Apa fiind un element indispensabil vieții, primele așezări omenești au fost condiționate de prezența ei. În timp au apărut primele lucrări hidrotehnice: diguri, stăvilare, apeducte, sisteme de irigații. Mai târziu rezervele mari de apă strânse în lacurile de acumulare au putut fi utilizate după dorință pentru irigații, navigație, pentru scopuri industriale sau energetice.

Domeniul de aplicabilitate al hidraulicii s-a extins considerabil. La ora actuală nu există nici o ramură a tehnicii unde să nu își găsească aplicabilitatea.

Aria de dezvoltare a echipamentelor și sistemelor de acționare și automatizare hidraulice este practic nelimitată. Astăzi nu se mai concepe proces sau utilaj tehnologic fără înglobarea în construcția acestuia a unui sistem de acționare sau automatizare hidraulică.

Viitorul tehnicii acționărilor cu fluide se poate anticipa simplu: în orice domeniu unde este necesară transmiterea de forțe sau de momente prin mișcări de translație sau de rotație se vor găsi mereu aplicații și soluții de acționare hidraulică sau pneumatică.

Menținerea și creșterea competitivității acestora în raport cu celelalte tipuri de acționări se poate obține numai prin inovare și dezvoltare permanentă.

Parametrii funcționali ai componentelor sistemelor de acționare hidraulică au fost îmbunătățiți mereu în ultimele decenii. Turațiile și presiunile de lucru au crescut, masa și volumul componentelor au fost reduse, precizia și calitățile dinamice au crescut. Progresele tehnice au fost realizate prin: soluții constructive noi, introducerea de senzori electrici sau electronici, cartele electronice de reglare, convertoare electromecanice de ultimă tehnologie, utilizarea de materiale sintetice și ceramice, precizie de prelucrare mărită și îmbunătățirea

⁷ sursa www.en.wikipedia.org/wiki/hydraulic

performanțelor funcționale ale mediului fluid prin mărirea duratei de exploatare la temperaturi ridicate.

În etapa actuală, sistemele de acționare hidraulică sunt încorporate în sistemul de acționare sau comandă a mașinilor-unelte, a liniilor automate, a preselor, în componența mașinilor de construcții, de ridicat și transportat, a motostivuitoarelor și excavatoarelor, a echipamentelor hidromecanice ale centralelor hidroelectrice, a autovehiculelor, tractoarelor și mașinilor agricole, a utilajelor siderurgice și metalurgice, a utilajelor miniere, în industria lemnului, industria chimică, petrolieră și a materialelor plastice, cât și în domeniile de vârf, construcții navale și în tehnica aerospațială, a rachetelor și tehnica spațială, a tehnicii militare de vârf, robotică industrială cât și în construcția calculatoarelor electronice.

Asociată cu mecanica, electrotehnica și electronica, hidraulica permite obținerea unor cicluri tehnologice sau utilaje complexe. Dar, în afară de sistemele de acționare hidraulică, se utilizează cu succes sistemele combinate: hidromecanice, electrohidraulice, pneumohidraulice, contribuind din plin la creșterea productivității, supleței, securității și manevrabilității utilajului deservit.

În domeniul cercetării științifice există în prezent importante interferențe ale acționărilor hidraulice cu alte ramuri ale științei: multe cercetări biologice abordează sistemul circulator privit ca un sistem hidraulic a cărui pompă centrală este inima, iar în domeniul bionicii sunt analizate în prezent sistemele locomotorii ale unor organisme vii la care membrele lipsite de țesuturi musculare sunt puse în mișcare cu lichid sub presiune, domeniu ce poate avea aplicații importante în construcția roboților industriali.

În tabelul 2 se prezintă sistematizat, conform celor deja menționate, principalele domenii, cât și subdomeniile acestora, unde acționările hidraulice sunt utilizate pe scară largă.

Tabelul 2
Aplicații tipice ale acționărilor hidraulice [146]

Industrie	⇒ mașini-unelte ⇒ mașini pentru injectat mase plastice ⇒ prese hidraulice ⇒ siderurgie și metalurgie ⇒ centrale nucleare și centrale hidroelectrice ⇒ industria minieră
Tehnologie mobilă	⇒ excavatoare, buldozere și macarale ⇒ utilaje în domeniul construcțiilor civile și industriale ⇒ agricultură și industria forestieră ⇒ autovehicule rutiere și feroviare
Construcții navale și instalații portuare	⇒ sisteme de acționare ale cârmei navelor ⇒ vinciuri și macarale de bord sau portuare ⇒ ecluze ⇒ dispozitive de etanșare
Alte industrii și tehnologii	⇒ berbeci hidraulici ⇒ forajul sondelor și extracția țițeiului ⇒ sisteme pentru protecția porturilor
Căi navigabile publice	⇒ porți și stăvilare ⇒ sisteme pentru poduri mobile ⇒ macarale plutitoare
Sisteme tehnice specializate	⇒ mașini – unelte specializate ⇒ automate pentru antene ⇒ roboți și manipolatoare

	⇒ standuri pentru încercări ⇒ tehnica aerospațială, a rachetelor și tehnica spațială
Industria aerospațială	⇒ sisteme tehnice cu un înalt grad de specializare

1.5. Avantaje și dezavantaje ale acționărilor hidraulice

Acționările hidraulice (în special, cele de tip hidrostatic) prezintă multiple avantaje dintre care vom menționa în continuare pe cele mai remarcabile comparativ cu celelalte tipuri de acționări utilizate în cele mai diverse domenii ale tehnicii și tehnologiei:

- ➔ gabarit și mase reduse pe unitatea de putere;
- ➔ realizarea cu ușurință a unor forțe, momente și puteri mari cu energii mici de comandă precum și un control eficient asupra acestor parametri;
- ➔ reglarea continuă a parametrilor de bază ai energiei mecanice furnizate mașinilor de lucru, conform unui ciclu stabilit anterior;
- ➔ posibilități reale de automatizare parțială sau totală ale ciclurilor de lucru și ușurință în modificarea caracteristicilor acestor cicluri;
- ➔ largi posibilități de tipizare, normalizare, miniaturizare și modularizare ale echipamentelor și sistemelor hidraulice;
- ➔ inversarea ușoară a sensului mișcării, fără efecte și solicitări dinamice mari;
- ➔ funcționarea silențioasă și fiabilă;
- ➔ posibilitatea plasării comode a elementelor de acționare și comandă în locuri ușor accesibile, ceea ce îmbunătățește calitățile de exploatare;
- ➔ posibilitatea deservirii centralizate a mai multor mașini de lucru;
- ➔ asigurarea protecției în timp real împotriva suprasarcinilor.

Dintre principalele dezavantaje ale sistemelor de acționare hidraulică menționăm:

- ✚ pierderi de presiune liniare și locale, ceea ce limitează viteza de curgere în conducte și componentele sistemului, precum și distanțele de la sursa de presiune;
- ✚ influența temperaturii asupra viscozității fluidului hidraulic, ceea ce impune existența unor elemente de răcire;
- ✚ variații ale vitezelor cu sarcina din cauza fenomenului de compresie și a pierderilor volumice;
- ✚ imposibilitatea realizării unor mișcări rigurose coordonate, în vederea obținerii, prin suprapunerea acestora, a unor traiectorii care necesită precizie;
- ✚ personal calificat pentru punere în funcțiune, exploatare, întreținere și diagnosticare;
- ✚ tehnologii de fabricație ale componentelor hidraulice mai complicate și mai pretențioase;
- ✚ anumite dificultăți în operațiile de mentenanță.

Prin analiza dezavantajelor raportate la avantajele oferite se constată că acestea sunt minore, fapt care a condus la larga răspândire a acționărilor hidraulice, cu perspectiva extinderii acestora tot mai mult în viitorul apropiat.

Extinderea domeniilor de utilizare ale acționărilor hidraulice este justificată și prin avantajele oferite în comparație cu acționările pneumatice, respectiv electrice (tabelul 3).

Tabelul 3
Elemente de comparație ale acționărilor pneumatice (P), hidraulice (H) și electrice (E)

Nr. crt.	Parametrul/caracteristica de comparație	Tipul acționării	Performanțe și limitări ale sistemelor de acționare
		P	Sunt limitate de presiunea de lucru și de diametrul cilindrului (max. 400000N). Nu este necesar consum de energie pentru menținerea

1.	Forțe liniare		sub sarcină.
		H	Forțe și presiuni mari cu gabarit mic; nu se consumă energie la menținerea sub sarcină.
		E	Eficiență scăzută, nu există protecție la supraîncălzire, consum mare de energie când nu se lucrează sub sarcină, forțe mici, gabarit mare, consum energetic la menținerea sub sarcină.
2.	Momente	P	Momente mari, chiar și în staționare. Nu consumă suplimentar energie în staționare.
		H	Momente foarte mari, chiar și în staționare; consum mare de energie în staționare.
		E	Cel mai mic moment în staționare.
3.	Mișcare liniară	P	Ușor de generat, accelerații mari, viteze mari.
		H	Ușor de generat, ușor de controlat, accelerații și viteze mai mici ca la pneumatică.
		E	Complicat și costisitor pentru curse mai lungi, mai ales datorită inversării de sens. Pentru curse foarte mici: cu selenoid sau motoare liniare, dar forțe și momente mici.
4.	Mișcare rotativă sau oscilantă	P	Turații mari, costuri mari, randament scăzut, mișcarea de oscilație și stabilirea turației se face cu dispozitive mecanice. Opriri/porniri și inversări dese, rapide.
		H	Turație mică, randament mare. Opriri/porniri și inversări dese, rapide.
		E	Cea mai bună eficiență cu motoare rotative, viteză limitată.
5.	Controlabilitate	P	Forțele și momentele se controlează cu reglatoare de presiune, iar turația cu drosele.
		H	Foarte bună controlabilitate de forțe, momente, viteze, precizie mare la viteze mici.
		E	Control limitat cu costuri mari.
6.	Stocarea și transmisia energiei	P	Stocare ușoară și ieftină, în cantitate mare, transmisie bună prin conducte (până la 1000m).
		H	Stocare limitată cu gaz sau resort auxiliar. Transmisii eficiente prin conducte până la 100m.
		E	Stocare dificilă și în cantități mici, transmisie ușoară prin conductori la distanțe mari.
7.	Influența mediului	P	Sensibil la variații de temperatură, pericol de îngheț în anumite condiții, sensibil la contaminări.
		H	Sensibil la variații de temperatură, pericol de contaminare, de incendiu.
		E	Insensibil la variații de temperatură, sunt necesare măsuri speciale de izolare. Pericol de incendiu, explozie.
8.	Costuri energetice	P	Mari
		H	Mari.
		E	Cele mai mici.

9.	Ușurința în utilizare	P	Se pot utiliza cu ușurință; sunt sigure, posibilitate de avarii și accidente reduse.
		H	Mai complicat datorită presiunii mari de lucru; sunt necesare circuite de retur.
		E	Se cer cunoștințe speciale; pericol de avarii și accidente.
10.	Generalități	P	Componentele pot fi supraîncărcate; sunt necesare amortizoare de zgomot.
		H	Zgomotele cresc cu presiunea de lucru; componentele pot fi supraîncărcate.
		E	Nu există protecție la supraîncărcare (doar cu costuri mari), zgomotoase.

Partea a II-a. Structura și rolul sistemelor de acționare hidraulică

2.1. Structura sistemelor de acționare hidraulică

Un sistem global de acționare este compus dintr-o serie de elemente care, interconectate, transformă, printr-o serie de conversiuni intermediare de energie, mărimea de intrare Y_i , a mașinii de forță (fig. 10), într-o mărime de ieșire Y_e - mărime mecanică sub forma unui cuplu M_e sau forță F_e , la elementul de execuție al mașinii de lucru, mărime ce se produce cu o anumită viteză unghiulară ω_e sau viteză v_e .

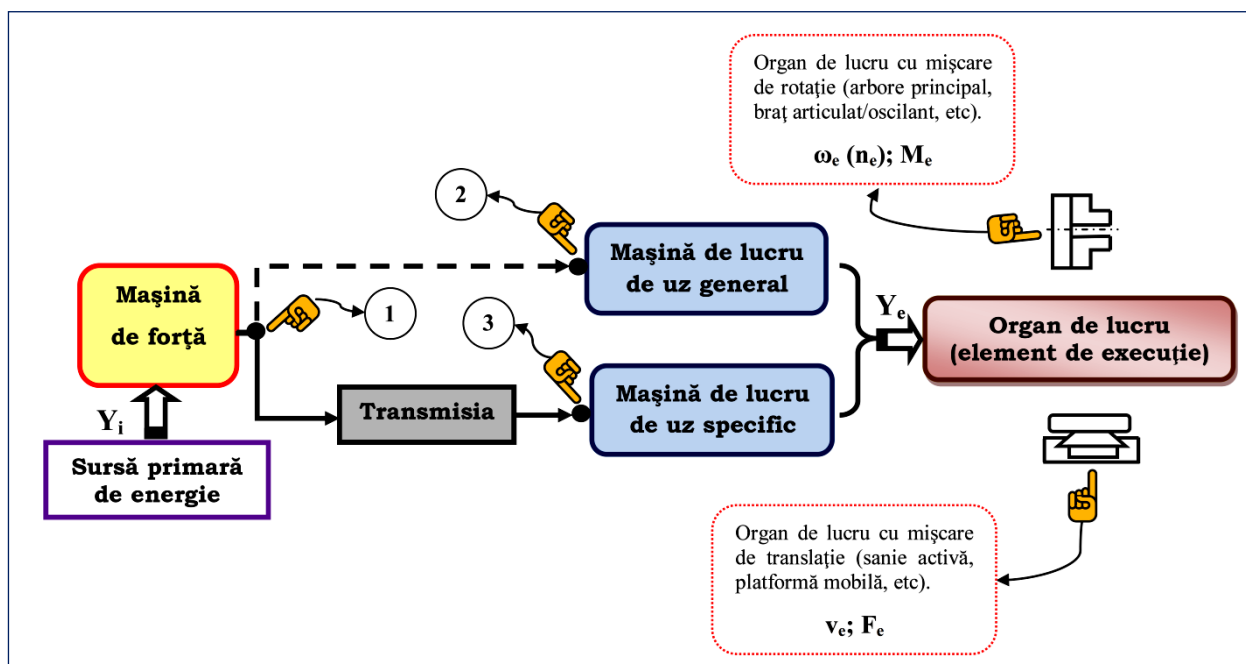


Fig. 10. Structura globală a unui sistem de acționare

Din analiza structurii sistemului de acționare, prezentată în fig. 10, se disting cele trei elemente de bază (mașina de forță, transmisia și mașina de lucru), cât și modul de transmitere a energiei în cadrul acestuia.

În practica industrială, mașinile de lucru ar putea fi împărțite în două mari categorii, conform cu valorile impuse pentru parametrii energiei mecanice utilizate:

- mașini de lucru de uz general, care nu necesită, la intrare (fig. 10, 2), valori diferite ale parametrilor de bază ai energiei mecanice, în raport cu valorile acestor parametri înregistrate la ieșirea din mașina de forță (fig. 10, 1);

- mașini de lucru de uz specific, care necesită, la intrare (fig. 10, 3), valori variabile ale parametrilor de bază ai energiei mecanice, valori mult diferite decât cele înregistrate la ieșirea din mașina de forță, și care trebuie să corespundă cu necesitățile tehnologice și/sau funcționale ale elementului de execuție.

În cazul mașinilor de lucru din prima categorie, energia mecanică produsă de mașinile de forță este transmisă direct – la parametrii de bază (turație și moment sau viteză și forță) nemodificați.

Pentru antrenarea, însă, a organelor de lucru tehnologice ale mașinilor de lucru de uz specific, este necesară introducerea, între mașina de forță și mașina de lucru, a unei transmisii, al cărei rol este de a modifica valorile parametrilor energetici de ieșire ai mașinii de forță (care, în general, au valori relativ rigide), pentru a-i adapta la valorile de intrare variabile, necesare.

Transmisia, ca element intermediar între cele două mașini, este impusă și de diferența valorică între parametrii de ieșire ai mașinii de forță, respectiv parametrii de intrare ai mașinii de lucru, fără a fi necesară modificarea în timp a parametrilor de intrare ai mașinii de lucru (în acest caz se utilizează transmisii cu raport de transmitere constant).

Transmisiiile nu modifică valoarea energiei mecanice transmise, ele modifică controlat doar valorile parametrilor de bază ai energiei mecanice, conform cu legea de transfer utilizată.

Puterea mecanică pe care o primește mașina de lucru de la transmisie poate fi exprimată analitic prin relații de forma:

- $P_e = \omega_e \cdot M_e$ (1), în cazul mișcărilor de rotație, sau
- $P_e = v_e \cdot F_e$ (2), în cazul mișcărilor de translație.

În concluzie, putem menționa că transmisia este sistemul tehnic care are rolul de a transfera energia mecanică primită de la o mașină de forță spre o mașină de lucru, putând schimba sau nu parametrii de bază ai acesteia: tipul mișcării, sensul mișcării și valoarea parametrilor.

Sistemele de acționare sau sistemele de transfer energetic (fig. 11) utilizează trei mari categorii de transmisii:

- transmisii mecanice (ansambluri alcătuite din mecanisme pentru transmiterea și/sau transformarea mișcării și puterii mecanice și organe de mașini rigide) – fig. 12;
- transmisii electrice (sisteme de conversie a energiei electrice în energie mecanică, ce asigură controlul, pe cale electrică, a energiei mecanice obținute, precum și a parametrilor săi) – fig. 13;
- transmisii fluidice – hidraulice sau pneumatice (transportul, reglarea și distribuția energiei se realizează cu ajutorul unui fluid sub presiune), fig. 14 - transmisii pneumatice.

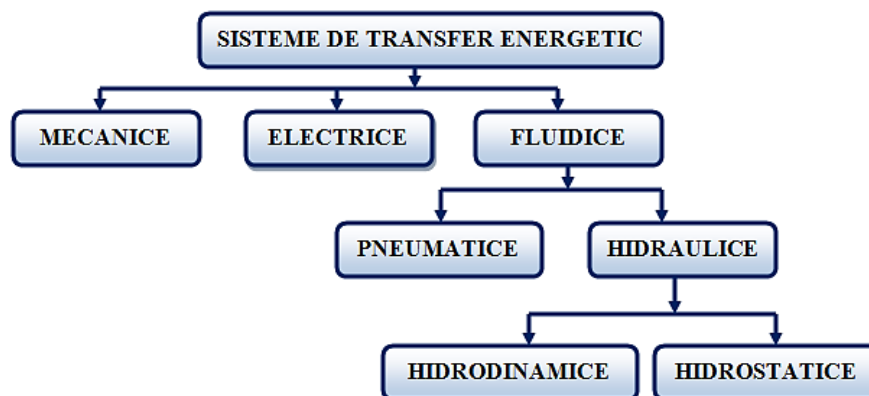


Fig. 11. Clasificarea sistemelor de transfer energetic

În cazul transmisiilor fluidice, dacă elementul cinematic principal al transmisiei, prin care se transmite energia mecanică, este de tip lichid, atunci transmisia se numește transmisie hidraulică, iar dacă acesta este un gaz (aer), aceasta se numește transmisie pneumatică.

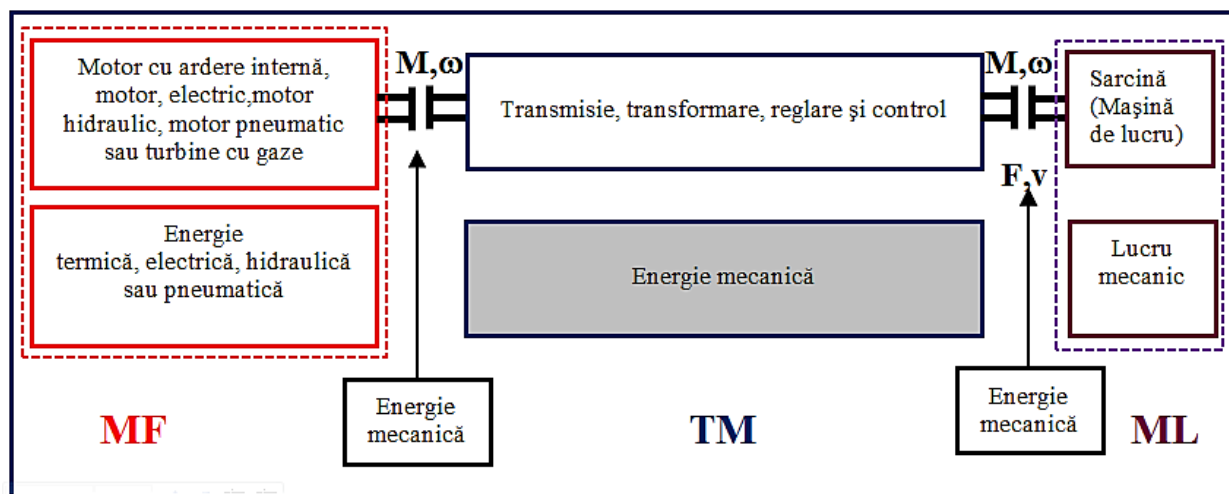


Fig. 12. Schema bloc a sistemelor de acționare mecanice

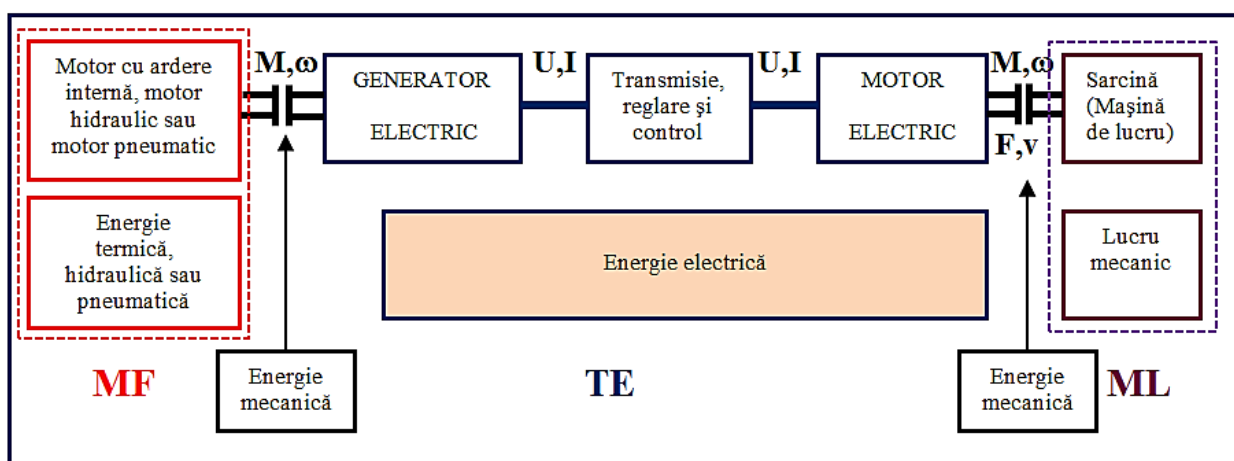


Fig. 13. Schema bloc a sistemelor de acționare electrice

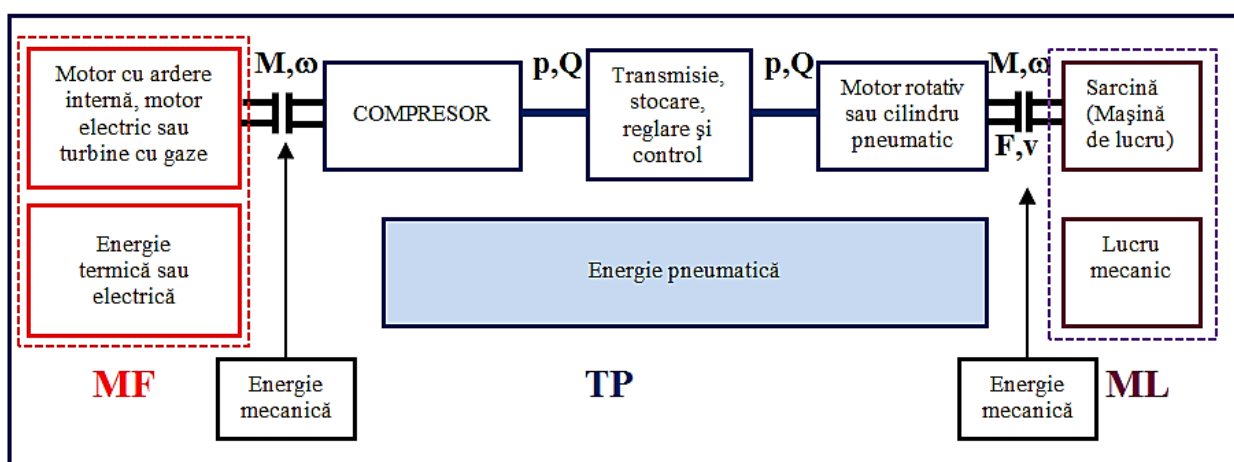


Fig. 14. Schema bloc a sistemelor de acționare pneumatice

2.2. Transmisii hidraulice

Principial, o transmisie hidraulică este alcătuită din două componente de bază:

- transformatorul și transmițătorul de energie (TT), care au rolul de a prelua energia mecanică, de la mașina de forță, și de a o transmite la mașina de lucru;
- blocul elementelor de control și reglare (ECR), care are rolul de a regla parametrii de bază ai energiei mecanice transmise mașinii de lucru, respectiv de a distribui energia către elementele de execuție ale mașinii de lucru, conform ciclogramei de funcționare a acesteia.

Schema bloc a unei transmisii hidraulice este reprezentată în fig. 15.

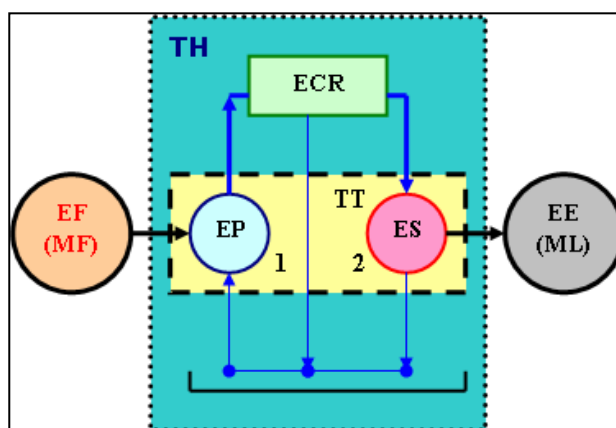


Fig. 15. Structura transmisiei hidraulice⁸

EF (MF) – element (mașină) de forță (motor electric sau motor cu combustie internă);
EE (ML) – element de execuție (mașină de lucru); EP – element primar (pompă hidraulică);
ES – element secundar (motor hidraulic); TT – transformator și transmițător de energie;
ECR – element/bloc de comandă și reglare (asigură modificarea și adaptarea parametrilor de bază); TH – transmisie hidraulică.

Elementul de bază al unei acționări hidraulice îl constituie ansamblul/sistemul format din transformatorul și transmițătorul de energie TT (transmisia hidraulică/hidrostatică), unde au loc două conversii energetice, cu ajutorul a două mașini hidraulice:

- transformarea energiei mecanice, furnizate de mașina de forță, în energie hidraulică (1), cu ajutorul pompelor hidraulice (elementele primare ale TT, mașini hidraulice de tip generator hidraulic);
- transformarea energiei hidraulice în energie mecanică (2), cu ajutorul motoarelor hidraulice (elementele secundare ale TT, mașini hidraulice de tip motor hidraulic).

Mașinile hidraulice sunt sisteme tehnice străbătute de fluide considerate incompresibile care pot transforma energia mecanică primită din exterior în energie hidraulică pe care o cedează fluidului transportat (*mașini de lucru*), energia hidraulică preluată de la fluidul transportat în energie mecanică pe care o cedează în exterior (*mașini de forță*), precum și energie mecanică sau energie hidraulică tot în energie de același tip, dar având alți parametri (*transformatoare*).

Transformările energetice sunt afectate de pierderi inerente de energie. Ecuația energetică a celor două tipuri de transformări derivă din aplicarea legii fundamentale a mașinilor hidraulice, lege care, la rândul ei, rezultă din aplicarea legii generale de transformare – conservare a energiei - la procesul acțiunii reciproce dintre mediul fluid și mașină. Dacă se iau în considerare (fig. 16)

⁸Oprean, A., *Hidraulica mașinilor – unelte*, Ediția a III-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.

punctele caracteristice de pe fluxul mediului fluid: 1, la intrarea în mașină, și 2, la ieșirea din aceasta, legea de conservare a energiei poate fi exprimată astfel:

$$E_{f1} = \pm I + E_{f2} + \Delta E \quad (3),$$

în care:

- E_{f1} , E_{f2} reprezintă energia conținută în unitatea de masă a mediului fluid, în punctul 1, respectiv în punctul 2;
- $-I$ – lucrul mecanic elementar ce se introduce din afară într-o unitate de masă a mediului fluid, cu ajutorul mașinii hidraulice de tip pompă;
- $+I$ – lucrul mecanic elementar ce se obține spre afară dintr-o unitate de masă a mediului lichid, cu ajutorul mașinii hidraulice de tip motor;
- ΔE – pierderea de energie a unității de masă a mediului fluid, pe traseul 1-2.

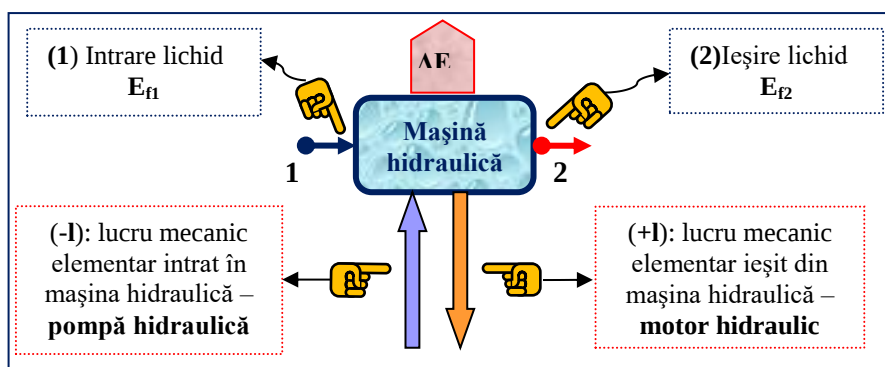


Fig. 16. Schema bloc a unei mașini hidraulice⁹

Dacă vom considera că atât mașina de forță, cât și mașina de lucru sunt mașini rotative, raporturile de transmitere-transformare ale parametrilor de bază (turație și moment), de la mașina de forță (n_i , M_i), la mașina de lucru (n_e , M_e), de către mașinile hidraulice ale unei transmisii hidrostatice (fig. 17), pot fi exprimate cu ajutorul legii fundamentale a transmisiilor hidrostatice, lege care se deduce din conservarea debitului de lichid hidraulic, respectiv putere pe traseul pompă hidraulică (1) – motor hidraulic (2).

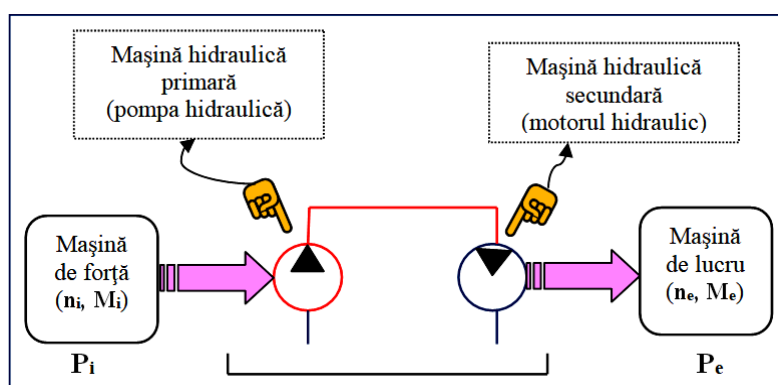


Fig. 17. Schema de principiu a unei transmisii hidrostatice

⁹Marin, V., Moscovici, R., Teneslav, D., *Sisteme de acționare și reglare automată – Probleme practice: de proiectare, execuție, exploatare*, Editura Tehnică, București, 1981.

Conservarea debitului pe traseul pompă 1 – motor hidraulic 2:

$$Q = n_i \cdot V_1 = \frac{1}{\eta_{vol}} n_e \cdot V_2 \Rightarrow n_e = n_i \frac{V_1}{V_2} \eta_{vol} \quad (4)$$

Conservarea puterii pe traseul mașină de forță – mașină de lucru:

$$N = k \cdot n_i \cdot M_i = \frac{1}{\eta_{tot}} k \cdot n_e \cdot M_e \Rightarrow M_e = \frac{n_i}{n_e} M_i \cdot \eta_{tot} = \frac{V_2}{V_1} M_i \cdot \eta_{tot} \quad (5),$$

în care:

- $V_{1,2}$ [cm³] – capacitatea totală a pompei, respectiv a motorului;
- Q [cm³/s]/[l/min] – debitul pompei;
- $M_{i,e}$ [daNcm/rad] – momentul de antrenare a pompei, respectiv momentul dezvoltat de motorul hidraulic;
- $n_{i,e}$ [rot/s] – turația de antrenare a pompei, respectiv turația dezvoltată de motorul hidraulic;
- N [kW] – puterea teoretică de antrenare a pompei;
- η_{tot} – randamentul total al transmisiei hidrostatice;
- η_{vol} – randamentul volumic al mașinilor hidraulice;
- k – coeficient adimensional.

Din relațiile de mai sus, rezultă că – la parametri constanți ai mașinii de forță (n_i , M_i) – se pot realiza, la nivelul mașinii de lucru, parametrii (n_e , M_e) variabili, în măsura în care există posibilitatea de a regla capacitatea mașinii primare (V_1) sau a mașinii secundare (V_2) sau ambele capacități.

Parametrii energiei mecanice furnizate de aceste transmisii pot fi reglați continuu și în limite largi prin mijloace relativ simple. Flexibilitatea constituie un avantaj esențial al transmisiilor hidraulice față de cele mecanice, asigurându-le o largă utilizare, deși principiul lor de funcționare implică randamente relativ mici.

În funcție de tipul mașinilor hidraulice utilizate, transmisiile hidraulice pot fi: hidrostatice (volumice), hidrodinamice sau hidrosonice.

Dacă mașinile hidraulice (pompa și motorul), care constituie elementele fundamentale ale transmisiei hidraulice, sunt de tip volumic, transmisia se numește, uzual, hidrostatică sau volumică, deoarece energia mecanică furnizată de mașina de forță este utilizată de o pompă volumică, practic numai pentru creșterea energiei de presiune a lichidului vehiculat; aceasta este retransformată în energie mecanică de un motor hidraulic volumic. Termenul "hidrostatic" este impropriu (transmiterea energiei se face prin circulația unui lichid care, în numeroase elemente de reglare și protecție, atinge viteze de ordinul sutelor de metri pe secundă), dar este larg folosit în practică.

În cazul utilizării unei pompe centrifuge și a unei turbine hidraulice, transmisia se numește hidrodinamică, deoarece, în cursul transformărilor energetice, variația energiei cinetice a lichidului este comparabilă cu cea a energiei de presiune.

Energia mai poate fi transmisă prin intermediul unui lichid și cu ajutorul undelor de presiune generate de o pompă "sonică" și recepționate de un motor "sonic", transmisia numindu-se, în acest caz, "sonică".

În continuare, transmisiile hidrostatice vor fi numite "hidraulice", iar sistemele de acționare care utilizează transmisiile hidrostatice vor fi numite sisteme de acționare hidraulică.

2.3. Structura și rolul sistemelor de acționare hidraulică

Sistemul de acționare hidraulică este sistemul de acționare în cadrul căruia între mașina de forță și mașina de lucru transportul, reglarea parametrilor de bază și distribuția energiei se realizează prin intermediul unui lichid aflat sub presiune.

Din structura globală a unui sistem de acționare hidrostatic (transmisia hidraulică este de tip hidrostatic), se disting cele trei părți componente/subsisteme ale acestuia (fig. 18):

- mașina de forță (MF);
- mașina de lucru (ML);
- transmisia hidrostatică – subsistemul de acționare hidraulică (TH).

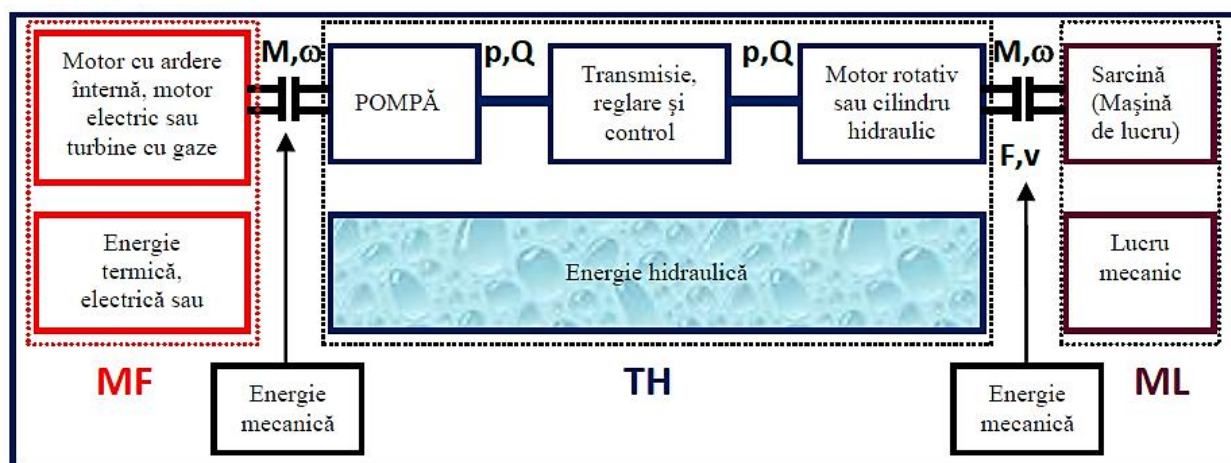


Fig. 18. Schema bloc a unui sistem de acționare hidraulic

Subsistemul hidraulic de acționare, format din cele două elemente de bază ale transmisiei hidrostatice, generatorul-pompa și motorul hidrostatic, mașini care realizează dubla conversie de energie (mecanică-hidrostatică, hidrostatică-mecanică), primește și transmite o energie mecanică. De menționat este însă că, în interiorul sistemului de acționare hidraulică, între cele două elemente care realizează conversia energetică, se află și echipamente complementare de comandă, de reglare și de control, care conferă mărimilor mecanice de ieșire valori de mișcare și efort necesare elementului final – elementului de execuție. Calitatea deosebită a acestui subsistem hidraulic de acționare, care va fi numit, în continuare, „sistem”, constă tocmai în ușurința cu care se realizează variația/modificarea mărimilor de mișcare și efort.

În figurile 19 și 20 sunt reprezentate schemele bloc ale unui sistem de acționare hidraulică cu motor hidraulic rotativ M_{HR} , respectiv ale unui sistem de acționare hidraulică cu motor hidraulic liniar (cilindru hidraulic, M_{HL}).

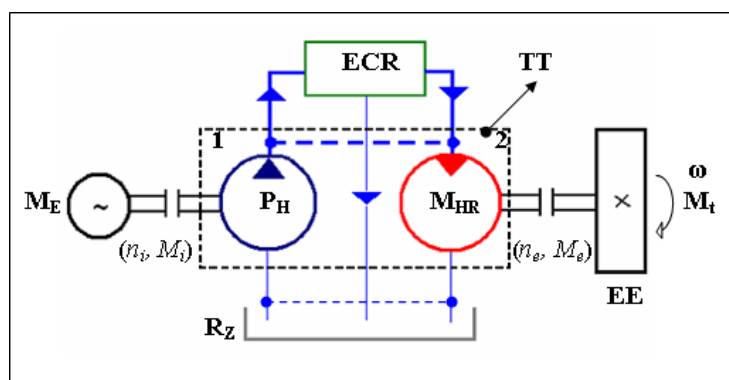


Fig. 19. Sistem de acționare de tip hidrostatic, cu motor hidraulic rotativ

Din cele două figuri se constată că acționarea unui element de execuție oarecare final (ax principal – fig. 19 sau sanie activă – fig. 20) constă în rotirea sau deplasarea acestuia cu viteza unghiulară ω sau cu viteza v , de către motorul hidraulic rotativ M_{HR} sau liniar M_{HL} , pentru care trebuie să învingă cuplu M_t , respectiv forța F , în care scop este necesară prezența debitului Q și a presiunii p furnizate de generatorul hidraulic hidrostatic – pompa hidraulică volumică P_H . La rândul său, pentru generarea energiei hidrostatice la parametrii Q și p , pompa P_H este antrenată de motorul electric de acționare M_E , care absoarbe din rețea tensiunea U și curentul I , pentru a putea furniza energie mecanică cu parametrii n_i și M_i .

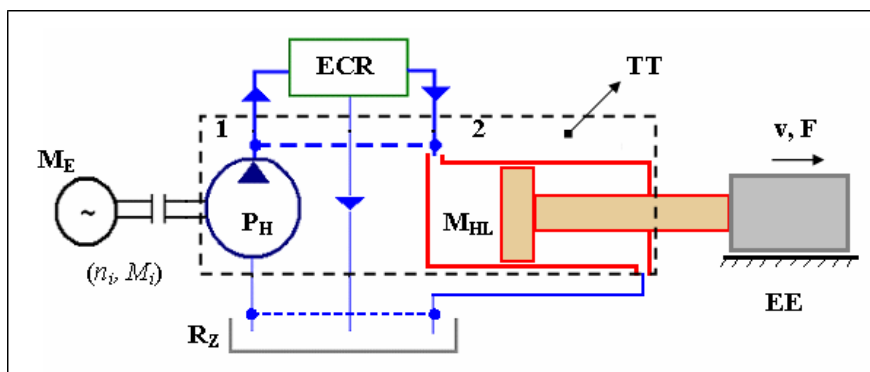


Fig. 20. Sistem de acționare de tip hidrostatic, cu motor hidraulic liniar

În cadrul transmisiilor hidrostatice, se disting, din punctul de vedere al teoriei sistemelor automate, sisteme de acționare, sisteme de comandă și sisteme de reglare automată.

Sistemele de acționare și comandă hidrostatice sunt sisteme cu circuit deschis, în sensul că mărimea de intrare, care impune regimul de funcționare al sistemului, nu este influențată de efectul acțiunii sale; datorită perturbațiilor inerente, mărimea de ieșire nu poate fi corelată, în mod univoc, cu mărimea de intrare.

Sistemele de acționare hidrostatice transmit, în general, puteri mari, randamentul lor fiind un parametru important, utilizat obligatoriu în comparația cu alte tipuri de transmisi.

Sistemele de comandă hidrostatice transmit, în general, puteri mici, iar motoarele acestora acționează asupra elementelor de comandă ale altor transmisi care vehiculează puteri mult mai mari.

Sistemele de reglare automată hidrostatice sunt sisteme cu circuit închis, deci conțin o legătură de reacție care permite compararea (fig. 21), continuă sau intermitentă, a mărimii de intrare (x_i) cu cea de ieșire (x_e ; x_r); diferența dintre acestea (eroarea, e) constituie semnalul de comandă al amplificatorului sistemului, care alimentează elementul de execuție în scopul anulării erorii; astfel, precizia acestor sisteme este ridicată (în regim staționar, relația dintre mărimea de intrare și cea de ieșire este practic biunivocă).

Parametrii reglați uzual sunt: poziția, viteza unghiulară (liniară), momentul arborelui (forța tijei) motorului hidrostatic, puterea consumată de transmisie de la mașina de forță etc.

Un sistem hidraulic de acționare îndeplinește cel puțin una din următoarele funcții:

- funcția de transmisie sau de acționare propriu-zisă, care se caracterizează prin transfer de energii mari la elementul de execuție al mașinii de lucru;
- funcție de comandă, în care se operează cu energii mai reduse, de regulă sub forma unor impulsuri de comandă, și care se transmit unui element al sistemului hidraulic de forță;
- funcția de reglare și control, care are drept scop modificarea unor parametri mecanici ai sistemului, discret sau continuu.

Transmisia hidrostatică de tip acționare se caracterizează prin:

- energii transferate mari (energii de lucru);
- lanț deschis de comandă, în sensul că sistemul de acționare este sensibil numai la comenzile de intrare x_i (programatoare), rămânând indiferent la efectele acțiunii sale (mărimea de

reacție $x_r = 0$ și, în consecință, comparatorul nu există, iar mărimea de intrare în blocul de control și reglare este $e = x_i$).

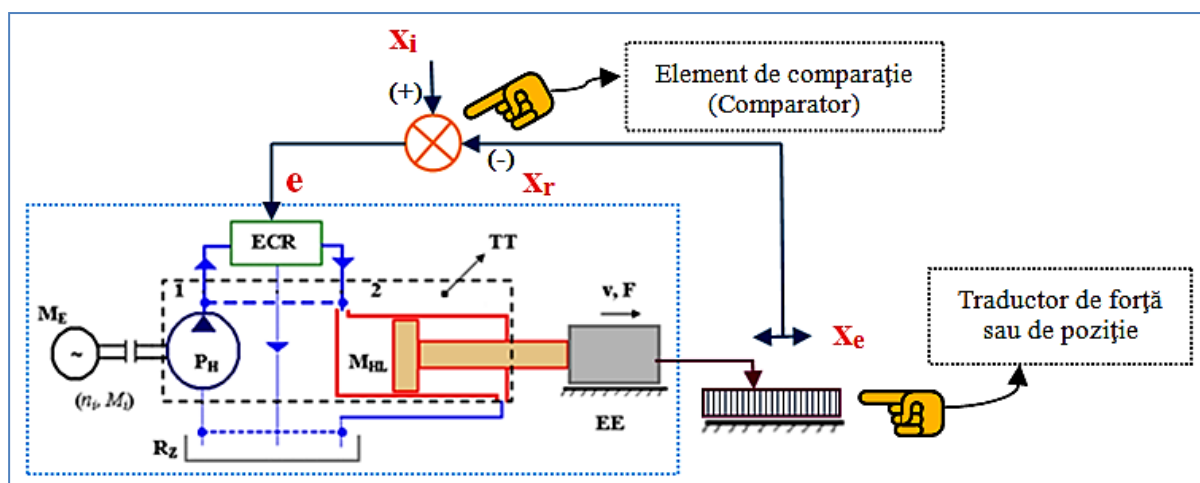


Fig. 21. Schema bloc a unui sistem de reglare automată hidraulică

Transmisia hidrostatică de tip comandă se caracterizează prin:

- energii transferate relativ mici (pentru semnale de comandă);
- lanț deschis de comandă;
- element de execuție constituit din camera de comandă a unui organ de distribuție (și nu dintr-un motor hidrostatic, ca în cazul acționării).

Transmisia hidrostatică de tip reglare automată se caracterizează prin:

- energii transferate relativ mari (energii de lucru);
- lanț închis de comandă, în sensul că sistemul de acționare este, de data aceasta, sensibil nu numai la comenzile de intrare x_i (programatoare), ci și la efectele acțiunii sale, adică la evoluția mărimii de ieșire x_e , convertită de traductorul de poziție sau de forță/cuplu într-o mărime de reacție $x_r \neq 0$ (în consecință, datorită acțiunii comparatorului, mărimea de intrare în blocul de control și reglare este $e = x_i - x_e$.)

2.4. Sistemele de acționare hidrostatice: aparate hidraulice și elemente componente

Majoritatea sistemelor de acționare hidraulică sunt cu circuit deschis, din punct de vedere al transmiterii agentului motor. De exemplu, în sistemul din figura 22 mediul hidraulic este aspirat din rezervorul 11 prin conducta de aspirație 12 de către pompa 4, antrenată prin intermediul cuplajului 3 de motorul electric 2, și transmis motorului hidraulic 9 prin distribuitorul 8. Evacuarea lichidului din motorul hidraulic se face spre același rezervor pe traseul distribuitorul 8 și filtrul 10.

Acest sistem are avantajul important al prezenței unei cantități de lichid ce întrece de câteva ori, debitul maxim necesar, rezervă ce permite continua înprospătare a lichidului aspirat, răcire și decantare, dar în schimb gabaritul instalației este mai mare. Un astfel de sistem poartă denumirea de sistem deschis.

Controlul presiunii de lucru sau limitarea presiunii maxime a agentului motor, presiune a cărei valoare poate fi citită cu ajutorul manometrului 5, este asigurat de către supapa de presiune 7.

În figura 23 este reprezentat un alt sistem hidraulic, în care lichidul refulat de pompa hidraulică 2 este transmis motorului hidraulic 6. Evacuarea din motorul hidraulic 6 se realizează pe circuitul de aspirație al pompei 2.

Spre deosebire de schema precedentă:

- în acest caz conducta de evacuare din motor este racordată direct la pompă, aceasta devenind conductă de aspirație;
- schimbarea sensului de rotație al motorului hidraulic nu se realizează cu ajutorul unui distribuitor hidraulic, ci prin inversarea sensului de rotație a pompei hidraulice 2.

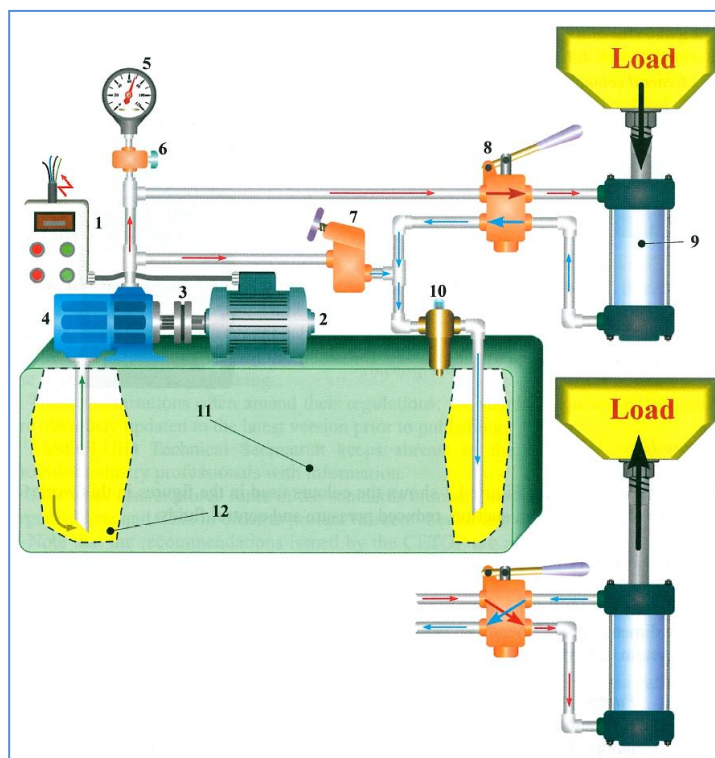


Fig. 22. Sistem hidraulic deschis

- 1 – panou electric de comandă; 2 – motor electric; 3 – cuplaj mecanic; 4 – pompă hidraulică;
 5 – manometru; 6 – robinet de izolare; 7 – supapă de presiune; 8 – distribuitor hidraulic;
 9 – cilindru (motor) hidraulic; 10 – filtru; 11 – rezervor; 12 – conductă de aspirație.

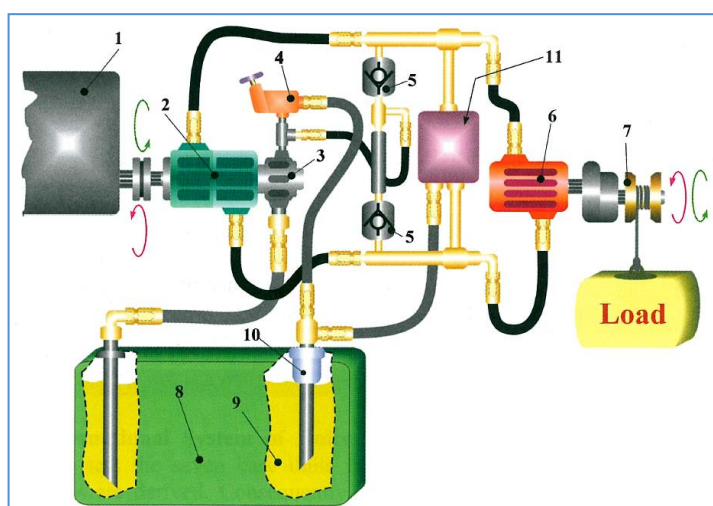


Fig. 23. Sistem hidraulic închis

- 1 – sistem de acționare al pompei hidraulice; 2 – pompă hidraulică principală; 3 – pompă hidraulică de compensație; 4 – supapă de presiune; 5 – supape de sens unic; 6 – motor hidraulic rotativ; 7 – trolu (mașină de lucru); 8 – rezervor; 9 – ulei hidraulic; 10 – filtru; 11 – supapă distribuitor cu comandă electronică.

Aceste sisteme au avantajul unei compactități mai mari, randament energetic mai bun, dar lichidul circulând în flux continuu între pompă și motor este supus unei încălziri și degradări mai mari. Aceste sisteme poartă denumirea de sisteme închise sau cu „circuite închise”. Pentru compensarea pierderilor volumice sistemul este prevăzut cu un circuit de compensare de la pompa hidraulică 3.

Principalele componente ale sistemelor de acționare hidrostatice sunt:

Pompele volumice (P_H) – sunt ansambluri care imprimă mediului hidraulic de lucru energie hidrostatică caracterizată prin presiune (p_p) și debit (Q_p). Ele recepționează energia mecanică produsă de o mașină de forță, caracterizată de momentul M_i și turația n_b , și o transformă în energie hidrostatică. Aproape toate pompele sunt acționate în mișcare de rotație.

Motoarele hidrostatice (M_H) – sunt ansambluri care primesc energia hidrostatică produsă de pompă (*presiune x debit*) și o transformă în energie mecanică de rotație (*moment x turație*) la motoarele rotative sau de translație (*forță x viteză*) la motoarele hidraulice liniare (cilindri de forță), pentru antrenarea elementului de execuție (**EE**). Uneori aceleași ansamble pot fi atât pompe cât și motoare, depinzând de modul în care sunt montate. Unele pot funcționa într-un singur sens (nereversibile), altele în ambele sensuri (reversibile).

Elementele de distribuție au rolul de a dirija agentul motor spre diferitele conducte ale schemei hidraulice. Echipamentul de distribuție al acționării hidrostatice este constituit din: robinete distribuitoare, distribuitoare cu bilă, distribuitoare cu sertar (sertărașe distribuitoare) și supape de sens unic (supape de blocare). Supapele de blocare asigură transmiterea debitului într-o singură direcție pe conductele pe care se montează. Sub aspect constructiv, supapele de blocare se întâlnesc în varianta cu scaun. Pe scaun poate presa o bilă sau un taler conic.

Supapele de presiune sunt destinate asigurării presiunii dorite pe anumite circuite hidraulice. Ele pot fi în poziție normală, neacționate, normal închise sau normal deschise. Cele normal deschise au rol de supape de deversare (de descărcare) iar cele normal închise au rol de supape de siguranță.

Echipamentul de reglare a debitului pe circuitele hidraulice constă în montarea unor rezistențe fixe sau reglabile (drosele) pe circuit, care laminează debitul de agent motor, fracționându-l și administrându-l la valoarea dorită motorului hidraulic.

Echipamentul auxiliar al schemelor hidraulice se compune din: conducte, filtre, acumulator, rezervor (tanc), schimbător de căldură.

Conductele asigură circulația agentului motor către diferitele elemente ale schemei.

Filtrele sunt elemente destinate purificării agentului motor. Ele au rolul să rețină atât particulele mecanice cât și produsele de oxidare din agent. Într-o schemă hidraulică trebuie să existe minim trei filtre și anume: filtrul de umplere și aerisire, filtrul pe conducta de aspirație a pompei și un alt filtru montat în schema hidraulică.

Acumulatorile sunt elemente care înmagazinează o parte a energiei hidrostatice furnizată de pompe, constituind pentru schema hidraulică o rezervă de energie hidrostatică. Acestea se montează pe o derivație a conductei de refulare a pompei. Scopul acumulatorilor hidraulice este de a prelua volume de lichid sub presiune și de a le restitui ori de câte ori este necesar.

Rezervorul (tancul) are rolul de a furniza agentul motor (lichidul de lucru) schemei hidrostatice precum și de a limita temperaturile de funcționare ale acesteia.

Aparatele de măsură și control au rolul de a măsura și indica parametrii de lucru ai agentului motor: presiunea se măsoară cu manometrul, debitul cu debitmetrul iar temperatura cu termometrul.

Simbolizarea grafică convențională și notarea a aparatelor și echipamentelor hidraulice este prezentată în partea a 3-a.

Un sistem hidraulic poate fi considerat ca un bloc prevăzut cu intrări și ieșiri (fig. 24); intrările sunt comenzile și alimentarea cu energie, iar ieșirile sunt reprezentate de mișcările actuatorilor. Această abordare a sistemului hidraulic ne va ușura, mai târziu, tratarea unor aspecte importante ale proiectării schemelor hidraulice.

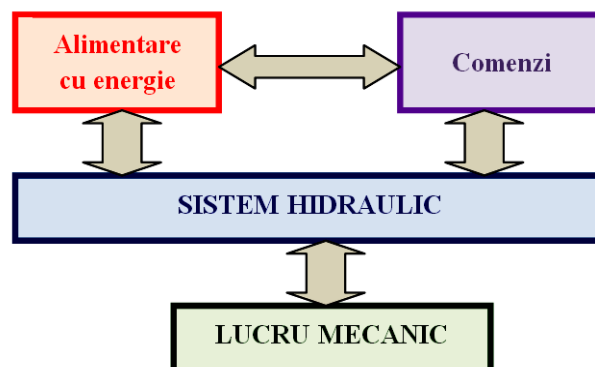
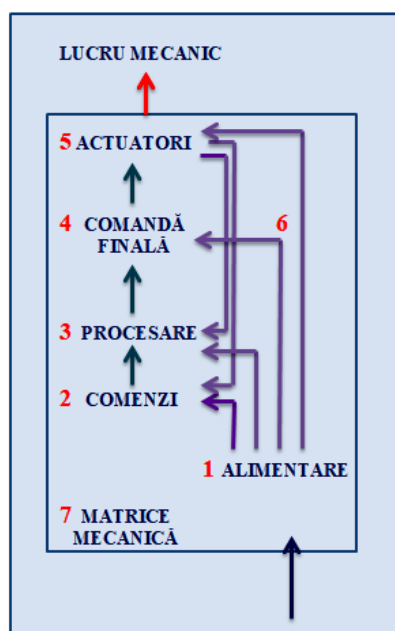


Fig. 23. Structura bloc a unui sistem hidraulic

Un astfel de sistem hidraulic conține șapte tipuri de elemente interconectate astfel încât să realizeze funcțiile cerute de utilizator (fig. 24):

1. *Elemente care asigură alimentarea* instalației cu energie la parametrii ceruți de sistem.
2. *Elementele de comandă*, care permit dialogul om-mașină: comenzi de pornire-oprire, selectare pentru diferite funcții sau moduri de lucru, etc. De obicei, toate aceste elemente sunt grupate într-un panou (tablou) de comandă, separat sau alipit instalației.



3. *Elementele de procesare* sunt echipamentele care asigură procesarea (interpretarea și reglarea) semnalelor primite în instalație: atât a celor de comandă, provenite de la tabloul de comandă, cât și a celor de reacție, care sunt de obicei semnale de confirmare a efectuării unor secvențe de mișcare. Elementele de procesare prelucreză toate aceste semnale fie unitar, fie în anumite combinații, realizând diferite funcții logice: DA, NU, ȘI, SAU, NON ȘI, temporizare, memorie, etc.
4. *Elementele de comandă finală* sunt echipamente de distribuție a energiei hidraulice și reprezintă etajul din care semnalele de comandă sunt transmise direct elementelor de execuție (motoare liniare, rotative, oscilante, mixte, etc.).

Fig. 24. Elementele interconectate ale unui sistem hidraulic

5. *Elemente de execuție* (actuatoarele) sunt echipamente care convertesc energia de presiune a agentului de lucru în energie mecanică pentru efectuarea de lucru mecanic. Pot fi numite și convertoare hidro - mecanice.
6. *Elementele de transmitere a semnalelor în instalație*; acestea sunt fittingurile și conductele pentru energia hidraulică, conductorii electrici pentru energia electrică și pot fi asimilați unui „sistem circulator”, care asigură comunicare între diferite „organe” hidraulice ale sistemului.
7. *Matricea mecanică*, este ansamblul de piese și elemente mecanice care servesc drept suport (batiul), elemente de fixare (bride, articulații) pentru echipamentele hidraulice, elemente care asigură legăturile cinematice între actuatori și organele de lucru ale sistemului (tije, pârghii, arbori, roți dințate, curele de transmisie, în general transmisii mecanice).

În figura 24 se poate observa că structura descrisă este dispusă de nivele, în conformitate cu sensul de deplasare a semnalelor (de jos în sus).

Redactarea tehnică a sistemelor de acționare hidraulică prin elementele sale de structură, se face apelând la simbolurile elementelor hidraulice sau fluidice, conform standardelor sau normelor de reprezentare a lor (vezi partea a 3-a). Reprezentarea grafică obținută constituie schema de acționare hidraulică, respectiv schema de comandă logică.

Schema hidraulică obținută prin utilizarea de simboluri și reguli de reprezentare a unui sistem hidraulic descrie cu acuratețe funcționarea acestuia. Elaborarea schemei hidraulice este al doilea pas făcut în proiectarea unui sistem hidraulic de acționare și, odată ce utilajul a fost realizat, este unul din instrumentele de bază pentru operațiunile de punere în funcțiune, reglare a parametrilor de funcționare, diagnosticare și reparare.

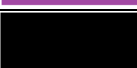
Fiind o reprezentare a sistemului hidraulic, în principiu schema are o structură identică acestuia, însă în ea nu sunt reprezentate elementele mecanice, cu excepția celor direct intercondate cu cele pneumatice.

Reprezentarea schematică a unui sistem hidraulic se întâlnește în două variante:

- ◆ reprezentarea pe nivele, fiind cea rezultată din proiectare; cunoașterea modului de dispunere a elementelor într-o schemă ușurează mult aplicarea algoritmilor de proiectare, înțelegerea și interpretarea schemelor dar, în activitatea industrială, acest tip de reprezentare, la confruntarea cu instalația reală, produce dificultăți în localizarea echipamentelor și urmărirea funcționării lor: arhitectura schemei nu este în corelație cu arhitectura reală a instalației, deoarece rareori elementele hidraulice pot fi așezate în instalație în structură pe nivele de care s-a vorbit mai sus; din acest motiv, în documentația ce însoțește o instalație se utilizează un alt tip de reprezentare;
- ◆ reprezentarea elementelor hidraulice se face ținând seama de poziția lor reală pe utilaj (desigur, în limitele posibilităților); astfel, se ține seama de poziția de lucru a actuatorilor (orizontală, verticală, oblică), de poziția și modul de grupare a celorlalte elemente, luând ca reper diferite părți din instalație și, dacă este necesar, se apelează chiar la reprezentările axonometrice; scopul acestui mod de reprezentare este ușurarea lucrului cu schema, și nu complicarea ei.

Partea a III-a. Reprezentarea, simbolizarea și notarea componentelor și circuitelor hidraulice

3.1. Semnificația culorilor utilizate în reprezentarea componentelor și circuitelor hidraulice¹⁰

Nr. crt.	Culoare	Semnificație culoare
1.		Lichid de lucru cu presiune ridicată aflat pe circuitele de alimentare (fig. 25, 1).
2.		Lichid de lucru cu presiune redusă aflat pe circuitele de evacuare (fig. 25, 2).
3.		Lichid aflat pe circuitul de aspirație al pompelor sau în circuitele de drenaj (fig. 25, 3).
4.		Lichid hidraulic aflat în rezervor (fig. 25, 4).
5.		Lichid de lucru cu presiune redusă utilizat pentru comandă indirectă prin pilot (fig. 25, 5).
6.		Lichid cu presiune ridicată utilizat pentru comandă directă prin presiune (fig. 25, 6).
7.		Simboluri grafice pentru componentele hidraulice (fig. 25, 7).

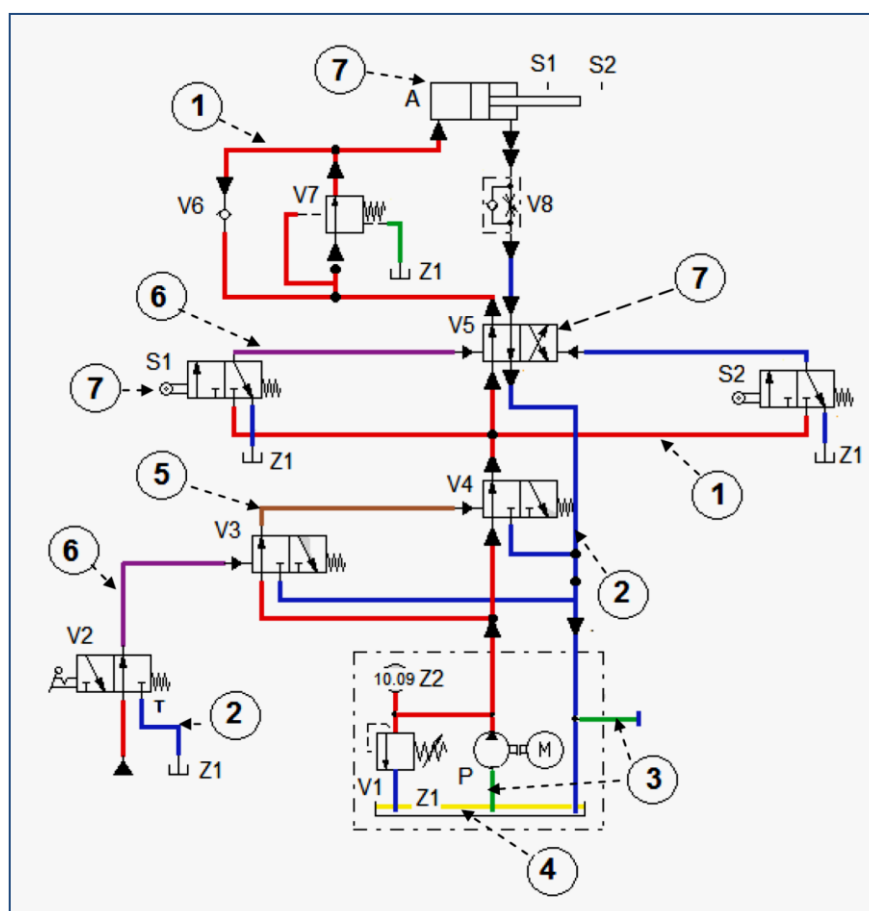


Fig. 25. Exemplu de utilizare a culorilor la reprezentarea grafică a circuitelor acționărilor hidraulice

¹⁰ ASSOFLUID, *HYDRAULICS in industrial and mobile applications*, Milano, Italy, 2007, p. 5.

3.2. Reguli privind identificarea componentelor în cadrul circuitele de acționări hidraulice¹¹

Pentru identificarea componentelor în cadrul circuitelor de acționări hidraulice se utilizează în mod curent următoarele două elemente:

- a. Simbolul grafic al componentei, reprezentat conform reglementărilor stipulate în standardul ISO 1291-1:1995.
- b. Codul alfanumeric de identificare asociat simbolului grafic al componentei, cod stabilit conform ISO 1291-2:1995.

Codul de identificare devine obligatoriu, dacă nu sunt prevăzute alte reguli de notare prin documentația de proiectare a acționării hidraulice, și însoțește componenta în toate documentele înrudite elaborate, specifice circuitului acționării hidraulice în cauză.

Codul de identificare alfanumeric al componentelor hidraulice se utilizează pentru toate componentele incluse în circuit și are o structură conform celei prezentate în figura 26 (informații suplimentare pot fi obținute din Anexa A a standardului ISO 1291-2:1995).

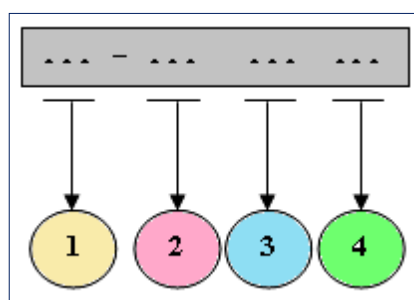


Fig. 26. Structura codului alfanumeric de identificare al componentelor hidraulice [168]

- 1 – codul corespunzător grupei funcționale din care face parte circuitul hidraulic;
2 – codul circuitului hidraulic; 3 – codul componentei hidraulice; 4 – codul numărului componentei hidraulice.

Cele patru componente ale codului alfanumeric de identificare semnifică și se formează conform următoarelor reguli:

1. *Codul corespunzător grupei funcționale din care face parte circuitul hidraulic:*
 - se utilizează numai dacă circuitul hidraulic reprezentat are un fol funcțional bine precizat, în practică el presupunând mai mult decât o simplă instalare; codul este alcătuit dintr-un număr întreg
 - este format dintr-un număr întreg, numerele codului începând de regulă cu numărul 1.
2. *Codul circuitului hidraulic:*
 - un circuit reprezintă totalitatea componentelor/echipamentelor hidraulice care deservește integrat un singur motor hidraulic;
 - codul reprezintă un număr întreg care începe cu zero, iar numerotarea se realizează continuu pentru fiecare circuit cu numere crescătoare.
3. *Codul componentei hidraulice:*
 - este un cod literar;
 - dacă nu sunt alte coduri impuse prin documentația de proiectare ale acționării hidraulice, pentru codificarea componentelor unui circuit hidraulic vor fi utilizate următoarele litere:
 - ⇒ **P**: pompe hidraulice și compresoare;
 - ⇒ **A**: motoare hidraulice (actuatori hidraulici);
 - ⇒ **M**: motoare primare pentru antrenarea pompelor hidraulice sau ale compresoarelor;
 - ⇒ **S**: senzori, traductoare, limitatoare, etc.;

¹¹ Conform ISO 1291-2:1995, Capitolul 5 – “Rules for identification of equipment in fluid power circuits”.

- ⇒ **V**: aparatele pentru distribuție, reglare și control (distribuitoare, supape, drosele, etc.);
- ⇒ **Z**: alte componente/echipamente hidraulice.

4. **Codul numărului componentei hidraulice:**

- este un cod numeric (se recomandă să se înceapă cu cifra zero) și se aplică componentelor hidraulice și echipamentelor auxiliare care fac parte din același circuit;
- numerotarea se realizează progresiv și începe cu elementele aflate lângă pompă, numerotarea urmărind traseul fluidului hidraulic pompă-motor.

Exemplu:

În cadrul schemei circuitului acționării hidraulice reprezentate în figura 13 au fost utilizate următoarele coduri alfanumerice de identificare (precizăm că a fost ignorată intenționat grupa funcțională a circuitului, iar codul circuitului hidraulic nu a mai fost utilizat deoarece în cadrul circuitului avem un singur motor hidraulic) :

- *P*: pompă hidraulică;
- *M*: motor electric pentru antrenarea pompei hidraulice;
- *A*: motor hidraulic liniar;
- *S1* și *S2*: sesizoare de capăt de cursă (distribuitoare pilot cu comandă mecanică);
- *V1* ... *V8*: componente hidraulice;
- *Z1* și *Z2*: alte echipamente (rezervorul hidraulic *Z1* și manometrul *Z2*).

Pentru identificarea orificiilor de racordare, a conductelor și a fittingurilor în cadrul reprezentărilor grafice ale circuitelor acționărilor hidraulice se utilizează tot coduri alfanumerice de identificare, coduri a căror structură este reprezentată în figura 27.

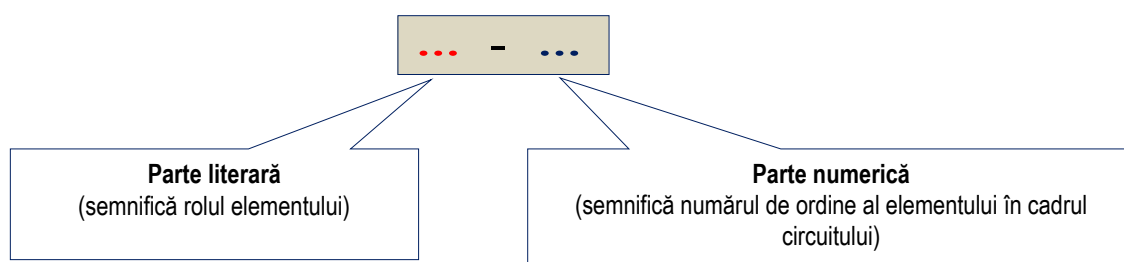


Fig. 27. Structura codului alfanumeric de identificare a orificiilor de racordare, conductelor și fittingurilor

Pentru precizarea rolului funcțional al elementelor de legătură se utilizează următoarele litere:

- **P**: pentru alimentare cu lichid hidraulic cu presiune;
- **T**: pentru direcționarea lichidului hidraulic spre rezervor;
- **L**: pentru circuitele de drenaj.

Partea numerică a codului de identificare pentru elementele de legătură este sub forma numerelor întregi scrise în ordine succesivă și începând cu numărul 1.

Exemplu:

Codul alfanumeric de identificare al unei conducte înscris pe reprezentarea grafică a circuitului este: **T7**. Acest lucru reprezintă că respectiva conductă este o **conductă de retur**, și conform cu ordinea prestabilită de dispunere a acestora în cadrul circuitului are **poziția 7**.

Pentru identificarea completă a tuturor legăturilor dintre componentele hidraulice ale unui circuit, respectiv ale legăturilor dintre diferite circuite sau părți ale aceluiași circuit, dacă circuitul este foarte complex, se va apela și la următoarele recomandări:

- dacă circuitul hidraulic utilizează plăci de bază sau blocuri hidraulice de distribuție, toate orificiile de racordare ale acestora se vor nota/simboliza pe schema circuitului cu caractere speciale, iar legăturile ce trebuie realizate între orificii vor fi precizate cu ajutorul caracterelor utilizate într-un tabel corespunzător și reprezentat lângă schema circuitului hidraulic;
- zonele de întrerupere ale elementele de circuit, în cazul circuitelor ce nu pot fi reprezentate pe o aceeași pagină, se notează cu aceleași coduri alfanumerice de identificare sau cu caractere speciale atât pe pagina pe care circuitul se întrerupe, cât și pe pagina/paginile pe care reprezentarea acestuia continuă.

3.3. Mărimile fizice și unitățile de măsură corespunzătoare specifice acțiunilor hidraulice¹²

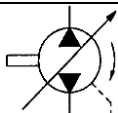
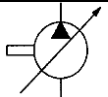
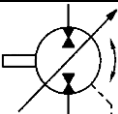
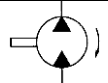
Denumirea mărimii fizice	Simbolul mărimii fizice	Unitatea de măsură SI	Unități de măsură Marea Britanie și SUA	Conversie unități de măsură SI → SUA
<i>lungime</i>	l	m (metru)	in (inch) ft (foot)	1m = 39,37in 1m = 3,28084ft
<i>masă</i>	m	kg (kilogram)	lb (pound)	1kg = 2,2046lb
<i> timp</i>	t	s (secundă)		
<i>intensitatea curentului electric</i>	I	A (amper)		
<i>temperatura termodinamică</i>	T	K (grad kelvin) °C (grad Celsius)	°F (grad Fahrenheit)	°C = (°F-32)/1,8
<i>intensitatea luminoasă</i>	J	cd (candelă)		
<i>cantitatea de substanță</i>	n, v	mol (mol)		
<i>raza</i>	r	m		
<i>aria suprafeței</i>	A	m ²	in ² ft ²	1m ² = 1550,4in ² 1m ² = 10,76ft ²
<i>volum</i>	V	m ³ 1dm ³ ≅ 1l (litru)	in ³ ft ³ gal (galon)	1cm ³ = 0,06in ³ 1m ³ = 33,31ft ³ 1dm ³ = 1l = 0,265gal
<i>densitate</i>	ρ	kg/m ³	lb/ft ³	1kg/m ³ = 0,0624lb/ft ³
<i>viteză liniară</i>	v	m/s	ft/s	1m/s = 3,3ft/s
<i>viteză unghiulară</i>	ω	rad/s (1/s)		
<i>turație</i>	n	rot/min (1/min)		
<i>acceleerație liniară</i>	a	m/s ²	ft/s ²	
<i>acceleerație unghiulară</i>	ε	rad/s ² (1/s ²)		

¹² Rohner, P., *Industrial Hydraulic Control – A textbook for Fluid Power technicians*, Fourth Edition, Hydraulic Supermarket.com Pty Ltd, Australia, 2005, p. 253.

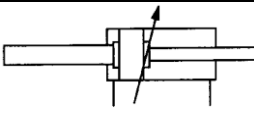
forță	F	N	lbf (lb force)	1N = 0,225lbf
moment	M	Nm	lbf·ft	1Nm = 0,737lbf·ft
presiune	p	Pa (N/m ²) bar = 10 ⁵ Pa	psi (PoundSquare Inch lbf/in ²)	1bar = 14,5psi
debit (volumic)	Q	m ³ /s 1l/min = 1/60000m ³ /s	in ³ /s gallons/min (GPM)	1m ³ /s = 2 ⁷ in ³ /min 1l/min = 0,265GPM
lucru mecanic	L	J	lbf·ft	1J = 0,737lbf·ft
energie	W	J (1cal = 4,187J)	BTU	1J = 0,0009BTU
putere	P	W	ft·lbf/s	1W = 0,73 ft·lbf/s
viscozitate cinematică	ν	m ² /s (1cSt = 1mm ² /s)	ft ² /s	1m ² /s = 0,15ft ² /s
viscozitate dinamică	η	Pa·s (N·s/m ²) (1cP = 10 ⁻³ N·s/m ²)	$\eta = \nu \cdot \rho$	
frecvență	f	Hz		
tensiune electrică	U	V		
rezistență electrică	R	Ω		

3.4. Simboluri grafice convenționale utilizate în acționările hidraulice¹³

1. Conversia energiei

Pompă hidraulică cu cilindree constantă		Pompă hidraulică cu cilindree variabilă, cu două direcții pentru debit, cu drenaj extern și cu un singur sens de rotație.	
Pompă hidraulică cu cilindree variabilă		Grup hidraulic pompă-motor cu cilindree variabilă, drenaj extern și două sensuri de rotație	
Grup hidraulic pompă-motor cu cilindree fixă și un singur sens de rotație.		Acumulator hidropneumatic cu membrană	

2. Motoare rotative și liniare

Motor cu cilindree constantă și un sens de rotație		Cilindru hidraulic cu dublu efect cu tijă unilaterală	
Motor cu cilindree constantă și două sensuri de rotație		Cilindru hidraulic cu dublu efect, cu tijă bilaterală și cu frânare reglabilă la ambele capete de cursă	

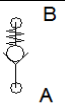
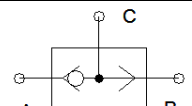
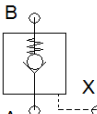
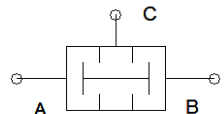
Motor cu cilindree variabilă și două sensuri de rotație		Cilindru hidraulic telescopic cu simplu efect	
Motor cu cilindree variabilă și un sens de rotație		Cilindru telescopic cu dublu efect	
Motor hidraulic cu rotație parțială cu două sensuri de rotație (motor oscilant)		Convertor pneumohidraulic reversibil (presiune redusă, simpla acțiune, nu modifică presiunea fluidelor)	
Cilindru hidraulic cu simplu efect		Amplificator de presiune (convertește presiunea aerului p1 în presiunea lichidului hidraulic p2; p1 < p2)	
Cilindru hidraulic cu simplu efect cu plunjer		Amplificator hidraulic (p1 < p2)	

3. Distribuitoare

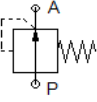
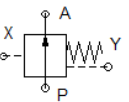
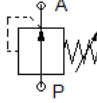
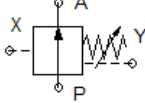
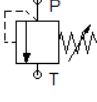
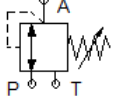
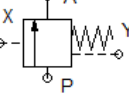
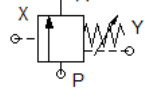
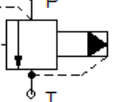
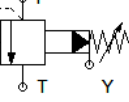
Distribuitor 2/2 NI		Distribuitor 4/3 cu racordul P conectat la consumatori (cu centrul flotant)	
Distribuitor 2/2 ND		Distribuitor 4/3 cu centrul închis	
Distribuitor 3/2 NI		Distribuitor 4/3 cu P și consumatorii conectați la tanc	
Distribuitor 3/2 ND		Distribuitor 4/3 cu orificiul P conectat la tanc	
Distribuitor 4/2		Distribuitor 6/3	
Distribuitor 5/2		Distribuitor proporțional cu două poziții finale	
Distribuitor 4/3 cu racordul P închis și consumatorii conectați la tanc		Distribuitor, reprezentare simplificată. În exemplu cu 4 căi.	

4. Supape de sens și derivate

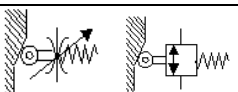
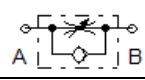
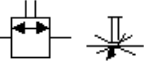
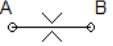
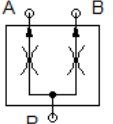
Supapă de sens fără arc		Supapă de sens deblocabilă (pilotul închide supapa)	
-------------------------	--	---	--

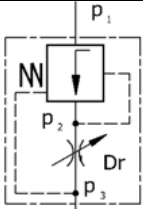
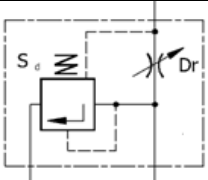
Supapă de sens cu arc		Supapă selectoare (element logic SAU)	
Supapă de sens deblocabilă (pilotul deschide supapa)		Supapă cu două presiuni (element logic ȘI)	

5. Supape pentru controlul presiunii

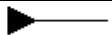
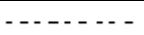
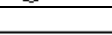
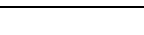
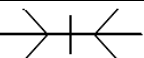
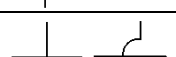
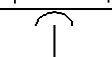
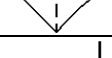
Supapă de reducere a presiunii cu acțiune directă (reductor de presiune) neregabilă		Supapă de reducere a presiunii cu comandă externă prin presiune diferențială (reductor de presiune) neregabilă	
Supapă de reducere a presiunii cu acțiune directă (reductor de presiune) reglabilă		Supapă de reducere a presiunii cu comandă externă prin presiune diferențială (reductor de presiune) reglabilă	
Supapă de limitare a presiunii cu comandă directă reglabilă		Supapă de limitare a presiunii cu trei căi/bidirecțională cu comandă directă reglabilă	
Supapă de limitare a presiunii cu comandă externă prin presiune diferențială neregabilă		Supapă de limitare a presiunii cu comandă externă prin presiune diferențială reglabilă	
Supapă de limitare a presiunii, normal închisă, cu comandă pilotată, neregabilă (de siguranță sau de descărcare)		Supapă de limitare a presiunii, normal închisă, cu comandă pilotată, reglabilă (de succesiune)	

6. Componente pentru controlul debitului

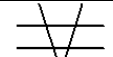
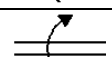
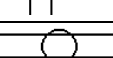
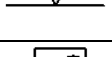
Drosel neregabil		Drosel reglabil acționat mecanic	
Drosel reglabil		Drosel reglabil cu supapă de ocolire	
Drosel reglabil acționat manual		Diafragmă fixă	
Divizor de debit cu raport de divizare constant		Diafragmă reglabilă	
		Robinet manual	

Regulator de debit cu două căi		Regulator de debit cu trei căi	
--------------------------------	---	--------------------------------	---

7. Transmisia energiei

Sursă de presiune		Linie (circuit) de drenaj	
Sursă de presiune		Conductă flexibilă	
Linie (circuit) de lucru		Linie (circuit) pentru energie electrică	
Linie (circuit) de comandă			
Conexiune de conducte		Cuplă rapidă fără supapă de sens cuplată	
Suprapunere de conducte		Cuplă rapidă fără supapă de sens decuplată	
Punct de aerisire pe conductă		Cuplă rapidă cu supapă de sens decuplată	
Uscător		Conectare la rotație într-un sens	
Filtru		Conectare la rotație în ambele sensuri	
Punct de conectare închis		Rezervor de ulei (tanc)	
Cuplă rapidă cu supapă de sens cuplată		Răcitor	

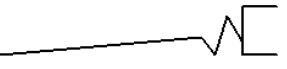
8. Mecanisme de comandă (componente mecanice)

Arbore, rotație într-un singur sens		Dispozitiv de centrare	
Arbore, rotație în ambele sensuri		Articulație cilindrică simplă	
Reținere pe poziție		Articulație cilindrică cu pârghie	
Dispozitiv de blocare		Articulație cu reazem fix	

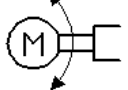
9. Metode de comandă manuală

Comandă manuală. Simbol general		Buton de tragere și apăsare	
Buton de apăsare		Pârghie	
Buton de tragere		Pedală	

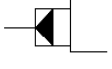
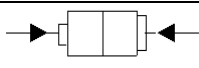
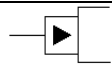
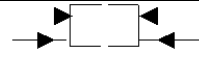
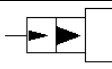
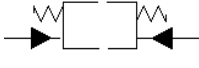
10. Comenzi mecanice

Plunjer		Rolă articulată	
Arc		Element sesizor (tijă elastică)	
Rolă			

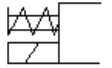
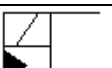
11. Comenzi electrice

Solenoid cu o înfășurare		Motor electric cu rotație continuă	
Solenoid cu două înfășurări			

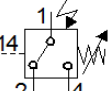
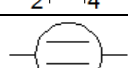
12. Comandă pneumatică

Directă cu presiune		Comandă indirectă (pilotată)	
Directă prin anularea presiunii		Comandă indirectă (pilotată) prin anularea presiunii	
Cu presiune diferențială		Comandă prin amplificator	
Comandă și centrare cu presiune		Comandă prin amplificator, indirectă	
Comandă cu presiune și centrare cu arcuri		Comandă alternativă	

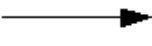
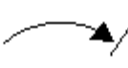
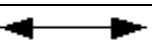
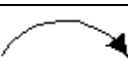
13. Comenzi combinate

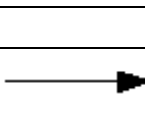
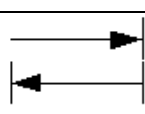
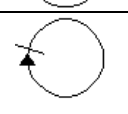
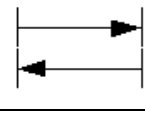
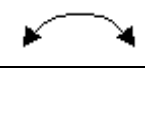
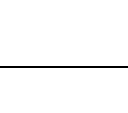
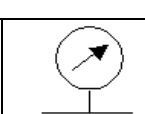
Comandă electrică, cu pilot hidraulic		Comandă electrică sau manuală cu arc de revenire	
Comandă electrică sau hidraulică		Generală: explicarea simbolului se face separat (în subsolul paginii).	

14. Alte echipamente

Instrument pentru măsurarea presiunii		Instrument pentru măsurarea debitului	
Instrument pentru măsurarea presiunii diferențiale		Instrument pentru măsurarea volumelor	
Indicator de presiune		Comutator de presiune, reglabil	
Instrument pentru măsurarea temperaturii		Indicator de nivel	

15. Mișcări

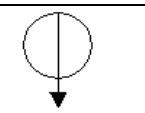
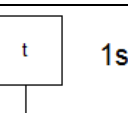
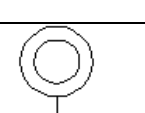
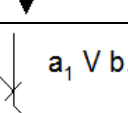
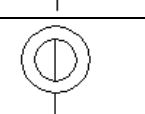
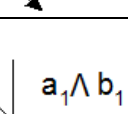
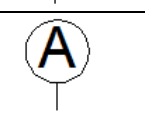
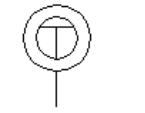
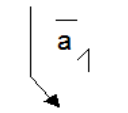
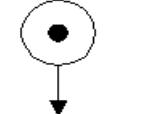
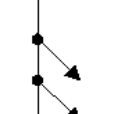
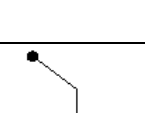
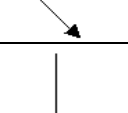
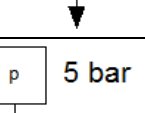
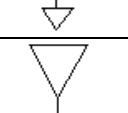
Mișcare în linie dreaptă, în direcția săgeții		Rotație într-un sens, limitată	
Mișcare în linie dreaptă, în		Rotație într-un sens	

ambele săgeți			
Mișcare în linie dreaptă, în direcția săgeții, limitată		Rotație – ciclu continuu	
Mișcare în linie dreaptă, în direcția săgeții, limitată, o singură reciprocitate		Rotație – un singur ciclu	
Mișcare în linie dreaptă, în direcția săgeții, limitată, continuă reciprocitate		Rotații pe minut (frecvența)	
Rotație în ambele sensuri			

16. Simboluri generale

Manometru (DIN 2481)		Instrument electric (DIN 40716)	
----------------------	---	---------------------------------	---

17. Elemente de comandă, linii de semnalizare și operații logice pentru reprezentarea diagramelor de mișcare

Pornire ON		Element de timp (temporizator)	
Oprire OFF		Condiția SI	
Pornire/oprire (ON/OFF)		Condiția SAU	
Pornire automată			
Starea de comutare se menține cât timp butonul este apăsat		Condiția NU	
Oprire de urgență (culoare roșie)		Ramificare	
Comutator de capăt de cursă		Vine de la o lată mașină	
Comutator de presiune		Merge la o altă mașină	

3.5. INDEX - Terminologie (conform SR ISO 5598)

A.

Denumire termen¹⁴ (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Acționări hidraulice și pneumatice	Modalitate de transport, de reglare sau de distribuție a energiei cu ajutorul unui fluid sub presiune.
E	Fluid power	
F	Transmission d'énergie par fluides; transmission hydrauliques et pneumatiques.	
R	Amplificare	Raport dintre variația semnalului de ieșire și variația semnalului de comand (numai pentru elemente analogice)
E	Amplification	
F	Amplification	
R	Amplificator hidraulic	Dispozitiv care, cu ajutorul unui fluid, acționează ca amplificator. Amplificatoarele hidraulice pot să utilizeze sertare, palete și duze, deviații de jet, etc.
E	Hydraulic amplifier	
F	Amplificateur hydraulique	
R	Antrenare	Dispozitiv care servește drept sursă de putere mecanică utilizată în circuitul hidraulic sau pneumatic. De exemplu, dispozitivul care antrenează pompa sau compresorul (motor electric, motor cu ardere internă, etc.)
E	Prime mover	
F	Entrainement	
R	Aparat de reglare a presiunii acționat direct	Aparat de reglare a presiunii în care dezechilibrul forțelor la care sunt supuse elementul plonjor, membrana sau pistonul comandă direct mișcarea organelor de reglare.
E	Directly operated type (pressure control valve)	
F	Appareil de réglage de la pression actionné directement)	
R	Aparat de reglare a presiunii indirect (pilotat)	Aparat de reglare a presiunii în care un limitator pilot utilizează un debit relativ redus pentru a comanda deplasarea organului principal.
E	Pilot-operated type (pressure control valve), indirect	
F	Appareil de réglage de la pression indirect (appareil de de la pression piloté)	
R	Aparate de reglare a debitului	Aparate a căror funcție principală este de a regla debitul.
E	Flow control valves	
F	Appareils de réglage du débit	
R	Aparat monobloc	Aparat care conține un anumit număr de organe asemănătoare de distribuție sau de reglare plasate într-un corp comun.
E	Mono-block valve	
F	Appareil monobloc	
R	Aparat pe placă de bază	Aparat aflat în legătură directă cu placa de bază pe care este fixat și care conține orificiile necesare.
E	Sub-plate valve	
F	Appareil sur embase	
R	Aria de trecere. Aria orificiului	Secțiunea minimă a orificiului prin care trece fluidul.
E	Area of port (gallery)	

¹⁴ R – română; E – engleză; F – franceză.

F	Aire de l'orifice; aire de passage	
R	Atmosferă de referință	Atmosferă convențională la care pot fi raportate rezultatele încercării obținute în alte atmosfere, dacă factorii de corecție convenabili fac obiectul datelor stabilite.
E	Reference atmosphere	
F	Atmosphère de référence	

B.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Bloc colector	Suport a două sau mai multe aparate care posedă diverse orificii de racordare la conducte exterioare. El poate de asemenea să conțină circuite interne de intercomunicare între diferite aparate montate.
E	Manifold block	
F	Bloc collecteur	
R	Blocare hidraulică	Imobilizare a unui piston de către lichidul cuprins într-un volum fără ieșire sau care nu se poate evacua.
E	Hydraulic lock	
F	Blocage hydraulique	

C.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Cale; Canal	Pasaj sau traseu de curgere în care fluidul circulă în interiorul unui aparat.
E	Flow path	
F	Voie; canal	
R	Caracteristică de reglare a presiunii	Variația presiunii reglate, ca efect al unei variații a presiunii de intrare, măsurată pentru un debit determinat.
E	Pressure regulation characteristics	
F	Caractéristiques de la régulation de pression	
R	Caracteristică debit/presiune	Variație a presiunii reglate, ca efect al unei variații a debitului fluidului, măsurată în condiții determinate de presiune.
E	Flow/pressure characteristics	
F	Caractéristiques de débit/pression	
R	Cavitație	Formare de cavități gazoase sau de vapori în interiorul unui lichid în mișcare. Acest fenomen se produce când presiunea în lichid devine local inferioară tensiunii de vapori a acestuia.
E	Cavitation	
F	Cavitation	
R	Cădere de presiune; Presiune diferențială	Diferență între presiunea de intrare și presiunea de ieșire măsurată în condiții determinate.
E	Pressure drop	
F	Chute de pression; Différence de pression	
R	Cădere de presiune internă	Sumă a presiunilor diferențiale prin pasaje etajului de ieșire. Ea este egală cu presiunea de alimentare minus presiunea de retur minus căderea de presiune pe sarcină.
E	Valve pressure drop	
F	Chute de pression interne	
R	Cilindree	Volum efectuat pe cursă sau pe ciclu.
E	Capacity; displacement	
F	Cylindrée (pompe)	
R	Cilindru	Aparat care transformă energie fluidului în energie mecanică care acționează prin mișcare liniară.
E	Cylinder	
F	Vérins	
R	Circuit cu comandă prin	Circuit al cărui rol principal este de a regla sau a

	presiune	regulariza presiunea fluidului în sistem sau într-o parte a acestuia.
E	Pressure control circuit	
F	Circuit à commande par pression	
R	Circuit de acționări hidraulice și pneumatice	Ansamblu de aparate hidraulice și pneumatice legate între ele.
E	Fluid power circuit	
F	Circuit de transmissions hydrauliques et pneumatiques	
R	Circuit de descărcare	Circuit în care fluidul debitat de pompă este trimis la rezervor cu presiune redusă, atunci când nu este utilizat de sistem.
E	Unloading circuit	
F	Circuit de décharge	
R	Circuit de pilotare	Circuit utilizat pentru comanda unui circuit sau a unui aparat principal.
E	Pilot circuit	
F	Circuit de pilotage	
R	Circuit de recirculare a fluidului	Circuit în care fluidul evacuat dintr-un aparat, de obicei de un cilindru, este dirijat spre intrarea sa sau spre cea a sistemului, în scopul creșterii vitezei în detrimentul efortului dezvoltat.
E	Regenerative circuit	
F	Circuit à réinjection de fluide	
R	Circuit de reglare a debitului; circuit de reglare a vitezei	Circuit al cărui rol este de a regla viteza de funcționare, de obicei prin reglarea debitului.
E	Speed control circuit (Flow control circuit)	
F	Circuit de réglage de la vitesse	
R	Circuit de reglare a vitezei de alimentare	Circuit al cărui rol este de a regla viteza de funcționare prin reglarea debitului de intrare în receptor.
E	Meter- in circuit	
F	Circuit de régulation sur alimentation	
R	Circuit de reglare a vitezei pe evacuare. Circuit de reglare a vitezei pe retur.	Circuit al cărui rol este de a regla viteza de funcționare prin reglarea debitului de ieșire din receptor.
E	Meter-out circuit	
F	Circuit de régulation sur retour	
R	Circuit de siguranță	Circuit care permite să se evite o funcționare intempestivă sau periculoasă; el protejează împotriva suprasarcinilor sau asigură o funcționare în condiții de siguranță.
E	Safety circuit	
F	Circuit de sécurité	
R	Circuit deschis	Circuit în care fluidul revine în rezervor înainte de repunerea în circulație.
E	Open circuit	
F	Circuit ouvert	
R	Circuit închis	Circuit în care fluidul revine la pompă.
E	Closed circuit	
F	Circuit fermé	
R	Ciclu	Succesiune de evenimente sau de transformări care ajung la o întoarcere la starea inițială.
E	Cycle	
F	Cycle	
R	Coeficient de debit	Coeficient care caracterizează conductanța fluidului a unui aparat, a unei conducte sau a unei racordări, hidraulice sau pneumatice.
E	Flow factor	
F	Coefficient de débit	
R	Colmatare	Obturare, progresivă sau nu, a unui mediu poros sau

E	Clogging	fibros sau a unui aparat, cu un depozit de particule solide sau lichide.
F	Colmatage	
R	Comandă auxiliară	Dispozitiv, în general manual, adaptat la un aparat și care permite să îl activeze independent de modul său normal de comandă.
E	Auxiliary control	
F	Commande auxiliaire	
R	Comandă combinată	Sistem de comandă compus din două sau mai multe moduri de comandă explicite.
E	Combined control	
F	Commande combinée	
R	Comandă de avarie	Dispozitiv, în general manual, adaptat la un aparat care permite a-l acționa pe acesta din urmă în caz de defectare a modului de comandă normal.
E	Emergency control	
F	Commande de secours	
R	Comandă directă prin presiune	Tip de comandă în care elementele mobile ale aparatului sunt comandate direct, prin modificarea presiunii.
E	Direct pressure control	
F	Commande directe par pression	
R	Comandă electrică	Comandă realizată printr-o modificare a condițiilor electrice.
E	Electrical control	
F	Comande électrique	
R	Comandă hidraulică	Comandă prin presiune care utilizează un lichid în conducta de pilotare.
E	Hydraulic control	
F	Comande hydraulique	
R	Comandă indirectă prin distribuitor pilot	Tip de comandă în care poziția elementelor mobile este determinată de modificarea presiunii de comandă prin intermediul unui distribuitor pilot.
E	Indirect pressure control	
F	Commande indirecte par distributeur pilote	
R	Comandă manuală	Dispozitiv acționat prin forța musculară.
E	Manual control	
F	Commande manuelle	
R	Comandă mecanică	Dispozitiv acționat prin intermediul unui element mobil specific propriu care utilizează o energie mecanică.
E	Mechanical control	
F	Commande mécanique	
R	Comandă pneumatică	Comandă prin presiune care utilizează aerul în conducta de pilotare.
E	Pneumatic control	
F	Commande pneumatique	
R	Comandă prin presiune	Comandă realizată printr-o modificare a presiunii în conducta de pilotare.
E	Pressure control	
F	Commande par pression	
R	Condiții de funcționare	Condiții de utilizare caracterizate prin valorile numerice ale fiecărei mărimi așa cum sunt indicate pentru fiecare de utilizare a echipamentelor. Aceste mărimi pot varia în cursul duratei de funcționare.
E	Operating conditions	
F	Conditions de fonctionnement	
R	Condiții efective de funcționare	Condiții de utilizare care se pot constata în funcționare.
E	Actual conditions	
F	Conditions effectives de fonctionnement	
R	Condiții instantanee	Condiții de utilizare existente la un moment dat.
E	Instantaneous conditions	
F	Conditions instantanées	
R	Condiții intermitente	Condiții în care perioadele de utilizare sunt separate prin

E	Intermittent conditions	perioade de repaos (oprire sau mers în gol)
F	Conditions intermittentes	
R	Condiții limită	Condiții de utilizare caracterizate prin valorile minime sau maxime pe care le pot lua diversele mărimi într-un caz extrem de utilizare, fiind precizate celelalte condiții de funcționare și durata de menținere în sarcină. Ele sunt indicate prin notațiile: p_{min} , p_{max} , etc.
E	Limiting conditions	
F	Conditions limites	
R	Condiții nominale; Condiții normale	Condiții de utilizare pentru care echipamentul (aparat, componentă sau sistem) a fost construit având în vedere o utilizare uniformă (parametrii semnificativi nu variază într-un mod semnificativ după perioada de stabilizare). „Caracteristicile nominale” sunt în general prezentate în cataloage și sunt indicate prin notațiile: p_n , Q_n , etc.
E	Rated conditions	
F	Conditions nominales	
R	Condiții specificate	Condiții cerute pentru definirea condițiilor de utilizare.
E	Specified conditions	
F	Conditions spécifiées	
R	Conductanță fluidă	Raport algebric dintre debitul masic staționar, considerat pozitiv în sensul amonte-aval, și căderea presiunilor statice între aval și amonte.
E	Fluid conductance	
F	Conductance fluide	
R	Conducte	Canalizări prin care curge fluidul care transmite energia.
E	Flowlines	
F	Conduites	
R	Contrapresiune	Presiune provocată de o ștrangulare plasată în aval sau de o variație a raportului impedanțelor de intrare și de ieșire ale unui echipament.
E	Back pressure	
F	Contre-pression	
R	Cuplare	Dispozitiv care servește la legarea a doi arbori coaxiali și la transmiterea unui moment de la unul la altul. (De obicei un astfel de dispozitiv tolerează o mică nealiniere și asigură uneori flexibilitate în torsiune).
E	Drive shaft coupling	
F	Accouplement	
R	Curgere	Deplasarea unui fluid creată prin diferență de presiune.
E	Flow	
F	Écoulement	
R	Curgere laminară	Curgerea unui fluid caracterizată prin traiectoriile particulelor sale, paralel cu axa curgerii.
E	Laminar flow	
F	Écoulement laminaire	
R	Curgere turbulentă	Curgere a unui fluid caracterizată printr-o agitație mai mult sau mai puțin dezordonată a particulelor sale.
E	Turbulent flow	
F	Écoulement turbulent	
R	Cursă	Distanța parcursă de piston între cele două poziții extreme.
E	Stroke	
F	Course	
R	Cursă de lucru	Distanța parcursă de piston între două poziții definite în condițiile de utilizare.
E	Working stroke	
F	Course de travail	
R	Cursă de revenire	Mișcarea de reintrare a tijei pistonului.
E	Retrac[in] stroke	
F	Course retour	

D.

Denumire termen (română, engleză, franceză)	Definiție termen
--	------------------

R	Debit	Cantitate de fluid exprimată în volum sau în masă care se scurge în unitatea de timp în dreptul unei secțiuni date a unei căi.
E	Flow rate	
F	Débit	
R	Deplasare	Translație a sertarului aparatului în fiecare sens, de o parte și de alta a poziției zero geometrice.
E	Travel	
F	Fuites internes(servodistributeur)	
R	Diagramă presiune/timp	Reprezentare grafică a valorilor presiunii în funcție de timp, în general pentru un ciclu complet.
E	Pressure/time diagram	
F	Diagramme pression-temps	
R	Dispozitiv de etanșare	Dispozitiv cu sau fără garnitură care împiedică scurgerile de fluid sau pătrunderea poluanților.
E	Sealing device	
F	Dispositif d'étanchéité	
R	Dispozitiv de purjare; dispozitiv de degazare	Dispozitiv utilizat pentru eliminarea aerului sau altor gaze din circuitul hidraulic.
E	De-aerater	
F	Dégazeur	
R	Distribuitoare	Aparate care asigură deschiderea sau închiderea uneia sau mai multor căi de trecere a fluidului.
E	Directional control valve	
F	Disrtibuteurs	
R	Drenaj; Orificiu de scurgere	Orificiu prin care scurgerile interne revin în rezervor.
E	Drain port	
F	Orifice de fuite;drain	
R	Drosel de cale; Drosel cu supapă de ocolire	Aparat de reglare a debitului care permite trecerea liberă a fluidului într-un sens și reduce debitul în celălalt sens. Restrictorul poate fi fix sau reglabil.
E	One-way restrictor valve	
F	Clapet freineur	
R	Drosel de frânare	Aparat de reglare a debitului care reduce treptat debitul care îl traversează pentru a asigura o încetinire.
E	Deceleration valve	
F	Soupape de freinage	
R	Drosel fix; Reductor de debit nereglabil	Aparat de reglare a debitului în care orificiile de intrare și de ieșire sunt legate printr-un ajutor a cărui secțiune de trecere nu poate fi modificată.
E	Fixed restrictor valve	
F	Réducteur de débit non réglable	
R	Drosel reglabil; Reductor de debit reglabil	Aparat de reglare a debitului în care orificiile de intrare și de ieșire sunt legate printr-un ajutor a cărui i se poate varia secțiunea de trecere într-un mod progresiv.
E	Adjustable restrictor valve	
F	Réducteur de débit réglable	
R	Durată de viață estimată; Anduranță	Previziune a duratei de utilizare în timpul căreia un aparat sau un ansamblu își poate menține caracteristicile la un nivel specificat în condiții definite, uneori exprimată în termeni statistici ca o probabilitate.
E	Life expectancy	
F	Durée de vie espérée; endurance	

E.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Element filtrant	Organ care asigură efectiv funcția de reținere a poluantului (material solid, lichid sau gazos, nedorit, prezent într-un mediu lichid sau gazos).
E	Filter element	
F	Élément filtrant	

F.

Denumire termen		Definiție termen
-----------------	--	------------------

(română, engleză, franceză)		
R	Filtru hidraulic	Aparat a cărui funcție principală este de a reține poluantul insolubil a unui fluid hidraulic.
E	Filter, hydraulic	
F	Filtre hydraulique	
R	Fluide hidraulice	Lichide destinate să fie utilizate în circuite de acționări hidraulice. Ele sunt obținute pornind de la produsele petroliere sau de la amestecuri organice și/sau apoase.
E	Hydraulic fluids	
F	Fluides hydrauliques	
R	Forță	Împingere sau tracțiune transmisă prin tija pistonului.
E	Force	
F	Force	

G.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Garnitură, element de etanșare	Element interschimbabil ce poate să existe în componența unui dispozitiv de etanșare. Dispozitiv de etanșare compus din unul sau mai multe elemente deformabile, de obicei comprimate după o forță axială reglabilă pentru a obține o etanșare radială satisfăcătoare.
E	Seal	
F	Garniture d'etanchéité	
R	Golire	Acțiune care constă în îndepărtarea fluidului dintr-un circuit, în general cu ajutorul unui robinet amplasat într-un loc corespunzător.
E	System draining	
F	Vidange	
R	Grup generator de presiune hidraulică	Grup care conține motor, pompă hidraulică, rezervor sau nu, precum și accesoriile necesare, incluzând uneori organe de comandă și de reglare, limitatoare de presiune.
E	Power unit(powerpack)	
F	Groupe générateurs de pression	
R	Grup motor hidraulic	Grup care conține motor hidraulic, limitator de presiune, distribuitor.
E	Motor assembly, hydraulic	
F	Groupe moteur hydraulique	

H.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Hidraulică	Știința și tehnica care se ocupă cu studiul legilor curgerii lichidelor.
E	Hydraulics	
F	hydraulique	
R	Hidrodinamică	Știința și tehnica care se ocupă cu studiul legilor mișcării lichidelor precum și al forțelor care se opun acestei mișcări.
E	Hydrodynamics	
F	Hydrodynamique	
R	Hidropneumatic	Care funcționează prin intermediul unui lichid și a unui gaz comprimat.
E	Hydropneumatic	
F	Hydropneumatique	
R	Hidrostatică	Știința și tehnica care se ocupă cu studiul condițiilor de echilibru ale lichidelor și repartiția presiunilor pe care acestea le transmit.
E	Hydrostatics	
F	Hydrostatique	

I.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Indicatoare	Aparate care relevă prezența unui fenomen cum este punerea sub presiune, curgerea, fără a măsura valoarea.
E	Indicators	
F	Indicateurs	
R	Indicator de colmatare	Aparat care detectează o valoare a presiunii diferențiale

E	Clogging indicator	prin elementul filtrant. Acest aparat indică de obicei că elementul filtrant a atins condiția de colmatare.
F	Indicateur de colmatage	
R	Indicator de debit	Aparat care utilizează o bilă, o paletă sau un alt dispozitiv vizibil datorită unui capac transparent. Deplasarea bilei sau a paletelor indică faptul că fluidul circulă în sistemul de conducte.
E	Flow indicator	
F	Indicateur de débit	
R	Indicator de nivel	Dispozitiv care transformă variațiile de nivel ale unui lichid într-o mișcare mecanică și care, prin intermediul unui ac indicator deplasându-se pe un cadran, indică nivelul lichidului dintr-un rezervor.
E	Reservoir level gauge	
F	Jauge de niveau	
R	Indicator de presiune	Dispozitiv care transformă variațiile de presiune ale unui fluid în mișcare mecanică și care, de obicei, prin intermediul unui piston plonjor, indică prezența sau absența presiunii. Aceste aparate, de regulă, nu indică presiunea exactă, dar arată dacă presiunea fluidului este superioară sau inferioară unei valori stabilite anterior.
E	Pressure indicator	
F	Indicateur de pression	
R	Indice de viscozitate	Număr caracteristic pe o scară convențională, al variației viscozității unui fluid în funcție de temperatură. Cu cât variația este mai redusă, cu atât indicele este mai ridicat.
E	Viscosity index	
F	Index de viscosité	
R	Instalație	Ansamblu care constituie unul sau mai multe circuite de acționări hidraulice și/sau pneumatice în legătură cu organele care îi sunt asociate și cu amplasarea sa.
E	Installation	
F	Installation	
R	Instalație integrată	Instalație în care aparatele esențiale ale circuitului hidraulic sau pneumatic sunt solidare cu ansamblul căruia îi aparține.
E	Integral installation	
F	Installation intégrée	
R	Instalație mobilă	Instalație care poate funcționa pe un vehicul în timpul deplasării acestuia.
E	Mobile installation	
F	Installation mobile	
R	Instalație portabilă	Instalație care poate fi deplasată din locul de funcționare, dar care nu funcționează în timpul transportului.
E	Portable installation	
F	Installation portative	
R	Instalație staționară	Instalație situată într-un loc din care nu poate fi deplasată.
E	Fixed installation	
F	Installation à poste fixe	
R	Instrument de măsurare a debitului	Aparat care măsoară debitul unui fluid.
E	Flow measuring instrument	
F	Instrument de mesure de débit	
R	Instrument de măsurare a presiunii diferențiale	Aparat care măsoară diferența între două presiuni.
E	Differential pressure instrument	
F	Instrument de mesure de pression différentielle	
R	Instrumente de măsurare a nivelului unui lichid	Aparate utilizate la măsurarea nivelului unui lichid
E	Liquid level measuring instrument	
F	Instrument de mesure de niveau d'un liquide	
R	Instrumente de măsurare a	Aparate care indică valorile sau diferențele de presiune.

	presiunii	
E	Pressure measuring instrument	
F	Instruments de mesure de la pression	

I.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Înălțime	Lungime a unei coloane sau a unei mase de fluid măsurată vertical în raport cu un nivel de referință (adesea utilizat pentru a exprima o presiune relativă).
E	Head	
F	Hauteur	
R	Înălțime statică	Înălțime de lichid deasupra unui nivel dat.
E	Static head	
F	Hauteur statique	
R	Înălțime statică de aspirație	Înălțime statică măsurată între suprafața lichidului de alimentare până la axa pompei.
E	Static suction head	
F	Hauteur statique d'aspiration	
R	Înălțime statică de refulare	Înălțime statică măsurată începând de la axa pompei până la suprafața liberă de refulare.
E	Static discharge head	
F	Hauteur statique de refoulement	
R	Înălțime statică totală	Înălțime statică măsurată între suprafața lichidului de alimentare și suprafața de refulare.
E	Total static head	
F	Hauteur statique totale	
R	Înfundare	Acumulare de particule fine într-un loc specific al unui circuit hidraulic.
E	Silting	
F	Engorgement	
R	Înregistrator de debit	Aparat care permite înregistrarea permanentă a valorilor debitului unui fluid, de obicei pe hârtie, film, bandă sau suport electronic.
E	Flow recorder	
F	Enregistreur de debit	
R	Înregistrator de presiune	Aparat care permite înregistrarea permanentă a valorilor presiunii, de obicei pe hârtie, film, bandă sau suport electronic.
E	Pressure recorder	
F	Enregistreur de pression	

J.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Jet	Curgere a unui fluid care pornește dintr-un orificiu
E	Jet	
F	Jet	

L.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Limitator al debitului maxim; supapă de închidere automată.	Supapă prevăzută pentru a se închide automat sub efectul unei căderi de presiune în supapă, cauzată de o creștere a debitului, atunci când această cădere de presiune depășește o valoare prestabilită.
E	Automatic shut-off valve	
F	Soupape de fermeture automatique	
R	Limitator de presiune bidirecțional	Aparat de reglare a presiunii care posedă două orificii ce pot fi utilizate indiferent, fie ca intrare, fie ca ieșire, fără a fi necesară modificarea reglajului.
E	Bi-direcțional relief valve	
F	Limiteur de pression bidirectionnel	

R	Lovitură de berbec	Unde de presiune sau de depresiune care se formează și se propagă în conducte ca urmare a variațiilor rapide ale regimului de curgere într-un circuit.
E	Water-hammer	
F	Coup de bélier	

M.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Motoare hidraulice	Echipamente care transformă energia hidraulică în energie mecanică (în general mișcare de rotație).
E	Hydraulic motors	
F	Moteurs hydrauliques	
R	Motor rotativ	Motor în care elementele de lucru au o mișcare de rotație în jurul axelor lor.
E	Rotary motor	
F	Moteur rotatif	
R	Motor volumic	Motor în care volumul de fluid absorbit este funcție de viteza de rotație a arborelui.
E	Displacement motor	
F	Moteur volumetrique	
R	Multiplicator de presiune	Dispozitiv care permite să se obțină prin acțiunea directă a presiunii unui fluid principal, o presiune superioară a fluidului dintr-un circuit secundar. Fluidele pot fi de natură diferită.
E	Pressure intensifier	
F	Multiplicateurs de pression	

O.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Organ de distribuție și reglare	Aparat care reglează și dirijează presiunea și debitul fluidului utilizat într-o acționare hidraulică și pneumatică
E	Valve	
F	Organe de distribution et de régulation	
R	Orificiu; Orificiu de racordare	Extremitate a unei căi interne a unui aparat la care pot fi racordate conducte de intrare sau de ieșire ale fluidului.
E	Port connections	
F	Orifice de raccordement	
R	Orificiu de ventilare	Canal al unui element legat la presiunea de referință, în general presiunea atmosferică.
E	Vent	
F	Event	

P.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Panou de comandă	Panou pe care sunt montate aparate de măsurat, contacte și alte dispozitive de comandă
E	Control panel	
F	Panneau de commande	
R	Pierderi hidrodinamice	Pierderi datorate deplasării fluidului.
E	Hydrodynamic losses	
F	Pertes hydrodynamiques	
R	Pierderi mecanice	Pierderi datorate frecării mecanice (uscată sau vâscoasă)
E	Mechanical losses	
F	Pertes mécaniques	
R	Pierderi volumice	1. Pierderi datorate neumplerii elementelor de pompare. 2. Scurgeri interne. 3. Scurgeri externe. 4. Pierderi datorate compresibilității.
E	Volumetric losses	
F	Pertes volumétriques	
R	Pompă volumică	Pompă în care creșterea energiei fluidului provine în principal din energia de presiune (cantitatea de fluid
E	Displacement pump	

F	Pompe volumétrique	refulat este funcție de viteza de rotație a arborelui).
R	Pompe hidraulice	Echipamente care transformă energia mecanică în energie hidraulică.
E	Hydraulic pumps	
F	Pompes hydrauliques	
R	Presiune a instalației	Presiune nominală, în general măsurată la intrarea primului aparat de distribuție sau de reglare, sau la ieșirea din pompă (este în mod normal presiunea de reglare a limitatorului de presiune).
E	System pressure	
F	Pression de l'installation	
R	Presiune a circuitului; Presiune de alimentare; Presiune de intrare	Presiune la orificiul de alimentare al echipamentului măsurată în condiții determinate.
E	System pressure	
F	Pression d'entrée; pression d'alimentation; pression de circuit	
R	Presiune blocată	Presiune de ieșire cu debit de ieșire nul.
E	Deadhead pressure	
F	Pression bloquée	
R	Presiune de aspirație	Presiune absolută a fluidului la intrarea într-o pompă.
E	Suction pressure	
F	Pression d'aspiration	
R	Presiune de inițiere a curgerii	Presiune la care un echipament comandat prin efectul presiunii începe să permită curgerea lichidului.
E	Cracking pressure	
F	Pression de début d'écoulement	
R	Presiune de retur; Contrapresiune	Presiune la orificiul de retur al servodistribuitorului.
E	Return pressure; back pressure	
F	Pression de retour; contre-pression	
R	Presiune de utilizare; Presiune de funcționare	Presiune la care echipamentul este alimentat într-o utilizare determinată. Ea există la unul sau altul din orificiile de utilizare, și poate avea o valoare cuprinsă între presiunea de intrare și presiunea de retur.
E	Working pressure range	
F	Pression de fonctionnement; pression d'utilisation	
R	Presiune diferențială; Cădere de presiune	Diferență între presiunea de intrare și presiunea de ieșire măsurată în condiții determinate.
E	Pressure drop	
F	Différence de pression; chute de pression	
R	Presiune diferențială de sarcină	Diferență de presiune măsurată între orificiile de utilizare. Ea este pozitivă dacă cea mai mare dintre cele două valori se referă la utilizarea în comunicare cu alimentarea și dacă cea mai mică se referă la folosirea în comunicare cu returul. Ea este negativă dacă cea mai mare dintre cele două valori se referă la utilizarea în comunicare cu returul și dacă cea mai mică se referă la utilizarea în comunicare cu alimentarea. În cazul unei presiuni de sarcină pozitivă, sarcina este rezistentă și receptorul absoarbe energia în timp ce în cazul unei presiuni de sarcină negativă, sarcina este motrice și
E	Load pressure drop	
F	Pression différentielle de charge	

		receptorul restituie energia.
R	Presiune reziduală	Valoare a presiunii de ieșire a unui element normal legat la presiunea de referință (în general presiunea atmosferică).
E	Residual pressure	
F	Pression résiduelle	
R	Presiune statică	Presiunea interioară a unui fluid în repaus.
E	Static pressure	
F	Pression statique	
R	Presostat	Dispozitiv care conține un comutator electric în care închiderea sau deschiderea contactelor este realizată la o valoare prestabilită a presiunii fluidului.
E	Pressure swith	
F	Pressostat	
R	Priză	Racord auxiliar pe aparate sau pe conducte pentru prelevarea fluidului sau pentru măsurare.
E	Take-off point	
F	Prise	
R	Putere absorbită	Putere absorbită de arborele de antrenare al pompei la un moment dat sau în condiții de încărcare determinate.
E	Absorbed power	
F	Puissance absorbée	
R	Putere de antrenare. Putere de ieșire	Putere mecanică transmisă de arborele motorului.
E	Output power(motor)	
F	Puissance d'entraînement	
R	Putere hidraulică	Creștere a energiei hidraulice pe unitatea de timp între secțiunile de intrare și de ieșire ale pompei. Diminuare a energiei fluidului pe unitatea de timp între orificiile de intrare și de ieșire ale motorului.
E	Hydraulic power(motor)	
F	Puissance hydraulique	
R	Putere hidraulică efectivă; Putere hidraulică utilă	Putere hidraulică calculată pornind de la cilindrarea efectivă.
E	Effective hydraulic power	
F	Puissance hydraulique effective	
R	Putere hidraulică geometrică	Putere hidraulică calculată pornind de la cilindrarea geometrică.
E	Geometric hydraulic power	
F	Puissance hydraulique géométrique	
R	Putere hidraulică ideală	Putere hidraulică calculată pornind de la cilindrarea măsurată.
E	Derived hydraulic power	
F	Puissance hydraulique idéale	
R	Putere mecanică furnizată	Putere mecanică transmisă prin tija cilindrului.
E	Output power, mechanical	
F	Puissance mécanique fournie	
R	Putere necesară	Putere aplicată pentru antrenarea arborelui pompei în condiții determinate.
E	Required power	
F	Puissance nécessaire	

R.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Racord; Racordare	Dispozitiv de legare etanșă a canalizărilor între ele sau cu aparate
E	Connections; fittings	
F	Raccordement; raccord	
R	Racord rapid	Dispozitiv care cuprinde un element exterior (tată) și unul interior (mamă) care permite realizarea fără scule a
E	Quick release coupling	

F	Raccord rapide	racordării conductelor (în general flexibile) între ele. Acest racord poate conține sau nu o supapă de reținere.
R	Radiator	Dispozitiv multitubular sau în fagure de albine care asigură schimbul de căldură între lichid și aer (acesta este un schimbător de căldură lichid/aer)
E	Radiator	
F	Radiateur	
R	Randament	Raport dintre mărimea de ieșire și mărimea corespunzătoare de intrare.
E	Efficiency	
F	Rendement	
R	Randament al debitului	Raport dintre debitul de ieșire liber (fără sarcină) și debitul de alimentare
E	Flow rate recovery	
F	Rendement de débit	
R	Randament al presiunii	Raport dintre presiunea de ieșire și presiunea de alimentare.
E	Pressure recovery	
F	Rendement en pression	
R	Randament al puterii	Valoare maximă a raportului dintre puterea de ieșire și puterea de alimentare.
E	Power recovery	
F	Rendement en puissance	
R	Randament al vitezei	Raport dintre viteza efectivă a pistonului și viteza teoretică a pistonului.
E	Speed efficiency	
F	Rendement de vitesse	
R	Randament de sarcină	Raport dintre forța mecanică efectivă și forța teoretică
E	Thrust efficiency	
F	Rendement d'effort	
R	Randament global; Randament total	Raport dintre puterea hidraulică efectivă și puterea de intrare (puterea absorbită). Raport dintre puterea de antrenare și puterea hidraulică efectivă. Raport dintre puterea mecanică furnizată de cilindru și puterea de intrare.
E	Overall efficiency	
F	Rendement global; rendement total	
R	Randament hidromecanic	Raport dintre momentul ideal și momentul absorbit. Raport dintre momentul efectiv și momentul ideal.
E	Hydromechanical efficiency	
F	Rendement hydromécanique	
R	Randament volumetric	Raport dintre debitul de intrare ideal și debitul de intrare efectiv. Raport dintre debitul de ieșire efectiv și debitul de ieșire ideal.
E	Volumetric efficiency	
F	Rendement volumétrique	
R	Răcitor	Sistem prin intermediul căruia poate fi eliminat excesul de căldură al fluidului sau al accesoriilor.
E	Water cooling	
F	Refroidissement à eau	
R	Reductor de presiune; Supapă de reducere	Aparat în care presiunea de ieșire este menținută, în mod practic, constantă atunci când presiunea de intrare variază sau atunci când variază valoarea debitului de lucru.
E	Pressure reducing valve; pressure regulator	
F	Réducteur de pression; détenteur	
R	Regim permanent; Regim stabil	Stare a unui component sau a unui sistem pentru care fiecare caracteristică rămâne la o valoare constantă independent de timp.
E	Steady state	
F	Régime établi ; régime permanent	
R	Reprezentare grafică	Mod de transmitere a informației prin scheme ale

E	Graphical representation	funcțiilor aparatelor sau circuitelor.
F	Représentation graphique	
R	Restrictor	Element care reduce debitul unui fluid și creează o cădere de presiune.
E	Restrictor	
F	Restriction	
R	Revenire prin resort	Dispozitiv cu resort destinat să asigure revenirea la poziția inițială a elementelor mobile ale aparatului, după înlăturarea forțelor de comandă.
E	Spring return	
F	Rappel par ressort	
R	Rezervor	Recipient destinat înmagazinării fluidului utilizat într-o instalație hidraulică sau pneumatică.
E	Receiver; reservoir	
F	Réservoir	
R	Rezistență fluidă	Raport algebric dintre căderea presiunii statice din aval și amonte și debitul masic staționar considerat pozitiv în sensul amonte-aval.
E	Fluid resistance	
F	Résistance fluide	
R	Robinet de închidere	Aparat care permite oprirea curgerii unui fluid într-un sens sau în celălalt.
E	Shut-off [isolating] valve	
F	Robinets d'isolement	

S.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Schemă	Desen care pune în evidență caracteristicile esențiale, amplasamentele, dimensiunile, comenzile și modurile de comandă ale aparatelor și circuitelor.
E	Diagram	
F	Schéma	
R	Schemă combinată	Desen în care sunt reprezentate în același timp simboluri grafice, simboluri în secțiune și simboluri imagine precum și conductele de legătură.
E	Combination diagram	
F	Schéma composite	
R	Schemă cu imagini	Desen în care sunt reprezentate simbolurile imagine și conductele de legătură.
E	Pictorial diagram	
F	Schéma à images	
R	Schemă de circuit	Desen care utilizează simboluri pentru a reprezenta funcția unui circuit hidraulic sau pneumatic sau o parte a acestuia.
E	Circuit diagram	
F	Schéma de circuit	
R	Schemă grafică; Schemă simbolică	Desen în care sunt reprezentate simboluri grafice precum și conductele de legătură, în general după un standard sau alt cod.
E	Graphical diagram	
F	Schéma graphique; Schéma symbolique	
R	Schemă vedere în secțiune	Desen în care sunt reprezentate simboluri în secțiune și conductele de legătură.
E	Cutaway diagram	
F	Schéma vue en coupe	
R	Schimătoare de căldură	Aparate care reduc, mențin sau măresc temperatura fluidului utilizat, prin schimb de căldură cu un alt fluid.
E	Heat exchangers	
F	Echangeurs de chaleur	
R	Scurgeri	Debit care se scurge prin dispozitivele de etanșare și care nu efectuează nici un lucru mecanic util.
E	Leakage	
F	Fuites	
R	Simbol combinat	Simbol grafic care combină simbolul în secțiune și simbolul imagine.
E	Combination symbol	
F	Symbole composite	

R	Simbol grafic	Semn convențional prescurtat care indică funcția unui aparat sau a unui grup de aparate în conformitate cu un standard sau a altor reglementări.
E	Graphical symbol	
F	Symbole graphique	
R	Simbol imagine	Simbol grafic constituit dintr-o vedere exterioară simplificată a aparatului.
E	Pictorial symbol	
F	Symbole image	
R	Simbol în secțiune	Simbol grafic constituit dintr-o vedere în secțiune simplificată a unui aparat indicând caracteristicile sale interne esențiale.
E	Cutaway symbol	
F	Symbole en coupe	
R	Simboluri grafice pentru aparate hidraulice și pneumatice	Reprezentare grafică simbolică, funcțională, a aparatelor hidraulice și pneumatice și a accesoriilor pentru transmiterea energiei prin fluide (ISO 1219)
E	Symbols for hydraulic and pneumatic components	
F	Symboles graphiques pour appareils hydrauliques et pneumatiques	
R	Sistem de răcire	Sistem prin intermediul căruia poate fi eliminat excesul de căldură al fluidului sau al accesoriilor.
E	Cooling system	
F	Système de refroidissement	
R	Sistem de transmisii hidraulice și pneumatice	Grupare de aparate și dispozitive între care poate circula un fluid pentru a transmite și regla energia, care utilizează presiunea fluidului conținut într-un circuit.
E	Fluid power system	
F	Système de transmissions hydrauliques et pneumatiques	
R	Sorb	Filtru grosier, în general cu ochiuri metalice. Sorbul poate constitui un filtru complet sau doar un element.
E	Strainer	
F	Crépine	
R	Spumare	Interfață aer-lichid întinsă, mai mult sau mai puțin stabilă, care se produce atunci când bulele persistă la suprafața unui fluid.
E	Foam;aeration	
F	Moussage	
R	Stabilitate	Rezistența unui fluid la modificarea continuă a caracteristicilor în condiții normale de lucru sau de stocare.
E	Stability	
F	Stabilité	
S	Supapă de limitare a presiunii	Aparat care limitează presiunea de intrare maximă, prin evacuarea fluidului în atmosferă sau prin returnarea fluidului la rezervor.
E	Pressure relief valve	
F	Limiteur de pression	
R	Supape de sens unic	Aparat care nu permite trecerea fluidului decât într-un singur sens.
E	Check valves	
F	Clapets de non-retour	
R	Sursă de presiune	Sursă de energie care furnizează și menține un lichid sub presiune.
E	Power supply	
F	Source de pression	

T.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Temperatura fluidului	Temperatura fluidului măsurată într-un punct definit.
E	Fluid temperature	
F	Température de fluide	
R	Temperatura de curgere	Temperatura cea mai joasă la care un fluid poate încă

E	Fluide temperature	curge când el este răcit în condiții date.
F	Temperature d'écoulement	
R	Timonerie	Mijloc mecanic de legătură.
E	Linkage	
F	Tringlerie	
R	Traductor electric de presiune	Dispozitiv care transformă presiunea unui fluid într-un semnal electric.
E	Electrical pressure transducer	
F	Capteur électrique de pression	
R	Turație; Viteză de rotație	Număr de rotații pe unitatea de timp.
E	Rotational frequency	
F	Vitesse de rotation	

U.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Umplere	Operație care constă în umplerea circuitului cu volumul de fluid de lucru.
E	System filling	
F	Remplissage	
R	Undă de șoc	Variație de presiune care se deplasează în lichid cu viteza sunetului.
E	Shock valve	
F	Onde de choc	

V.

Denumire termen (română, engleză, franceză)		Definiție termen
R	Viscozitate	Rezistență opusă de un fluid în mișcare, datorată frecării relative a moleculelor sale.
E	Viscosity	
F	Viscosité	
R	Viscozitate absolută; Viscozitate dinamică	Raportul dintre tensiunea de forfecare a fluidului și gradientul său de viteză.
E	Viscosity, absolute	
F	Viscosité absolue	
R	Viscozitate cinematică	Raportul dintre coeficientul de viscozitate dinamică (absolută) și densitatea fluidului.
E	Viscosity kinematic	
F	Viscosité cinématique	
R	Volum de fluid hidraulic	Volum de fluid hidraulic utilizat considerat ca volumul la presiunea atmosferică și eventual la temperatura mediului ambiant.
E	Hydraulic fluid volume	
F	Volume de fluide hydraulique	

Bibliografie

I. Tratatate, monografii, cursuri universitare și alte lucrări de specialitate

1. **Anton, L.E.**, *Pompe și motoare volumice*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 1999.
2. **Anton, L.E., Baya, Al.**, *Mașini și echipamente hidromecanice*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001.
3. **Anton, L.E., Miloș, T., Baya, A., Stuparu, A.**, *Hidrodinamică experimentală*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2007.
4. **Anton, L., Balint, D., Baya, A., Bădărău, R., Bălășoiu, V., Bej, A., Miloș, T., Muntean, S., Resiga, R., Stuparu, A.**, *Mecanica fluidelor, mașini hidraulice și acționări. Aplicații de calcul*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2004.
5. **Anton, V., Popovici, M., Fiter, I.**, *Hidraulică și mașini hidraulice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
6. **Anzalone, G., Bassignana, P.**, *Corso Meccanica. Fluidi 1*, Editura Ulrico Hoepli, Milano, Italy, 2007.
7. **Axinti, G., Axinti, A.S.**, *Acționări hidraulice și pneumatice. Dinamica echipamentelor și sistemelor*, Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2008.
8. **Axinti, G., Axinti, A.S.**, *Acționări Hidraulice și Pneumatice. Baze de calcul, proiectare, exploatare, fiabilitate și scheme de acționare, Vol. III*, Editura Tehnica – Info, Chișinău, 2009.
9. **Babiciu, P., Scripnic V., Frățilă, Al.**, *Sisteme hidraulice ale tractoarelor și mașinilor agricole*, Editura Ceres, București, 1984.
10. **Backe, W.**, *Umdruck zur Vorlesung – Steuerungs und Schaltungstechnik I – 4. Auflage 1986*, Editura HP Aachen, Germany, 1986.
11. **Backe, W.**, *Umdruck zur Vorlesung – Servohydraulik – 5. Auflage 1986*, Editura HP Aachen, Germany, 1986.
12. **Backe, W.**, *Umdruck zur Vorlesung – Servohydraulik – 7. Auflage 1986*, Editura HP Aachen, Germany, 1986.
13. **Backe, W.**, *Umdruck zur Vorlesung – Steuerungs und Schaltungstechnik II (proportionaltechnik) – 3. Auflage 1987*, Editura HP Aachen, Germany, 1987.
14. **Backe, W.**, *Umdruck zur Vorlesung – Grundlagen der Olhydraulik - 7. Auflage 1988*, Editura HP Aachen, Germany, 1988.
15. **Backe, W.**, *Hydraulik im Kraftfahrzeug – Stand der Technik 1. Auflage 1989*, Editura HP Aachen, Germany, 1989.
16. **Bansal, R.K.**, *A TextBook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines*, Scanned by Fahid, Converted PDF by AAZAwapnil.
17. **Bașta, T.M.**, *Transmisiile hidraulice de urmărire ale mașinilor*, Editura Tehnică, București, 1961.
18. **Bauer, E.**, *Proportional – hydraulics, Workbook Advanced Level*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 1999.
19. **Bauer, G.**, *Olhydraulik – Grundlagen, Bauelemente, Anwendungen – 8. auflage*, Editura Teubner, Stuttgart, Germany, 2005.
20. **Bălășoiu, V., Cristian, I., Bordeiașu, I.**, *Echipamente și sisteme hidraulice de acționare și automatizare. Mașini volumice – vol. I*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara 2007.
21. **Bălășoiu, V., Cristian, I., Bordeiașu, I.**, *Echipamente și sisteme hidraulice de acționare și automatizare. Mașini volumice – vol. II*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara 2008.
22. **Bărglăzan, M.**, *Transmisii hidrodinamice*, Editura Politehnica, Timișoara, 2003.
23. **Becher, D.**, *Untersuchungen an einer Axialkolbenpumpe mit Ringsystem zur Minderung von Pulsationen*, Editura IFD, Aachen, Germany, 2004.

24. **Belforte, G., Beretto, A.M., Mazza, L.,** *Pneumatica – Corso Completo*, Editura Techniche Nuove, Milano, Italy, 2008.
25. **Belladonna, U.,** *Elementi di Oleodinamica. Principi – Componenti Implantati*, Editura Ulrico Hoepli, Milano, Italy, 2005.
26. **Belladonna, U., Mombelli, A.,** *Pneumatica. Principi – Componenti Implantati – Automazione pneumatica ed elettropneumatica*, Editura Ulrico Hoepli, Milano, Italy, 2007.
27. **Bliesener, R., Ebel, F., Löffler, C., Plagemann, B., Regber, H., Terzi, E.v., Winter, A.,** *Programmable logic controllers – Basic level TP301 – Textbook*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 2002.
28. **Bonefeld, R.,** *Einsatz elektro-hydraulische Antriebe zur aktiven Dämpfung mechanischer Strukturen*, Editura IFD, Aachen, Germany, 2002.
29. **Bordeașu, I.,** *Eroziunea cavitațională a materialelor*, Editura Politehnica, Timișoara, 2006.
30. **Bordeașu, I., Dobândă, E., Velescu, C., Galeriu, C. D., Baci, I. D., Manea, A., Sucitu, L., Bădărașu, R.,** *Noțiuni teoretice și probleme de hidrodinamică, conducte, canale și mașini hidraulice*, Editura Politehnica, Timișoara, 2005.
31. **Bredau, J.,** *Numerische Stromungsberechnung und Experimentelle Stromungsvisualisierung in der Pneumatik*, Editura IFD, Aachen, Germany, 2001.
32. **Burrows, C.R.,** *Innovations in Fluid Power*, Editura John Wiley & Sons, U.S.A., 1995.
33. **Casey, B.,** *Insider Secrets to Hydraulics*, Editura Hydraulic Supermarket, Australia, 2002.
34. **Cașler, G., Condrea, I.,** *Mașini-unelte și agregate. Acționarea hidraulică și pneumatică*, Editura Institutului Politehnic „Gh. Asachi”, Iași, 1978.
35. **Călărașu, D.,** *Reglarea secundară a sistemelor de acționare hidrostatică în regim de presiune cvasiconstantă*, Editura Media-Tech, Iași, 1999.
36. **Călărașu, D., Scurtu, D.,** *Sisteme de acționare hidraulică*, Editura CERMI, Iași, 2004.
37. **Călinoiu, C., Vasiliu, D., Vasiliu, N., Catană, I.,** *Modelarea, simularea și identificarea experimentală a servomecanismelor hidraulice*, Editura Tehnică, București, 1998.
38. **Ciobanu, E., Călinoiu, C.,** *Acționări Hidrostatice – Construcție, reparație, montaj, încercări, exploatare*, Editura OI.D.ICM, București, 2002.
39. **Chapple, P.,** *Principles of Hydraulic – System Desing, First Edition*, Editura COXMOOR PUBLISHING COMPANY, Great Britani, 2003.
40. **Chiriță, C.,** *Acționări electrohidraulice*, Editura Satya, București, 2000.
41. **Chiriță C., Călărașu D.,** *Acționarea hidraulică a mașinilor unelte*, Editura Panfilus, Iași, 2001.
42. **Chiriță C., Condrea I.,** *Hidraulica mașinilor unelte – Îndrumar de laborator*, Editura Institutul Politehnic “GH. Asachi”, Iași, 1987.
43. **Chiriță, C., Javgureanu, V., Stoicev, P., Gusar, E., Gordelenco, P.,** *Acționări hidraulice și pneumatice în mașini și sisteme de producție – album*, Editura UTM, Chișinău, 2008.
44. **Church, P.,** *Mechanics of Engineering A Treatise on Hydraulics and Pneumatics for Use in Technical Schools*, Editura Jonh Wiley & Sons, U.S.A., 1989.
45. **Condrea, I.,** *Hidraulica mașinilor-unelte – Partea I^a*, Editura Institutului Politehnic “Gh. Asachi”, Iași, 1971.
46. **Condrea, I.,** *Hidraulica mașinilor-unelte – Partea II^a*, Editura Institutului Politehnic “Gh. Asachi”, Iași, 1979.
47. **Cosoroabă, V., Demetrescu, Th., Georgescu, Gh.,** *Acționări pneumatice*, Editura Tehnică, București,
48. **Crăciun, C.,** *Mecanica fluidelor, hidraulică și funcționarea mașinilor hidraulice. Probleme pentru examen și concursuri*, Editura Tehnică, București, 1999.
49. **Cundiff, S.J.,** *Fluid Power Circuits and Controls*, Editura Hydraulics&Pneumatics Magazin, U.S.A., 2002.
50. **Czichos, H.,** *Mechatronik – Grundlagen und Anwendungen technischer Systeme – 2. Auflage*, Editura Viewegs + Teubner, Wiesbaden, Germany, 2008.

51. **Daines, J.R.**, *Fluid Power Hydraulics and Pneumatics*, Editura The Goodheart-Willcox, U.S.A., 2009.
52. **Daines, J.R.**, *Fluid Power Hydraulics and Pneumatics – Laboratory Manual*, Editura The Goodheart-Willcox, U.S.A., 2009.
53. **Deacu, L., Banabic, D., Rădulescu, M. M., Rațiu, C.**, *Tehnica hidraulicii proporționale*, Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1989.
54. **Dickenson, Ch.**, *Pumping Manual – 8th edition*, Editura The Trade & Technical Press Limited, England, 1988.
55. **Djurovic, M.**, *Energiesparende Antriebssysteme für die Arbeitshydraulik Mobiler Arbeitsmaschinen „Elektrohydraulisches Flow Matching”*, Editura IFD, Aachen, Germany, 2008.
56. **Deppert, W., Stoll, K.**, *Inițiere în Pneumautomatică-Elemente și sisteme de comandă*, Editura Tehnică, București, 1975.
57. **Durfee, W., Sun, Z.**, *Fluid Power System Dynamics*, Departament of Mechanical Engineering University of Minnesota, S.U.A., April 22, 2009.
58. **Dym, C.L.**, *Engineering Design – Third Edition*, Editura John Wiley & Sons, U.S.A., 2009.
59. **Ebel, F., Idler, S., Prede, G., Scholz, D.**, *Fundamentals of automation technology – Technical book*, FESTO Didactic GmbH & Co. KG, Denkendorf, Germany, 2008.
60. **Ebertshauser, H., Helduser, S.**, *Fluidtechnik von A bis Z*, Editura Olhydraulik und Pneumatik, Germany, 1995.
61. **Esposito, A.**, *Fluid Power with Applications*, Editura Pearson, U.S.A., 2008.
62. **Florea, J., Seteanu, I., Zidaru, Gh., Panaitescu, V.**, *Mecanica fluidelor și mașini hidropneumatice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
63. **Gangi, D.G.**, *Sistemi oleodinamici – Principi, Componenti, Schemi, Applicazione*, Editura Delfino, Via Calabria, Italy, 2006.
64. **Geană, M., Ionescu, P., Vais, A., Ivănuș, Gh.**, *Proprietățile fizice ale fluidelor. Metode de calcul*, Editura Tehnică, București, 1993.
65. **Geißler, G.**, *Optimierung und Einsatzgrenzen von Druckventilen*, Editura IFD, Aachen, Germany, 2003.
66. **Giaquinto, D., Rubin, S.**, *Automazione – Pneumatica – elettropneumatica – Oleodinamica – PLC*, Editura San Marco, Bergamo, Italy, 2003.
67. **Grollius, H.W.**, *Grundlagen der Hydraulik – 3. Auflage aktualisierte*, Editura Fachbuchverlag, Leipzig, Germany, 2006.
68. **Grollius, H.W.**, *Grundlagen der Pneumatik – 121 Abbildungen, 16 Tafeln, 20 Aufgaben*, Editura Fachbuchverlag, Leipzig, Germany, 2006.
69. **Hedges, Ch.S.**, *Industrial Fluid Power – Vol. 3 Second Edition*, Ed. Womack Educational Publications, U.S.A., 2010.
70. **Hedges, Ch.S.**, *Fluid Power in Plant and Field – Second Edition*, Ed. Womack Educational Publications, U.S.A., 2010.
71. **Helbig, A.**, *Energieeffizientes Elektrischhydrostatisches Antriebssystem am Beispiel der Kunststoff-Spritzgießmaschine*, Editura IFD, Aachen, Germany, 2007.
72. **Helduser, S.**, *Fluidtechnische Antriebe und Steuerungen – Übungsaufgaben – Ausgabe 2007*, Editura IFD, Germany, 2007.
73. **Helduser, S.**, *Antriebstechnik/Aktorik – Umdruck zur Vorlesung – Ausgabe 2008*, Editura IFD, Germany, 2008.
74. **Helduser, S.**, *Steuerungs- und Regelungstechnik pneumatischer Antriebe – Ausgabe 2008*, Editura IFD, Germany, 2008.
75. **Henke, R.**, *Fluid Power Systems & Circuits*, Editura Hydraulics&Pneumatics Magazin, U.S.A., 1983.
76. **Hirschcox, A.**, *Fluid Power Handbook & Directory*, Editura Penton, Cleveland, U.S.A., 2006.

77. **Hwang, N.**, *Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems*, Editura Prentice Hall INC, U.S.A., 1996.
78. **Jackson, P.L.**, *Getting Desing Right*, Editura CRC Press, U.S.A., 2010.
79. **Javgureanu, V., Bartha, I.**, *Acționări hidraulice și pneumatice vol. 2*, Editura Tehnica-Info, Chișinău, 2002.
80. **Johnson, J.L.**, *Basic Electronics for Hydraulic Motion Control*, Editura Hydraulics&Pneumatics Magazin, U.S.A., 1992.
81. **Johson, J.L.**, *Desingner's Handbook for Electro Hydraulic Servo and Proportional Systems*, Editura IDAS, U.S.A., 2000
82. **Johnson O.A.**, *Fluid Power for Industrial Use*, Editura Robert e. Krieger Publusing Company, U.S.A, 1993.
83. **Ivantysynova, M.**, *Design and Modeling of Fluid Power SystemsME597-lecture1-15*, MAHA Fluid Power Research Center Purdue University, Tuesday, August 25, 2009.
84. **Karassik, I.J., Messina, J.P., Cooper, P., Heald C.C.**, *Pump Handbook, Third Edition*, McGRAW-HILL, New York, DC, S.U.A., 2001.
85. **Kumar, M.S.M.**, *Computational Hydraulics, Introduction to Hydraulics of Open Channels, Module 1, 3 lectures*, Indian Institute of Science, Bangalore, India, 2007.
86. **Lewis E., Stern H.**, *Sisteme automate hidraulice*, Editura Tehnică, București, 1968.
87. **Manea, M.**, *Acționări hidraulice în mecatronică – Auxiliar curricular, clasa a XII-a, liceu tehnologic, calificarea profesională: Tehnician mecatronist*, Editura ROVIMED PUBLISHERS, Bacău, 2009.
88. **Manring, N.D.**, *Hydraulic Control Systems*, Editura Jonh Wilei & Sons, U.S.A., 2005.
89. **Marin, V., Moscovici, R., Teneslav, D.**, *Sisteme de acționare și reglare automată – Probleme practice: de proiectare, execuție, exploatare*, Editura Tehnică, București, 1981.
90. **Matthies, H.J., Renius, K.T.**, *Einführung in die Olhydraulik – 5. Auflage*, Editura Teubner, Munchen, Germany, 2006.
91. **Mazilu, I., Marin, V.**, *Sisteme hidraulice automate*, Editura Academiei R.S.R., București, 1982.
92. **McLaren, R.S.**, *Troubleshooting – Hydraulic Compnents*, Editura McLaren, U.S.A., 1993.
93. **Medar, S., Ionescu, F.**, *Filtre penru acționări hidraulice și pneumatice*, EdituraTehnică, București, 1986.
94. **Merkle, D., Rupp, K., Scholz, D.**, *Electrohydraulics – Basic level*, FESTO Didactic KG, Esslingen, Germany, 1994.
95. **Merkle, D., Schrader, B., Thomes, M.**, *Hydraulics – Basic Level*, FESTO Didactic GmbH & Co. KG, Denkendorf, Germany, 2003.
96. **Merkle, D., Werner, H.**, *Electrohydraulics – Workbook Basic Level*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 1998.
97. **Merkle, D., Werner, H., Zimmermann, A.**, *Electrohydraulics – Workbook Advanced Level*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 1999.
98. **Moțit, H.M., Ciocîrlea, M., Vasilescu, A.**, *Debitmetrie industrială*, EdituraTehnică, București, 1988.
99. **Nasca, R.A.**, *Testing Fluid Power Components*, Editura Industrial Press Inc., U.S.A., 1990.
100. **Neubert, G.**, *Technical Dictiobary of Hydraulics and Pneumatics*, Editura Pergamon Press, U.S.A., 1973.
101. **Nicolae, D., Lungu R., Cismaru C.**, *Măsurarea parametrilor fluidelor. Echipamente și sisteme*, Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1986.
102. **Ocker, Th.**, *Hydraulics – Workbook Advanced Level*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 1999.
103. **Oprean, A.**, *Hidraulica mașinilor – unelte*, Ediția a III-a, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
104. **Oprean, A., Dorin, Al., Olaru, A., Prodan, D., Chirițoiu, R.**, *Echipamente hidraulice de acționare*, Editura Bren, București, 1998.

105. **Pany, M., Scharf, S.,** *FESTO EP211 – Workbook*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 2005.
106. **Paetzold, W., Hemming, W.,** *Hydraulik und Pneumatik – 11. Auflange*, Editura Christiani GmbH & Co, Konstanz, Germany.
107. **Parr, A.,** *Hydraulics and Pneumatics A Technician's and Engineer's Guide*, Editura Elsevier, London, England, 2005.
108. **Pătruț, P., Ional, N.,** *Acționări hidraulice și automatizări – teorie, aparate, sisteme automate și aplicații industriale*, Editura Nausicaa, București, 1998.
109. **Pease, D.A.,** *Basic Fluid Power*, Editura Prentice-Hall INC, U.S.A., 1967.
110. **Pippenger, J.J.,** *Hydraulic Cartridge Valve Technology*, Editura Jenkins, U.S.A., 1990.
111. **Pop, I.I.,** *Noi elemente și sisteme hidraulice – hidrologistori*, Editura Academiei Române, București, 1990.
112. **Prodan, D.,** *Mașini – unelte. Acționări hidrostatice – aplicații*, Editura PRINTECH, București, 2009.
113. **Prodan, D., Chiriță, C.,** *Modelarea și simularea elementelor hidrostatice pentru mașini unelte*, Editura Performantica, Iași, 2007.
114. **Prodan, D., Duca, M., Bucureșteanu, A., Dobrescu, T.,** *Acționări hidrostatice – Organologie*, Editura AGIR, București, 2005.
115. **Purohit, R.K.,** *Fluid Power Engineering*, Editura Scientific Publishers, India, 2008.
116. **Rabie, M.G.,** *Fluid Power Engineering*, by The McGraw-Hill, Cairo, Egypt, 2009.
117. **Rohner, P.,** *Industrial Hydraulic Control – A textbook for Fluid Power technicians*, Fourth Edition, HydraulicSupermarket.com Pty Ltd, Australia, 2005.
118. **Rohner, P.,** *Pneumatic Control for Industrial Automation*, Revised Edition, HydraulicSupermarket.com Pty Ltd, Australia, 2005.
119. **Roman, P., Isbășoiu, E.C., Bălan, C.,** *Probleme speciale de hidromecanică*, Editura Tehnică, București, 1987.
120. **Rovetta, A.,** *Robotica. Principi di base e Applicazione*, Editura Ulrico Hoepli, Milano, Italy, 2008.
121. **Ruhlicke, I.,** *Electrohydraulische Antriebssysteme mit Drehzahlveränderbarer Pumpe*, Editura IFD, Germany, 1997.
122. **Schafer, K.M.,** *Stetighydraulik – Grundlagen, Ventiltechnik, Regelkreise*, Editura Verlag, Landsberg, Germany, 2001.
123. **Schäfer, K.D.,** *Stetighydraulik, Grundlagen, Ventiltechnik, Regelkreise*, Die Bibliothek der Technik Band 215, Germany, 2001.
124. **Scholz, D.,** *Proportional hydraulics – Textbook*, FESTO Didactic KG, Esslingen, Germany, 1996.
125. **Spalding, B.,** *Heat and Fluid Flow in Power System Components*, Editura Pergamon Press, U.S.A., 1979.
126. **Speich, H., Bucciorelli, A.,** *Manuale di Oleodinamica – Principi, componenti, circuiti, applicazione*, Editura Tecniche Nuove, Milano, Italy, 2004.
127. **Srinivasan, S.,** *Hydraulic and Pneumatic Controls – Second Edition*, Editura Offset Printing, Chennai, 2006.
128. **Stewart, H.L.,** *Pneumatics and Hydraulics*, Editura Theodore Audel & CO, U.S.A., 1976.
129. **Trinkel, B.,** *Fluid Power Basic*, by Penton Media Inc. No, Copyright, Hydraulics & Pneumatics magazine, 2006.
130. **Trinkel, B.,** *Fluid Power Circuits Explained*, by Penton Media Inc. No, Copyright, Hydraulics & Pneumatics magazine, 2007.
131. **Vaishwanar, R.S.,** *Text Book of Fluid Power Engineering*, Editura Jain Brothers, New Delhi, 1997.
132. **Vasiliu N., Catană I.,** *Transmisii hidraulice și electrohidraulice – mașini hidraulice volumice – vol. I*, Editura Tehnică, București, 1988.

133. **Vasiliu, D., Vasiliu N., Catană I.,** *Transmisii hidraulice și electrohidraulice – mașini hidraulice volumice – vol. II*, Editura Tehnică, București, 1997.
134. **Vasiliu, N., Vasiliu, D.,** *Acționări hidraulice și pneumatice*, Editura Tehnică, București, 2005.
135. **Waller, D., Wemer, H.,** *Hydraulics – Workbook Basic Level*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 2001.
136. **Watter, H.,** *Hydraulik und Pneumatik*, Editura Studium Technik, Germany, 2007.
137. **Watton, J.,** *Modeling, Monitoring and Diagnostic Techniques for Fluid Power Systems*, Editura Springer, England, 2007.
138. **Watton, J.,** *Fundamentals of Fluid Power*, Editura Cambridge, U.S.A., 2009.
139. **Wilson, C.,** *Fluid Power Handbook*, Editura Journals, U.S.A., 1968.
140. **Wolansky, W.,** *Fundamentals of Fluid Power*, Editura Waveland Press, U.S.A., 1986.
141. **Yeaple, F.,** *Fluid Power Design Handbook*, Third Edition, Editura Marcel Dekker INC, U.S.A., 1996
142. **Younkin, G.W.,** *Industrial Servo Controls Systems, Fundamentals and Applications, Second Edition, Revised and Expanded*, Marcel Dekker, Inc., New York, DC, S.U.A., 2003.
143. **Zimmermann, A., Scholz, D.,** *Closed loop hydraulics – Workbook*, FESTO Didactic GmbH & Co, Denkendorf, Germany, 2000.
144. *** **ASSOFLUID**, *La Pneumatica – E le sue Applicazioni Pratiche*, Editura Assofluid, Milano, Italiy, 2002.
145. *** **ASSOFLUID**, *HYDRAULICS in industrial and mobile applications*, Milano, Italy, 2007.
146. *** **HYDAC – TRAINING CENTER** – Hydraulic – Basic Hydraulics and Components, by HYDAC International GmbH, Germany, 2009.
147. *** **NAVEDTRA**, *Fluid Power, Nonresident training course*, S.U.A., July 1990.
148. *** **TORO University**, *Hydraulics – Circuits, Components, Schematics, Hydrostatic Drives and Test Equipment*, 2008.
149. *** **U.S. Department of Energy**, *DOE FUNDAMENTALS HANDBOOK, Engineering symbology, prints, and drawings, Volume 1 of 2*, Washington, D.C., U.S.A., January, 1993.
150. *** *Engineering and Design, Lubricants and Hydraulic Fluids, manual*, Department of the Army U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC, S.U.A., 28 February 1999.
151. *** **NATIONAL FLUID POWER ASSOCIATION** – *FLUID POWER TRAINING*, Basic hydraulics
152. *** **Attendee WORKBOOK** – Continuing Education & Conference Center, *FLUID POWER Conference & Expo*, June 26th-27th, 2012.
153. *** *Fluid Power – Design handbook – First Edition*, by B&T Hydraulics and Pneumatics, Editura B&T, U.S.A., 1996.
154. *** *Mobile Hydraulics Manual*, by Vickers Industrial, Editura Vickers Corporation, U.S.A., 1998
155. *** *Fluid Power – Industrial Hydraulic Manual*, by Vickers Industrial, Editura Eaton Corporation, U.S.A., 2001.
156. *** *Your Guide to the Electronic Control of Fluid Power*, by National Fluid Power Association, Editura National Fluid Power Association, U.S.A., 1992.
157. *** *Fluid Power – Theory and Applications Fourth Edition*, by Vickers Industrial, Editura Eaton Corporation, U.S.A., 2001.
158. *** *Hydraulics and Its Applications*, by Gibson – Editura A. Constable Co., London, England, 2011.
159. *** *Hydraulics for Off-the-Road Equipment*, by Harry, Editura Holland + Josenhans GmbH&Co, Germany, 1998.
160. *** *Design Engineering Manual*, by Elsevier Ltd., Editura by Elsevier Ltd., U.S.A., 2010.

161. *** 6th International Fluid Power Conference Dresden “*Fluid power in Motion*” Workspop March 31, 2008, by IFK, Germany, 2008.

II. Standarde, Norme și reglementări

162. *** CETOP Position Paper on the Implementation of the Machinery Directive 2006/42/EC in the Fluid Power Industry
163. ***CETOP – RE 2000/01 H/P: Qualifications associated with fluid power systems
164. ***CETOP – RE 2000/02.06 - H/P: Implementation of CETOP Education Recommendations in Europe
165. ***CETOP – RE 2005/01 - H/P: CETOP qualifications approved centres guideline
166. ***CETOP – AppRE 2005/01 - H/P: Appendix: CETOP qualifications approved centres guideline
167. ***CETOP RE 2004/01 - H: Hydraulics Programme (H1) CETOP Passport Occupational Level 1
168. ***CETOP RE 2004/02 - H: Mobile Hydraulics Programme (MH2) CETOP Passport Occupational Level 2
169. ***CETOP RE 2004/03 - H: Industrial Hydraulics Programme (IH2) CETOP Passport Occupational Level 2
170. ***CETOP RE 2002/01 - H: Mobile Hydraulics Programme (MH3) CETOP Passport Occupational Level 3
171. ***CETOP RE 2002/02 - H: Industrial Hydraulics & Associated Control Programme (IH3) CETOP Passport Occupational Level 3
172. ISO 1219-1:2012 - Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications
173. ISO 1219-2:2012 - Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 2: Circuit diagrams.
174. ISO 5598: 2008– Fluid power systems and components – Vocabulary.
175. EN60617: Electrical/electronic symbols to current issue level
176. SR ISO 5598:1998 – Acțiunări hidraulice și pneumatice – Terminologie.

III. Surse internet

177. <http://www.assofluid.it>
178. <http://www.boschrexroth.ca>
179. <http://www.brand-hyd.com>
180. <http://www.cetop.org>
181. <http://www.cfc-solar.com>
182. <http://www.christiani.de>
183. <http://deltamotion.com/education>
184. <http://www.eaton.com>
185. <http://engineering.purdue.edu/Maha>
186. <http://www.en.wikipedia.org/wiki/hydraulic>
187. <http://www.enerpac.com>
188. <http://www.festo.com>
189. <http://www.fluidas.ro>
190. <http://www.fluidsim.de>
191. <http://www.fluidynefp.com>
192. <http://www.HennepinTech.edu>
193. <http://www.hydramold.com>
194. <http://hydraulicspneumatics.com/fluid-power-basics/>
195. <http://www.hyperphysics.phy-astr.gsu.edu>

- 196.** <http://www.nfpa.com>
- 197.** <http://www.parker.com>
- 198.** <http://www.purdue.edu/ME>
- 199.** <http://www.smc.com>
- 200.** <http://www.smcromania.ro>
- 201.** <http://www.webster-inst.com>
- 202.** <http://www.womack-educational.com>