

UDK: 631.558.1:631.561

Pregledni rad
Review paper

doi: 10.5937/PoljTeh1904001P

HIDRAULIČKI SIMBOLI - DEO IV: RAZVODNI VENTILI

Petrović V. Dragan^{*1}, Cerović B. Vera²

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Institut za poljoprivrednu tehniku,
Nemanjina 6, 11081 Beograd-Zemun, Republika Srbija

²Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Kraljice Marije 16,
11120 Beograd 35, Republika Srbija

Sažetak: Mehanizacija mnogobrojnih proizvodnih procesa i operacija u savremenoj primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji, transportu, skladištenju i pratećoj prehrambenoj prerađivačkoj industriji teško se može ostvariti bez automatizacije. U najvećem broju slučajeva, proizvodna efikasnost i ekološka održivost zahtevaju, između ostalog, preciznu kontrolu toka energije u okviru primenjenih instalacija, radnih mašina, uređaja i mehanizmima. Sa gledišta teorije automatskog upravljanja, elementi angažovane tehnike, mašine, uređaji i mehanizmi, mogu predstavljati objekte upravljanja. Kontrolisano usmeravanje i optimalno dostavljanje određene količine energije željenim objektima upravljanja po pravilu je veoma retko uniformno, jer mora biti usklađeno sa vremenski nepredvidivim promenama zahteva proizvodnog procesa ili operacije. Potrebna energija može se preneti prema potrošačima u poljoprivredi primenom odgovarajućih mehaničkih, električnih, pneumatskih ili hidrauličkih sistema, kao i njihovim sadejstvom. Svi postojeći tipovi sistema prenosa energije imaju izvesne prednosti i nedostatke, uz zajednički zahtev za odgovarajućim upravljačkim elementima. U fokusu ovog rada su grafički simboli upravljačkih ventila hidrauličkog prenosa energije (snage) i upravljačkih signala, označeni kao hidraulički razvodni ventili, ili hidraulički razvodnici.

Ključne reči: hidraulika, razvodni ventil, sistem, šema, poljoprivredna tehnika

^{*}Autor za korespondenciju. E-mail adresa: epetrodr@agrif.bg.ac.rs. Rad je deo aktivnosti projekta broj TR-31051: "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda", Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

UVOD

Od početka industrijske revolucije, neadekvatni i nedovoljno kontrolisani razvoj tehnologije i njenih posledica na okolinu, kao i ogroman priraštaj stanovništva, dovode savremenu poljoprivrednu proizvodnju sve bliže krajnjim granicama njene održivosti. Uprkos opštem planetarnom porastu broja stanovnika, u razvijenom delu sveta je na raspolaganju sve manje prvenstveno manuelnih radnika, što zahteva intenzivnu i sveobuhvatnu primenu poljoprivredne tehnike u oblasti poljoprivredne proizvodnje.

Zbog izazova kojima je sve oštrije izložena, savremena tehnika u poljoprivredi se neprekidno usavršava. Razvijaju se potpuno nove mašine, uređaji i instalacije, uz istovremeno poboljšavanje njihovih postojećih konstrukcija, kao i samih proizvodnih procesa i operacija u poljoprivredi. Hidraulički sistemi prenosa snage i upravljanja zauzimaju izuzetno važno mesto u poljoprivrednoj proizvodnji. Pri tome se ne sme izgubiti iz vida da se oni nezaobilazno usklađuju i kombinuju sa odgovarajućim pneumatskim, mehaničkim i električnim/elektronskim sistemima.

Imajući u vidu izuzetnu složenost velikog broja ugrađenih hidrauličkih komponenti i komplikovanu prostornu (3D) dispoziciju odgovarajućih hidrauličkih sistema u okviru savremenih poljoprivrednih instalacija, mašina, uređaja itd., oni se po pravilu predstavljaju paralelno na dva načina. Sa jedne strane se koriste odgovarajući radionički crteži pojedinačnih elemenata i sklopni crteži komponenta, uz istovremenu primenu simboličkog predstavljanja komponenta prilikom šematskog prikazivanja hidrauličkih sistema u celini ili nekih njihovih podsistema. Standardizacija simbola hidrauličkih komponenta je od izuzetno velike važnosti u svim granama tehnike, kako bi se obezbedilo razumevanje hidrauličkih šema i razmena znanja, tehničkih sredstava i tehnologije od strane stručnjaka koji potiču iz najrazličitijih govornih i obrazovnih regiona i zemalja.

Zato je ovaj rad formulisan u obliku četvrtog (IV) nastavka serije posvećene hidrauličkim simbolima, usmeren ka simbolima jedne specifične podgrupe hidrauličkih upravljačkih komponenti – hidrauličkim razvodnim ventilima ili kraće nazvanim hidraulički razvodnici. Po sadržaju, ovaj rad predstavlja logičan nastavak prethodna tri rada publikovana u časopisu Poljoprivredna tehnika, koji su takođe posvećeni simbolima komponenti hidrauličkih sistema. U prvom (uvodnom) delu su prikazani opšti simboli, oznake mernih instrumenata i indikatora [7]. U drugom nastavku serijala su predstavljeni simboli pumpi i izvršnih elemenata, te ukratko opisani njihovi osnovni tipovi, karakteristike i namene [8]. Treći tematski nastavak po istom pitanju je fokusiran na hidrauličke simbole upravljačkih elemenata hidrauličkih sistema, odnosno različitih tipova i konstrukcija hidrauličkih ventila [9]. U ovom, trećem radu o simbolima hidrauličkih komponenta, obuhvaćena je većina najvažnijih standardnih u praksi najčešće primenjivanih hidrauličkih ventila, ne samo u savremenoj poljoprivrednoj tehnici nego i u drugim tehničkim oblastima.

Zahvaljujući nizu specifičnosti i raznolikosti konstrukcija, funkcionalnih principa, operativnih svojstava, složenosti, proizvodnih i eksploatacionih troškova i namene, koje ih suštinski razlikuju i izdvajaju od ostalih hidrauličkih tipova i konstrukcija ventila, u tekućem (četvrtom) nastavku su prikazani simboli hidrauličkih razvodnih ventila, ili kraće, hidrauličkih razvodnika.

Kao i u prethodna tri, u ovom nastavku je prikaz simbola hidrauličkih komponenti od interesa pripremljen poštujući važeće međunarodne standarde najvišeg (ISO) ranga [1], [2] i [3], prateći i forme njihovog predstavljanja u tehničkim publikacijama slične namene, kao što su npr. [6] i [10].

SIMBOLIČKE OZNAKE HIDRAULIČKIH RAZVODNIH VENTILA

Tabela 1 prikazuje osnovne slovne oznake koje se primenjuju za obeležavanje broja i vrste priključnih vodova i radnih položaja hidrauličkih razvodnika. Ove oznake se na odgovarajućim šemama upisuju uz kvadrat (kvadratni simbol) koji predstavlja normalni (neaktivirani) položaj razvodnika. Ostali kvadratni simboli predstavljaju aktivirane položaje.

Tabela 1. Slovne oznake priključaka u hidraulici.

Table 1. Letter designations of hydraulic connectors.

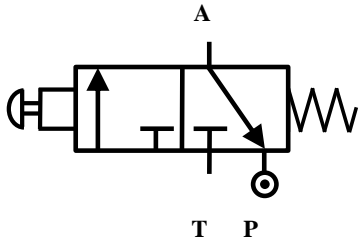
Opšte oznake broja položaja i priključaka razvodnika: n/m	
n	Broj priključaka.
m	Broj radnih položaja razvodnika, jednak broju kvadratnih simbola.
Primer:	Oznaka 4/3 označava razvodnik sa 4 priključka i 3 radna položaja.
Oznake priključaka razvodnika	
	
Primer: Razvodnik 3/2, sa 3 priključka i 2 radna položaja, koji se aktivira tasterom (dugmetom). U normalni položaj ga vraća opruga. Normalni (neaktivirani) položaj razvodnika na slici je prikazan kvadratom desno. U ovom slučaju, taj položaj održava dejstvo opruge. Kvadrat na levoj strani prikazuje aktivirani položaj razvodnika, koji se ostvaruje sa pritisnutim tasterom postavljenim sa leve strane razvodnika.	
P	Ulazni priključak potisnog voda pumpe (engl. <i>pump</i>).
T	Priključak cevovoda za odvod tečnosti ka rezervoaru (engl. <i>tank</i>).
A, B, C	Izlazni priključci radnih vodova, koji vode ka potrošačima.
X, Y, Z	Priključci upravljačkih vodova.
L	Priključak pomoćnog voda - odvoda prodrlog ulja iz komponente.

Tabela 2. Opšte oznake običnih (prekidačkih - „ON/OFF“) hidrauličkih razvodnika bez oznaka načina aktiviranja.

Table 2. General symbols of basic „ON/OFF“ hydraulic directional control valves, without designation of activation.

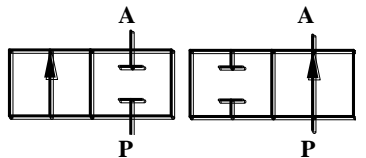
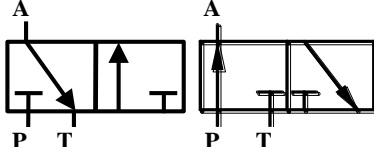
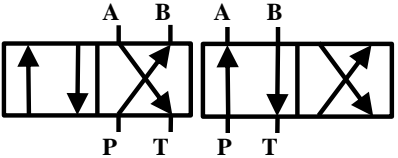
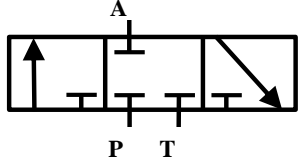
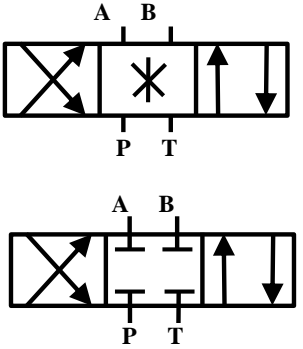
	<p>Hidraulički razvodnik 2/2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - normalno zatvoren ventil (levo) i - normalno otvoren ventil (desno).
	<p>Hidraulički razvodnik 3/2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - normalno zatvoren ventil (levo) i - normalno otvoren ventil (desno).
	<p>Hidraulički razvodnik 4/2</p>
	<p>Hidraulički razvodnik 3/3, normalno zatvoren.</p>
	<p>Hidraulički razvodnik 4/3</p> <p>Postoje različite konstrukcija ovih razvodnika.</p> <p>U opštem slučaju, razvodnici u centralnom položaju mogu blokirati protok fluida, ili usmeravati tokove radnog fluida u različitim pravcima i smerovima.</p> <p>Primer normalno zatvorenog razvodnika 4/3: U normalnom položaju razvodnika (centralni kvadrat), zatvoren je protok u svim vodovima.</p>

Tabela 2 prikazuje opšte oznake običnih (takozvanih prekidačkih – *engl.* „ON/OFF“) hidrauličkih razvodnika bez oznaka načina njihovog aktiviranja.

Razvodnici iz ove podgrupe hidrauličkih ventila omogućavaju dva stanja toka radne hidrauličke tečnosti na svojim priključcima: „ON“ - otvoreno i „OFF“ - zatvoreno.

Tabela 3. Simboli hidrauličkih razvodnika 2/2 sa prikazom načina aktiviranja – 1. deo.
 Table 3. Symbols of hydraulic directional control valves 2/2, with presentation of the activation method – part 1.

Hidraulički razvodnik 2/2 sa ručnim aktiviranjem	
	<p>Normalno zatvoreni razvodnik 2/2. Aktivira se i pri tome otvara manuлно, a u polazni položaj ga vraća opruga i pri tome ponovo prekida protok.</p>
Elektromagnetni hidraulički razvodnici 2/2 sa potisnim elektromagnetom za aktiviranje	
	<p>Normalno zatvoreni razvodnik 2/2. Otvara se elektromagnetnim aktiviranjem. U normalni položaj ga vraća elastična opruga i ponovo zatvara, prekidajući protok.</p>
	<p>Normalno otvoreni razvodnik 2/2. Zatvara se elektromagnetnim aktiviranjem. Elastična opruga vraća razvodnik u normalni položaj i ponovo otvara ventil.</p>
Hidraulički razvodnici 2/2 sa sedištem i potisnim elektromagnetom za aktiviranje	
	<p>Normalno otvoreni razvodnik 2/2. Elektromagnetno se aktivira pomoću potisnog EM-a, a opruga ga vraća u normalni položaj i pri tome ponovo otvara. Ovi razvodnici u aktiviranom položaju zatvaraju protok radne tečnosti u jednom smeru.</p>
	<p>Razvodnik 2/2, normalno zatvoren za protok radne tečnosti u jednom smeru. Elektromagnetno se aktivira i pri tome otvara, a elastična opruga vraća razvodnik u normalni položaj.</p>

Hidraulički razvodni ventili tipa 2/2, koji imaju dva radna položaja i dva priključka, ali različite načine aktiviranja i usmeravanja toka radne tečnosti, prikazani su u tabeli 3, organizovanoj u dva dela zbog prostornih ograničenja.

Tabela 3. Simboli hidrauličkih razvodnika 2/2 sa prikazom načina aktiviranja – 2. deo.

Table 3. Symbols of hydraulic directional control valves 2/2, with activation method presented – part 2.

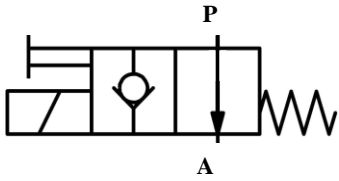
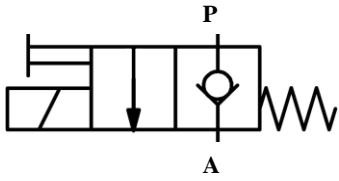
Hidraulički razvodnici 2/2 sa sedištem i mogućnosti ručnog i elektromagnetnog aktiviranja	
	<p>Normalno otvoreni razvodnik 2/2. Može se aktivirati manuelno ili elektromagnetno. U aktiviranom položaju zatvara protok u samo u jednom (na slici) ili u oba smera, u zavisnosti od konstrukcije. U normalni položaj razvodnik vraća elastična opruga i pri tome se on ponovo otvara.</p>
	<p>Razvodnik 2/2, normalno zatvoren za protok u jednom (na slici) ili oba smera, u zavisnosti od konstrukcije. Aktivira se manuelno ili elektromagnetno, pri čemu se omogućava slobodno proticanje radne tečnosti, a elastična opruga vraća razvodnik u normalni položaj.</p>

Tabela 4 prikazuje hidrauličke razvodnike tipa 3/2, sa 3 priključna voda i dva radna položaja, sa ručnim aktiviranjem.

Tabela 4. Simboli hidrauličkih razvodnika 3/2 sa ručnim aktiviranjem – 1. deo.

Table 4. Symbols of hydraulic directional control valves 3/2, with manual activation – Part 1.

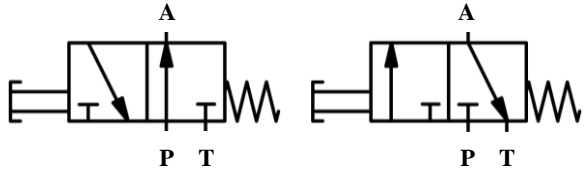
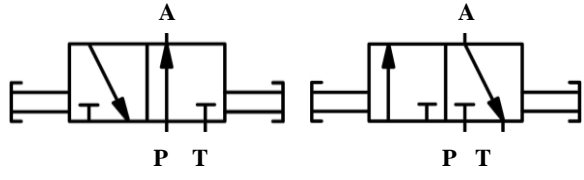
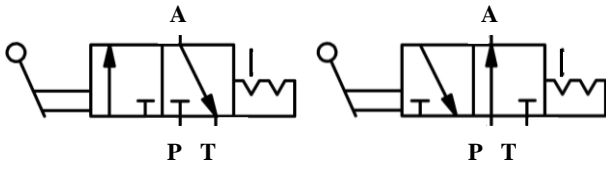
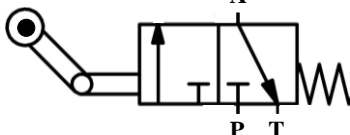
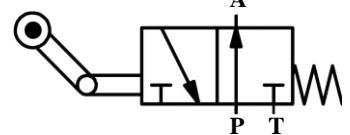
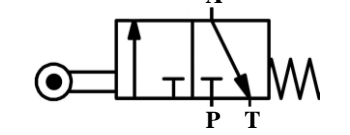
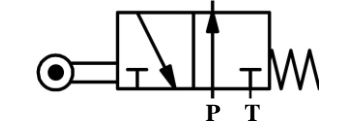
Hidraulički razvodnici 3/2 sa ručnim aktiviranjem	
	<p>Razvodnik sa manuelnim aktiviranjem, a u normalni položaj ga vraća elastična opruga.</p>
	<p>Razvodnik sa manuelnim aktiviranjem i deaktiviranjem.</p>
	<p>Razvodni ventil 3/2 sa ručicom za aktiviranje i uskočnom letvom za zadržavanje položaja.</p>

Tabela 4. Simboli hidrauličkih razvodnika 3/2 sa ručnim aktiviranjem – 2. deo.

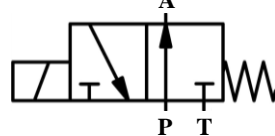
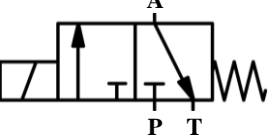
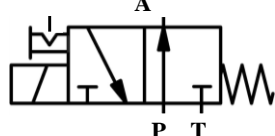
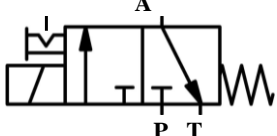
Table 4. Symbols of hydraulic directional control valves 3/2, with manual activation – Part 2.

	<p>Razvodni ventil 3/2 sa polugom za manuelno aktiviranje i oprugom za vraćanje u normalni položaj.</p>
	
	<p>Razvodni ventil 3/2 sa valjkom (točkom) za manuelno aktiviranje i oprugom za vraćanje u normalni položaj.</p>
	

Pored konstrukcija hidrauličkih razvodnih ventila 3/2 sa ručnim aktiviranjem, u poljoprivrednoj tehnici široku primenu nalaze i razvodnici sa elektromagnetnim aktiviranjem. Njihovi simboli su prikazani u tabeli 5.

Tabela 5. Simboli hidrauličkih razvodnika 3/2 sa elektromagnetnim aktiviranjem.

Table 5. Symbols of hydraulic directional control valves 3/2, with electromagnet activation.

		<p>Elektromagnetni razvodni ventili 3/2 sa oprugom.</p>
		<p>Elektromagnetni razvodni ventil 3/2 sa dodatnim ručnim aktivatorom sa uskočnom letvom za zadržavanje položaja.</p>

Grafički simboli hidrauličkih razvodnih ventila 4/2, sa četiri priključka i dva radna položaja, predstavljeni su u tabeli 6. Klasifikovani su prema načinu (metodu) aktiviranja i načinu regulisanja protoka (zatvarački ili proporcionalni).

Tabela 6. Simboli hidrauličkih razvodnika 4/2 – 1. deo.

Table 6. Symbols of hydraulic directional control valves 4/2 – part 1.

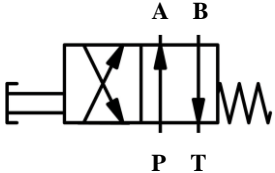
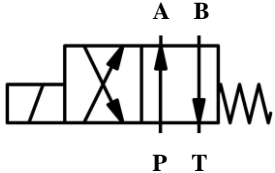
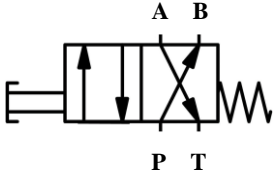
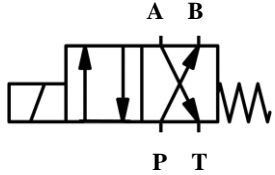
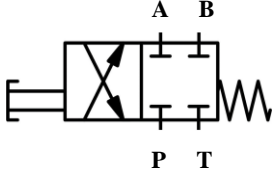
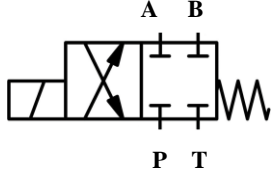
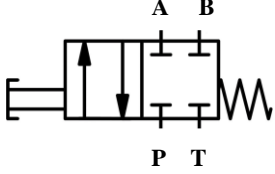
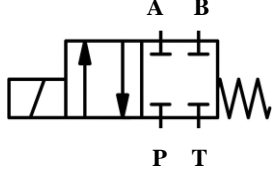
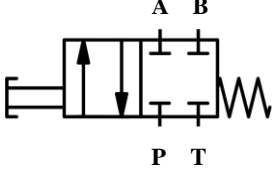
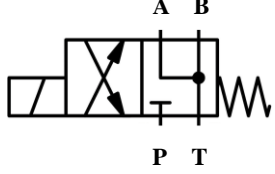
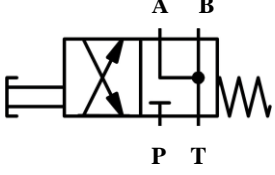
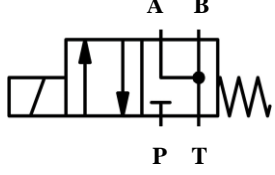
Hidraulički razvodnici 4/2 sa manuelnim aktiviranjem (dugme npr.) i oprugom za vraćanje razvodnika u normalni položaj.	Elektromagnetni hidraulički razvodni ventili 4/2 (aktivira se potisnim EM) sa oprugom za vraćanje razvodnika u normalni položaj.
	
	
	
	
	
	

Tabela 6. Simboli hidrauličkih razvodnika 4/2 – 2. deo.
 Table 6. Symbols of hydraulic directional control valves 4/2 – part 2.

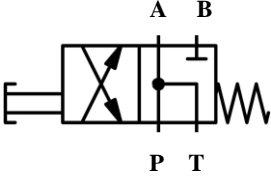
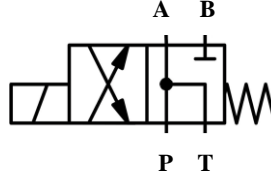
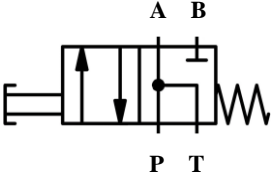
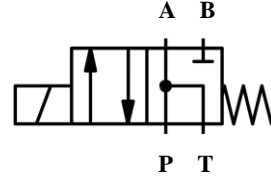
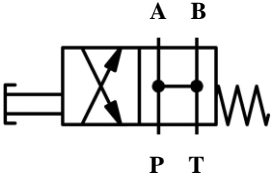
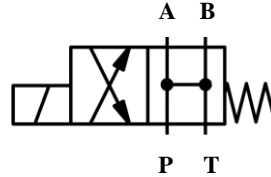
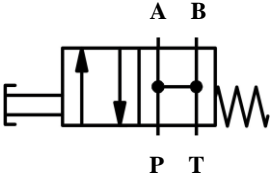
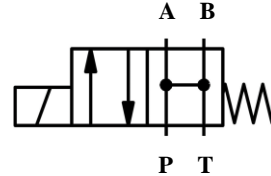
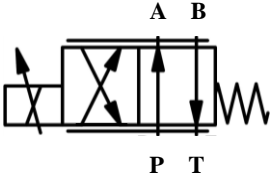
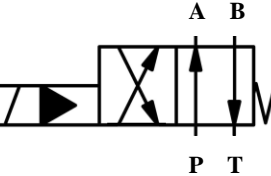
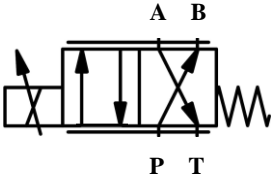
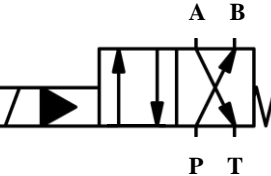
	
	
	
	
<p><i>Proporcionalni elektromagnetni hidraulički razvodnici 4/2 sa oprugom za vraćanje u normalni položaj.</i></p>	<p><i>Hidraulički razvodnici 4/2 sa dvostepenim aktiviranjem: EM u prvom i hidrauličkim u drugom stupnju. Opruga vraća razvodnik u normalni položaj.</i></p>
	
	

Tabela 6. Simboli hidrauličkih razvodnika 4/2 – 3. deo.

Table 6. Symbols of hydraulic directional control valves 4/2 – part 3.

Grafički simboli različitih konstrukcija hidrauličkih razvodnih ventila 4/3, sa četiri priključka i tri radna položaja predstavljani su u tabeli 7.

Tabela 7. Simboli hidrauličkih razvodnika 4/3 – 1. deo.

Table 7. Symbols of hydraulic directional control valves 4/3 – part 1.

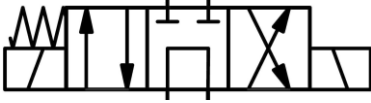
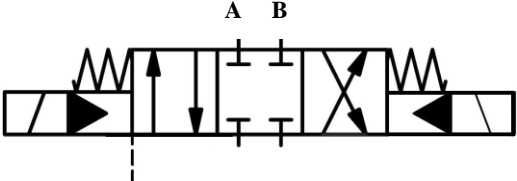
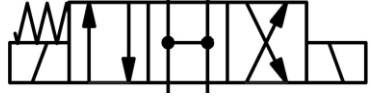
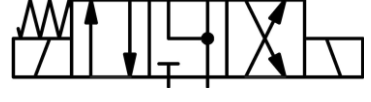
<i>Hidraulički razvodni ventili 4/3, sa dva elektromagneta i oprugom</i>	<i>Hidraulički razvodnici 4/3 sa dvostepenim aktiviranjem: dvostranim elektromagnetnim aktiviranjem u prvom i hidrauličkim u drugom stupnju.</i>
<p style="text-align: center;">A B</p>  <p style="text-align: center;">P T</p>	<p style="text-align: center;">A B</p>  <p style="text-align: center;">P T</p>
<p style="text-align: center;">A B</p>  <p style="text-align: center;">P T</p>	
<p style="text-align: center;">A B</p>  <p style="text-align: center;">P T</p>	

Tabela 7. Simboli hidrauličkih razvodnika 4/3 – 2. deo.

Table 7. Symbols of hydraulic directional control valves 4/3 – part 2.

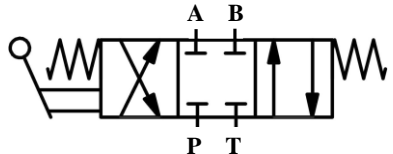
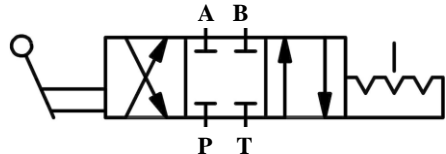
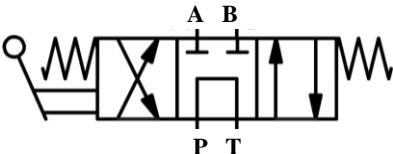
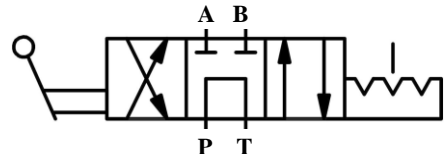
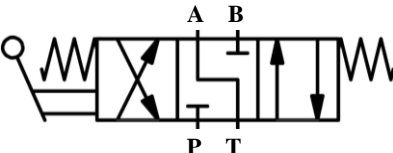
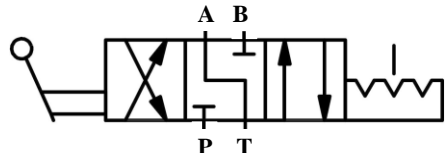
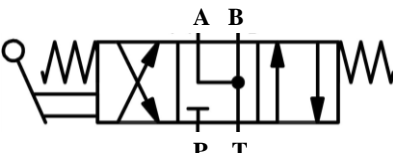
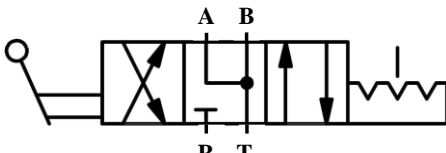
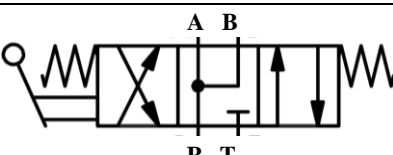
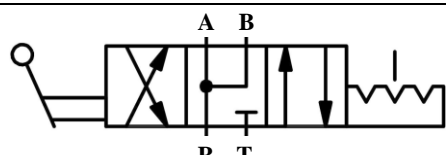
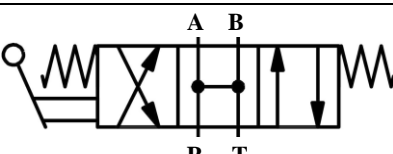
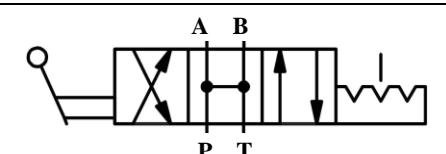
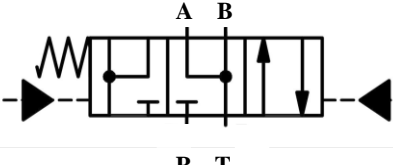
<i>Hidraulički razvodni ventili 4/3 sa ručnim aktiviranjem pomoću ručice i oprugama za vraćanje u normalni položaj (centriranje).</i>	<i>Hidraulički razvodnici 4/3 sa manuelnim aktiviranjem pomoću ručice i uskočnom letvom za zadržavanje zadatog položaja.</i>
	
	
	
	
	
	
<p>Dvostrano direktno hidraulički aktivirani hidraulički razvodni ventil 4/3.</p>	
	

Tabela 8. Simboli jednostepenih proporcionalnih hidrauličkih razvodnika 4/3.
 Table 8. Symbols of the single-stage proportional hydraulic directional control valves 4/3.

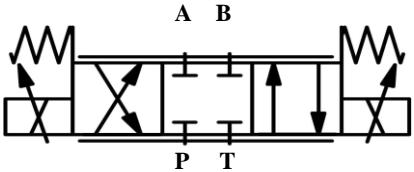
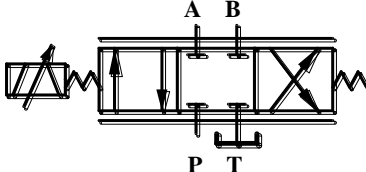
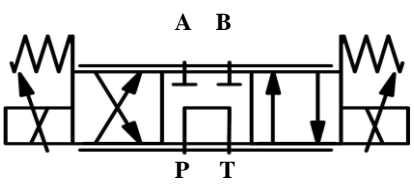
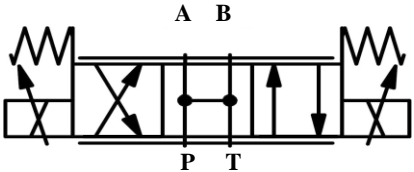
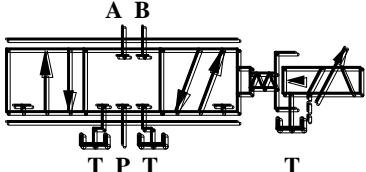
<p>Proporcionalni hidraulički razvodni ventili 4/3, dvostrano direktno aktivirani pomoću podesivih potisnih elektromagneta.</p>	<p>Jednostepeni direktno aktivirani elektro-hidraulički servo-ventil 4/3. Upravljački element, sa dva varijabilna solenoida suprotnosmernog dejstva prihvata upravljački analogni signal, prema kome podešava kontinualnu promenu toka radne tečnosti.</p>
	
	<p>Dvostepeni indirektno aktivirani elektro-hidraulički servo-ventil 5/3 sa mehaničkom povratkom. Upravljački element, sa dva varijabilna solenoida suprotnosmernog dejstva prihvata upravljački analogni signal, na osnovu koga obezbeđuje kontinualnu promenu parametara toka hidrauličke radne tečnosti.</p>
	

Tabela 9. Simboli dvostepenih proporcionalnih hidrauličkih razvodnika 4/3 sa manuelnim uključivanjem u prvom stupnju i hidrauličkim aktiviranjem u drugom.

Table 9. Symbols of the two-stage proportional hydraulic directional control valves 4/3 with manual activation in the first and hydraulic activation in the second stage.

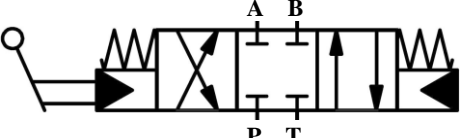
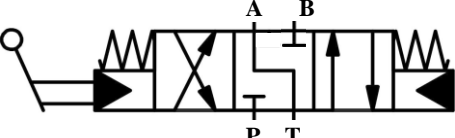
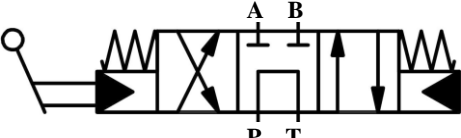
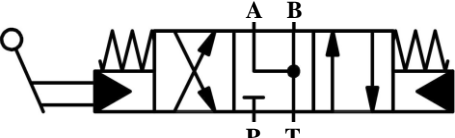
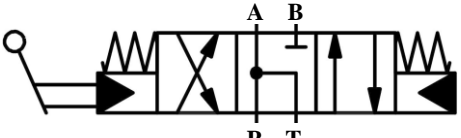
	
	
	

Tabela 8 prikazuje simbole proporcionalnih hidrauličkih razvodnih ventila 4/3 (četiri priključka i tri radna položaja) i sa elektro-magnetnim aktiviranjem (elektro-hidraulički servoventili). Položaj specijalno profilisanog upravljačkog klipa ovih ventila može se kontinualno menjati, omogućavajući kontinualnu promenu strujnih parametara hidrauličke tečnosti.

Simboli dvostepenih proporcionalnih hidrauličkih razvodnika 4/3 sa manuelnim uključivanjem u prvom stepenu i hidrauličkim aktiviranjem u drugom predstavljeni su u tabeli 9.

ZAKLJUČAK

Pojednostavljeno, hidraulika i pneumatika podrazumevaju prenos snage i upravljanja upotrebom tečnosti ili gasa za izvršavanje određenih radnih operacija i procesa, prenos signala itd. [4]. Obzirom na fokus ovog rada, hidrauličke simboličke oznake, treba imati u vidu da se tehnologije zasnovane na njoj upotrebi koriste u bezbroj svakodnevnih industrijskih okruženja, uključujući i proizvodnju elemenata, montažu i rad najrazličitijih instalacija, mašina i uređaja u okviru poljoprivredne tehnike.

Hidraulički sistemi se sastoje od komponenti koje uključuju pumpe, radne cilindre, rotacione hidraulične motore, ventile, creva, spojnice, račve, davače, indikatore, prečistače, zaptivače, rezervoare itd. Prisustvo nekih komponentata je neophodno za sigurno i pravilno funkcionisanje hidrauličkog sistema, dok su druge opcione i koriste se za precizniji rad sistema ili za povećanje životnog veka celog sistema, nekih njegovih delova ili pojedinačnih komponentata delova [5]. Zahvaljujući širokoj lepezi različitih komponentata i sistema uopšte, hidraulika omogućava potiskivanje, povlačenje, podizanje i spuštavanje, rotiranje ili držanje praktično svih vrsta tereta. Zbog toga, između ostalog, nalazi široku primenu i u poljoprivrednoj tehnici.

Da bi se pojednostavilo razumevanje funkcionisanja često veoma složenih hidrauličkih sistema, oni se predstavljaju pomoću odgovarajućih šema, a njihove komponente primenom pripadajućih grafičkih simboličkih oznaka.

U ovom radu su predstavljeni grafički simboli hidrauličkih razvodnih ventila, kraće nazvani hidraulički razvodnici, koji čine jednu veoma važnu podgrupu hidrauličkih ventila.

LITERATURA

[1] Anonimous: ISO 1219-1:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications, 3rd ed., p. 178. Reviewed and confirmed in 2017. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/60184.html> .

[2] Anonimous: ISO 1219-2:2012(en), Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 2: Circuit diagrams, 2nd ed., p. 42. Reviewed and confirmed in 2018. Technical Committee: ISO/TC 131 Fluid power systems. Link: <https://www.iso.org/standard/51200.html> .

[3] Anonimous: ISO 1219-3:2016(en) Fluid power systems and components - Graphical symbols and circuit diagrams - Part 3: Symbol modules and connected symbols in circuit diagrams, 1st ed., p. 23. Technical Committee: ISO/TC 131/SC 1 Symbols, terminology and classifications. Link: <https://www.iso.org/standard/62614.html> .

[4] Cosford, J. 2016: Ag machinery relies on the versatility of hydraulics. Mobile Hydraulic Tips - A Fluid Power World Resource. Link: <https://www.mobilehydraulictips.com/ag-machinery-relies-versatility-hydraulics/>.

[5] Gannon, C. M. 2019 (editor): July 2019 Special Edition:2019 Fluid Power Handbook, Fluid Power World. Link: <https://www.fluidpowerworld.com/july-2019-special-edition-2019-fluid-power-handbook/>.

[6] Majdič, F. 2013. Hidravlični Simboli - Povzeto po standardu ISO 1219-1 (2006-10-15). Laboratorij za pogonsko-krmilno hidravliko (LPKH). Link: <http://lab.fs.uni-lj.si/lft/img/material/SW-Hidra-simboli-vse.pdf>.

[7] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo I: Opšti simboli i oznake mernih instrumenata i indikatora. Poljoprivredna tehnika. 44(1): pp. 45-56. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2019.pdf.

[8] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo II: Pumpe i izvršni organi. Poljoprivredna tehnika. 44(2): pp. 1-12. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_02-2019.pdf.

[9] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo III: Ventili. Poljoprivredna tehnika. 44(3): pp. 1-15. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_03-2019.pdf.

[10] Trinkel, E., Fluid Power Basics, 1st eBook ed. Penton Media, Inc. Ink: <https://www.hydraulicspneumatics.com/>, 2017.

HYDRAULIC SYMBOLS – PART FOUR: DIRECTIONAL CONTROL VALVES

Petrović V. Dragan* ¹, Cerović B. Vera ²

¹University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Institute for Agricultural Engineering, Nemanjina 6, 11081 Belgrade-Zemun, P.O. Box 127, Republic of Serbia

²University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Kraljice Marije 16, 11120 Belgrade 35, Republic of Serbia

Abstract: The mechanization of a wide variety of production processes and operations in modern primary agricultural production, transport, storage and the accompanying food processing industry can hardly be accomplished without automation. In most cases, production efficiency and environmental sustainability require, among other things, accurate control of the flow of energy within the installations, work machines, devices and mechanisms used. From the point of view of the theory of automatic control and regulation, the elements of the engaged technique: machines, devices and mechanisms represent the objects of control. The controlled routing and optimal delivery of energy to desired management facilities is, as a rule, very rarely uniform, as it must have correctly aligned timing with the current variable requirements of the production or operation process, which often change quite unpredictably over the time.

* Contact author. E-mail adress: epetrodr@agrif.bg.ac.rs. This paper is a part of the Project "Improvement of biotechnological procedures as a function of rational utilization of energy, agricultural products productivity and quality increase" financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia, grant No TR-31051.

The required amount of energy can be transferred to consumers in agriculture through the application of appropriate mechanical, electrical, pneumatic or hydraulic systems, as well as with their combinations.

All existing kinds of energy transmission systems have certain advantages and disadvantages, with a common requirement for appropriate controls. In the focus of interest of this paper are the graphic symbols of the directional control valves for hydraulic transmission and control, designated as hydraulic directional control valves, or shorter, the hydraulic distributors.

Key words: hydraulics, directional control valve, symbol, scheme, agricultural engineering

Prijavljen: 15.07.2019
Submitted:
Ispravljen: 22.11.2019
Revised:
Prihvaćen: 25.11.2019
Accepted: