

UDK: 631.558.1:631.561

Pregledni rad
Review paper
doi: 10.5937/PoljTeh2102076P

SIMBOLIČKO PREDSTAVLJANJE HIDRAULIČKIH AGREGATA I SISTEMA

Petrović Vljaka Dragan^{*1}, Tadić V. Vjekoslav², Cerović B. Vera³, Rade L. Radojević¹

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Katedra za poljoprivrednu tehniku
Nemanjina 6, 11081 Beograd-Zemun, p. fah 127, Republika Srbija

²Faculty of Agriculture, J. J. Strossmayer University of Osijek, Kralja Petra Svačića 1d,
31000 Osijek, Republika Hrvatska

³Istraživačko razvojni institut LOLA, Kneza Višeslava 70A,
11030 Beograd, Republika Srbija

Sažetak: Efikasan prenos energije od proizvoljnih tipova primarnih izvora i/ili energetskih pretvarača do odgovarajućih upravljačkih jedinica i/ili potrošača može predstavljati manje ili više kompleksan proces. Analogno ostalim granama savremene tehnike, prenos energije u poljoprivrednoj mehanizaciji potrebno je veoma pažljivo sprovesti, primenjujući optimizirana tehnička rešenja u svakom pojedinačnom slučaju. To (između ostalog) podrazumeva prenos energije koji je tehnički, tehnološki, ekonomski i ekološki usklađen sa često teško predvidivim dinamičkim potrebama komponenata sistema i krajnjeg potrošača, uz prihvatljive gubitke - najmanje moguće u široj lepezi mogućih okruženja definisanih najrazličitijim mogućim uslovima.

Ovaj rad predstavlja nadgradnju serije posvećene simboličkom grafičkom predstavljanju komponenata hidrauličkih sistema prema važećim tehničkim standardima.

*Kontakt Autor. E-mail adresa: epetrodr@agrif.bg.ac.rs.

Rad je deo aktivnosti projekta "Unapređenje biotehnoških postupaka u funkciji racionalnog korišćenja energije, povećanja produktivnosti i kvaliteta poljoprivrednih proizvoda", broj TR 31051, Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije. Ugovor o realizaciji i finansiranju naučno-istraživačkog rada u 2021 između Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu i Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, evidencionni broj 451-03-9/2021-14/200116.

U tom smislu, u tekstu su prikazani i funkcionalno opisani samo neki od mnogo većeg skupa tipičnih primera hidrauličkog prenosa energije i pripadajućih upravljačkih funkcija u savremenoj poljoprivrednoj tehnici.

Ključne reči: *hidraulika, poljoprivredna tehnika, simbol, sistem, agregat, šema*

UVOD

Hidraulički sistemi [10, 11, 12,] široko se primenjuju u industrijskoj proizvodnji, kod građevinskih (buldozeri, kranovi, kopači, utovarači), rudarskih i poljoprivrednih mašina (traktori, kombajni, sejalice, kosačice, drvosekači), šinskih, putnih i vanputnih vozila, kod prenosnika snage, kočionih sistema, upravljačkih i drugih pratećih sistema, kao i sistema oslanjanja na podlogu). Imaju primenu i kod vozila posebne namene (viljuškari, mikseri za beton, kamioni za komunalni otpad, razne platforme za prevoz vozila), letelica, u brodogradnji, najrazličitijim nehumanih oružanih sistema, energetici, pa sve do mašina za obradu metala i plastike (mašine alatke, mašine za valjanje limova, izvlačenje limova, ekstrudiranje proizvoda od plastike, u čeličanama, livnicama) itd.

Svaki od ovih sistema čine razne hidrauličke komponente, namenjene za regulaciju, kontrolu, prenos energije, merenja i obavljanje raznih izvršnih funkcija. Povezuju se u najrazličitije funkcionalno povezane i usklađene celine radi izvršavanja jednog ili više predviđenih radnih zadataka. Navedene komponente se proizvode kao pojedinačni elementi, ili već grupisane komponente u manju ili veću funkcionalnu grupu (celinu).

Složenost detaljnog prikazivanja hidrauličkih sistema u formi klasičnih tehničkih crteža može predstavljati ozbiljan problem. Zato se pojedinačne hidrauličke komponente obavezno grafički prikazuju u formi simbola definisanih određenim tehničkim standardima. Time se olakšava analiza sistema, razumevanje funkcionalnih veza između njihovih komponenata, redovno održavanje i eventualne popravke kvarova u sistemu. Simboli komponenti, koje se najčešće koriste u tehničkoj praksi, prikazani su u literaturi i nekim radovima [1-5, 7, 11, 13, 14, 15].

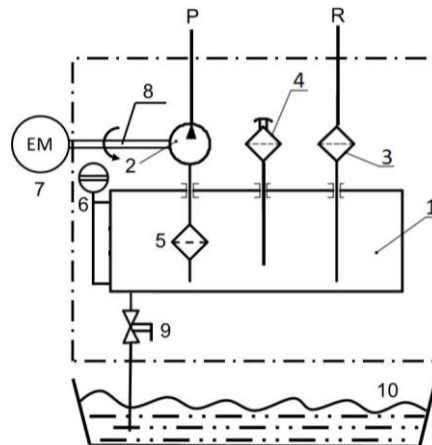
OSNOVE ULJNIH HIDRAULIČKIH AGREGATA

Prema većini priznatih definicija, hidraulički agregati se mogu predstaviti kao manje ili više jednostavni fabrički sklopovi osnovnih hidrauličkih komponenti, sastavljeni u funkcionalnu celinu sa zajedničkim zadatkom da olakšaju i ubrzaju montažu, funkcionalnu nadogradnju i održavanje celokupnog pripadajućeg hidrauličkog sistema. Mada navedeni agregati mogu biti veoma jednostavni, ne predstavljaju previše redak izuzetak ili hidraulički agregat složene konstrukcije, kako po ugrađenim hidrauličkim komponentama, tako i po složenosti operativnih zadataka koje obavljaju.

Agregat prikazan simbolički (slika 1), modifikovan je prema literaturi [6]. Uključuje u svoj sastav niz različitih hidrauličkih komponenata: rezervoar (1), po pravilu manjeg kapaciteta, glavne pumpe (2), filtera povratnog voda (3), grubog prečištača i otvora za dolivanje ulja sa oznakom i zatvaračem (4), finog usisnog filtera pumpe (5), i indikatora nivoa ulja u rezervoaru (6).

Glavna potisna pumpa (2) je krutom mehaničkom vezom (8) povezana sa pogonskim elektromotorom (EM) ili motorom sa unutrašnjim sagorevanjem (SUS), i potiskuje radnu tečnost prema ostatku pripadajućeg hidrauličkog sistema i jednom ili više potrošača (potisni cevovod P). Povratni cevovod hidrauličkog ulja prema rezervoaru obeležen je sa oznakom R (*engl. return flow*).

Pražnjenje i ispiranje glavnog hidrauličkog rezervoara se ostvaruje pomoću hidrauličkog ventila (9) sa sedištem, koji iskorišćeno ulje prosleđuje (ispušta) u mobilno korito (10) odakle se šalje na obnavljanje (prečišćavanje), odnosno reciklažu.



Slika 1. Hidraulička šema jednostavnog agregata, adaptirana prema literaturi [6]:

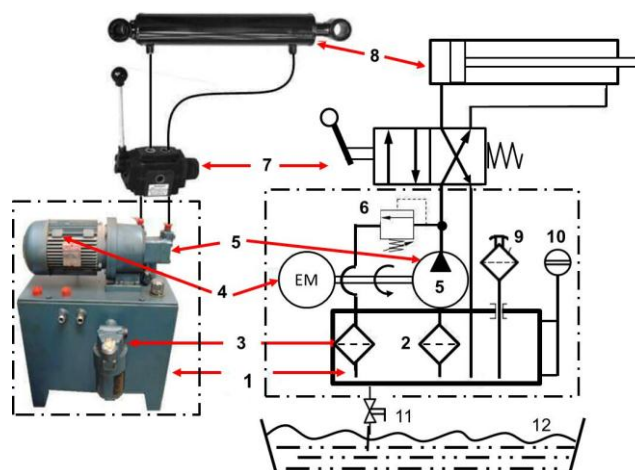
1-rezervoar, 2-pumpa, 3- filter povratnog toka R, 4-otvor za dolivanje ulja u rezervoar sa zatvaračem i grubim filterom, 5-uljni fini filter usisnog voda glavne pumpe, 6-indikator nivoa ulja u rezervoaru, 7-pogonski elektromotor pumpe, 8- mehanička veza pumpe i elektro-motora, P-potisni vod pumpe prema ostatku sistema i potrošačima i R-povratni cevovod ulja iz sistema u rezervoar.

Figure 1. Symbolic hydraulic schema of a simple aggregate, adapted from the reference [6]:
1-reservoir, 2-pump, 3-filter of the return oil flow – pipe R, 4-top-up filling opening of the reservoir with raw oil filter and cover, 5- fine oil filter of the pump suction line, 6-oil level indicator, 7-power engine of the hydraulic pump, 8-mechanical connection between the hydraulic pump and elektromotor, P–high-pressure pipe line from the pump toward the rest of hydraulic system and consumers, and R-pipeline returning the low pressure oil from the system to reservoir.

Na slici 2 uporedno su prikazani fotografija i pripadajuća hidraulička simbolička šema agregata relativno slične namene. Agregat (slika 2), slične je konstrukcije, koja odogvara simboličkoj šemi, a ugrađen je u hidraulički sistem za upravljanje kretanjem klipa i klipnjače hidrauličkog radnog cilindra dvostranog dejstva (8). Ovaj hidraulički agregat u svom sastavu, uokviren je standardizovanom pravougaonom iscertanom linijom tipa crta-tačka-crta, sadrži: rezervoar (1) radne tečnosti (hidrauličkog atestiranog ulja), usisni fini uljni predfilter pumpe (2), glavnu pumpu zapreminskog tipa (5), uljni filter povratnog toka (3), kao i pogonski elektromotor (4), ventil za ograničenje pritiska (6), filter sa poklopcem za dopunu rezervoara (9).

Hidraulički razvodnik sa četiri priključka, dva radna položaja i upravljanjem sa ručicom i oprugom za vraćanje u normalni položaj upravlja radom cilindra (7).

Po dostizanju krajnjeg (levog ili desnog) položaja klipa radnog cilindra, pritisak u sistemu raste dok ne dostigne granični pritisak pri kome se otvara ventil za regulaciju pritiska i višak tečnosti sprovodi od pumpe direktno nazad u rezervoar. Time se klip održava u željenom položaju, a sistem istovremeno štiti od preopterećenja.



Slika 2. Agregat u sistemu za upravljanje hidrauličkim radnim cilindrom dvostranog dejstva – modifikovano prema [7]: 1-rezervoar, 2-uljni prefilter pumpe, 3-povratni filter, 4-elektromotor, 5-hidraulička pumpa, 6-prelivni ventil, 7-hidraulički razvodnik sa dva radna položaja i ručnim upravljanjem, 8-radni cilindar sa klipom dvostranog dejstva, 9-filter sa poklopcem za sipanje i dolivanje ulja, 10-indikator nivoa ulja u rezervoaru, 11-ventil sa sedištem za ispiranje rezervoara i 12-korito za upotrebijenu hidrauličku tečnost za recikliranje

Figure 2. Aggregate in a control system of hydraulic cylinder- modified [7]:

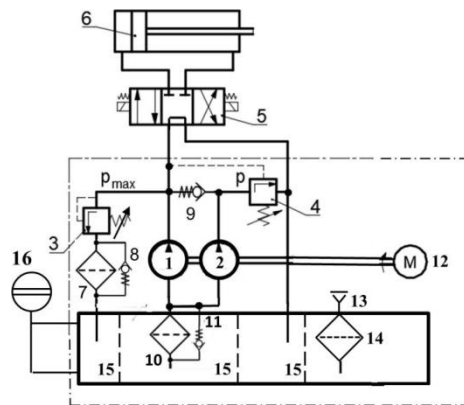
1-reservoir, 2-oil filter, 3-return flow filter, 4-elektromotor, 5-hudraulic pump, 6-relief valve, 7-directional control valve, 8-hydraulic cylinderwith piston, 9 oil filter with inlet top cover, 10-indicator of oil level in the reservoir, 11-poppet valve and 12- waste oil recirculation tank.

Agregati ove vrste spadaju u grupu jednostavnih hidrauličkih sklopova, a uglavnom se primenjuju za podršku i nalaze se u sastavu hidrauličkih sistema koji sadrže manje količine hidrauličkog ulja i ne zahtevaju posebno i precizno održavanje temperature i čistoća ulja. Najčešće se primenjuju za pogon pomoćnih dizalica ili za hidrauliku kočionog sistema automobila i drugih manjih drumskih vozila [6]. Radi lakše uočljivosti, kao što je i slučaj predstavljen na slikama 1 i 2, agregati se (po uobičajenom pravilu) na hidrauličkim šemama po pravilu uokviruju pravougaonima iscrtanim linijama tipa crta-tačka-crta.

Ilustracije radi, (slika 2) uporedno su prikazani fotografija i kompletna hidraulička simbolička šema primene agregata relativno slične namene kao na slici 1. Agregat (slika 2) je složenije konstrukcije, i ugrađen je u sistem za upravljanje kretanjem klipa i klipnjače hidrauličkog radnog cilindra dvostranog dejstva (8).

Agregat sadrži rezervoar (1) radne tečnosti (hidrauličkog ulja), fini usisni uljni filter ispred pumpe (2), uljni filter povratnog toka (3), pumpu stalnog protoka (5), sa pogonskim elektromotorom (4), ventil za ograničenje pritiska (6), filter sa poklopcem za sipanje i dolivanje ulja (9) i indikator nivoa ulja u rezervoaru (10).

Hidraulički razvodnik (7) sa četiri priključka, dva radna položaja i ručnim upravljanjem sa ručicom i fleksibilnom oprugom za vraćanje u normalni položaj (6) upravlja, radom cilindra (8). Po dostizanju krajnjeg (levog ili desnog) položaja klipa radnog radnog cilindra, pritisak u sistemu raste dok ne dostigne granični pritisak pri kome se otvara ventil za regulaciju pritiska i višak tečnosti sprovodi od pumpe direktno nazad u rezervoar. Tako se klip održava u željenom položaju a sistem istovremeno štiti od preopterećenja.



Slika 3. Simbolička šema hidrauličkog agregata i sistema za promenu brzine kretanja klipa radnog hidrauličkog cilindra dvostranog dejstva [6,8]: pumpa 1-visokog i 2-niskog pritiska, 3-preliveni ventil, 4-redosledni ventil, 5-tropozicioni diferencioni razvodnik, 6-radni cilindar dvostranog dejstva sa elektromagnetnim dvostranim upravljanjem, 7- fini filter ulja povratnog voda, 8-9-11 nepovratni ventili, 10-zajednički usisni prefilter ulja pumpi-1, visokog i niskog-2 pritiska, 12-pogonski EM ili SUS motor hidrauličkog sistema, 13-otvor sa poklopcem za sipanje i dolivanje radnog hidrauličkog ulja, sa 14-pratećim grubim filterom, 15-sabilizaciona mrežica - pregrada, 16-pokazivač nivoa ulja u glavnom rezervoaru.

Figure 3. Symbolic scheme of the hydraulic aggregate and the system for speed variation of double action piston of the working hydraulic cylinder [6,8]: 1-high and 2-low pressure pump, 3-way relief valve, 4-sequential order valve, 5-three position directional valve, 6-double side acting cylinder with solenoid two-way control, 7-fine oil filter in the return line oil flow line, 8-9-11 non-return valves, 10-joint suction pre-filter of the 1-high and low-2 pressure pump, 12-power drive EM or SUS engine of the hydraulic system, 13-hole with cover for filling and topping up the working hydraulic oil, with 14-accompanying coarse filter, 15-sabilizing reservoir nets, 16-oil level indicator in the main tank.

Za prilagođavanje brzine kretanja klipa hidrauličkog radnog cilindra dvostranog dejstva može se upotrebiti agregat (slika 3.) Pored toga, literatura [6], [8], koji sadrže dve (ili više) paralelno vezanih hidrauličnih pumpi pokretanih zajedničkim ili nizom pogonskih elektro-motora nalaze primenu u operativnoj upotrebi. Namena agregata ovoga tipa je promena brzine klipa hidrauličkog radnog cilindra (6), kao izvršnog organa.

To se ostvaruje pravovremenoim hidrauličkim isključivanjem i/ili uključivanjem pojedinih pumpi agregata i pripadajućih sistema. Navedeni zadatak ostvaruju hidraulički razvodni i redosledni ventili, što za neposrednu posledicu ima promenu ukupnog protoka hidrauličke radne tečnosti u cilindar. Navedeni tehnički zadatak, usmeren na ostvarivanje promenljive brzine kretanja klipa hidrauličnog cilindra, može se rešiti i na drugi način.

To podrazumeva ugradnju skuplje pumpe promenljivog kapaciteta, čemu se pribegava uglavnom samo kod naprednijih i/ili kompleksnijih hidrauličkih sistema.

U agregat (slika 3) su u tu svrhu ugrađene dve pumpe stalnog protoka, čime je omogućeno ostvarivanje tri različita protoka prema potrebama radnog cilindra kao krajnjeg potrošača. Glavna pumpa (1) ostvaruje visoki pritisak ulja, a druga pumpa (2) pritisak manjih vrednosti, čime je omogućeno podešavanje brzine kretanja klipa u skladu sa spoljašnjim mehaničkim opterećenjem klipnjače: veća brzina odgovara manjem spoljašnjem mehaničkom opterećenju, a manja brzina većem opterećenju.

Kada je klip hidro-cilindra pod većim opterećenjem, samo glavna pumpa visokog pritiska (1) šalje ulje ka cilindru, dok druga pumpa (2) vraća ulje u rezervoar. Uključivanje pumpe visokog pritiska (1) obavlja razvodni ventil sa elektromagnetnim upravljanjem (5) u krajnjem desnom položaju, a isključivanje pumpe (2) obavlja redosledni ventil (4). Kada cilindar počinje da se puni uljem obe pumpe potiskuju ulje ka cilindru, sve dok pritisak ne dostigne određenu vrednost (p) pri kome se redosledni ventil (4) otvara da usmeri strujanje iz pumpe (2) prema rezervoaru. Od tog trenutka, pumpa (1) samostalno nastavlja da potiskuje ulje dok klip ne dođe do krajnjeg položaja. Ceo sistem, uključujući i agregat, od prekoračenja pritiska štiti sigurnosni prelivni ventil (3) koji se otvara ako pritisak u sistemu prekorači maksimalnu dozvoljenu vrednost, i propušta radno ulje kroz filter povratnog voda nazad u rezervoar.

Uključenjem elektro sklopke elektromagnetnog ventila dolazi do pomeranja razvodnika u levo, u centralnu poziciju, koja odgovara mirovanju klipa. Tada su obe pumpe rasterećene, jer je napojni vod kratko spojen na rezervoar. Ponovnim aktiviranjem upravljačkog elektromagneta razvodnog ventila, taj ventil se dovodi u krajnju levi položaj i time obezbeđuje povratni hod klipa. Pri povratnom kretanju klipa, pritisak radnog ulja opada, tako da redosledni ventil šalje ulje prema cilindru.

Savremena poljoprivredna, građevinska i rudarska mehanizacija i tehnika je danas nezamisliva bez široke primene elektronski kontrolisanih hidrauličkih sistema spregnutih sa mehaničkim elementima prenosa snage i upravljanja [2, 9, 10, 11, 12-16].

ZAKLJUČAK

Primenom hidrauličnih sistema, globalno se podiže stabilnost i pouzdanost u radu konstrukcionih rešenja poljoprivrednih, građevinskih i rudarskih mašina.

Razvoj novih standardizovanih komponenti od pumpi, preko razvodnika, ventila, do radnih cilindara i ostalih hidrauličkih komponenti, praktično omogućava primenu hidraulike i kod konstrukcija gde nije do sada očekivano, kao na primer prema literaturi [9-16] gde se redovno nalaze hidrostatička transmisija, prenosnici snage, kočioni sistemi, itd.

Ovaj rad predstavlja nastavak serije radova o "Hidrauličkim simbolima" u više delova [1-5], pod različitim nazivima.

LITERATURA

- [1] 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

- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Petrović, V. D., Cerović, B., V. 2019. Hidraulički simboli - deo IV: Razvodni ventili. Poljoprivredna tehnika. 44(4): pp. 1-16.
Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_04-2019.pdf.
- [5] Petrović, V. D., Cerović, B. V. 2020. Hidraulički simboli - deo V: Pribor. Poljoprivredna tehnika. 45(1): pp. 1-9. Link: http://www.jageng.agrif.bg.ac.rs/files/casopis/PT_01-2020.pdf
- [6] Savić, V. 1989. Uljna hidraulika – II deo. Prvo izdanje, pp. 81, 132. Dom štampe, Zenica.
Link: <http://www.hidraulikaknjige.com/ikosizd.html>
- [7] Anonymous (2021): Hydraulic Calculations (ebook), pp. 10, Ningbo Target Hydraulics Co. Ltd., Ningbo, Zhejiang, China. Link: <https://www.target-hydraulics.com/wp-content/uploads/2016/07/Hydraulic-Calculations-.pdf>
- [8] Korbar, R.2007. Pneumatika i hidraulika, pp.122. Veleučilište u Karlovcu.
- [9] Ercegović Đuro, Vukić Đukan, Raičević Dragiša, Zorica Krejić, Miloš Pajić. 2005. Pogodnosti primene samohodnih nosača oruđa u mehanizaciji poljoprivrede, Poljoprivredna tehnika. 30 (3): pp. 1-10.
- [10] Ercegović Đuro, Vukić Đukan, Raičević Dragiša, Oljača Mičo. 2006. Hidraulički sistemi prenosa snage u poljoprivrednoj tehnici. Poljoprivredna tehnika. 31(1): pp. 101-112.
- [11] Oljača V.M., Raičević D., Gligorević K., 2016. Mehanizacija u melioracijama zemljišta, Univerzitetski udžbenik. Drugo dopunjeno izdanje. Univerzitet u Beogradu, ISBN 978-86-7834-242-4. pp. 1-488.
- [12] Oljača, M., Gligorević, K., Pajić, M. 2013. *Mehanizacija u melioracijama zemljišta-stanje i buduće potrebe*. Časopis Traktori i pogonske mašine, N°18 (1) pp.66-78.
- [13] Vera B. Cerović, Dragan V. Petrović, 2018. Hidrostatički sistemi prenosa snage poljoprivrednih mašina: zapreminske pumpe. Poljoprivredna tehnika. 43(1): pp. 12-21.
- [14] Milan Veljić, Dragan Marković, Dragan Branković, 2005. Razvoj univerzalnih samohodnih šasija. Poljoprivredna tehnika. 30(1): pp. 1-5.
- [15] Dragan Marković, Milan Veljić, Dragan Branković, 2006. Razvoj nove generacije univerzalnih samohodnih šasija. Poljoprivredna tehnika. 31(1): pp. 83-89.
- [16] Branka Grozdanic, Đuro Borak, Velimir Petrović, Zlata Bracanović. 2012. Optimizacija hidrauličnog podizača traktora IMR-a. Poljoprivredna tehnika. 36(4): pp. 89-94.

SYMBOLIC REPRESENTATION OF HYDRAULIC AGGREGATES AND SYSTEMS

Petrović Vljaka Dragan¹, Vjekoslav V.Tadić², Vera B.Cerović³, Rade L. Radojević¹

¹*University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6,
11081 Belgrade-Zemun, p. fah 127, Republic of Serbia*

²*Faculty of Agrobiotechnical Sciences, Osijek, Republic of Croatia*

³*Investigational, research and development institute LOLA,
Kneza Višeslava 70A, 11030 Belgrade, Republic of Serbia*

Summary: Efficient transmission of energy from arbitrary types of primary sources and/or energy converters toward appropriate control units and/or consumers can be a more or less complex process.

In analogue to other existing branches of modern technology, energy transfer in agricultural machinery needs to be carried out very carefully, applying optimized technical solutions in each specified case. This fact, (among many other problems) implies energy transmission that is technically, technologically, economically and environmentally aligned with the often difficult to predict dynamic needs of system components and the end user, with acceptable losses - at least in a wide range of possible environments defined by various possible conditions. This paper is the first upgrade of the series dedicated to the symbolic graphic representation of hydraulic system components according to valid technical standards. In this sense, the text presents and functionally describes only some of the much larger set of typical examples of hydraulic energy transmission and associated control functions in modern agricultural technology.

Key words: *hydraulics, agricultural engineering, symbol, system, aggregate, schema*

Prijavljen: 08.04.2021.
Submitted:
Ispravljen: 25.05.2021.
Revised:
Prihvaćen: 30.05.2021.
Accepted: