

SOFTVERSKO UPRAVLJANJE ROTACIONIM RADNIM ORGANIMA MAŠINA ZA OBRADU ZEMLJIŠTA

SOFTWARE SOLUTION FOR STEERING OF ROTATION WORKTOOLS ON THE MACHINE FOR SOIL PREPARATION

Marković D*, Veljić M*, Simonović V*, Stekić I.*

Mašinski fakultet Univerzitet u Beogradu, Kraljice Marije 16

REZIME

CANbus

Ključne reči: rotiraju i radni elementi, programabilni logi ki kontroler, leder dijagram.

ABSTRACT

Rotation working tools of all systems for soil preparation are powered by mechanic and this is very undesirably for control of machines. If is mounted electro- or hydroengine as executive board which move rotation working tools than there is possibility for control by suited steering system. This system consist a sensor and progamabil logic controler which has possibility to conect to CANbus or to steering automatically with machine. In this paper are shown idea for implementation steering of speed rotating of rotation working tools and specific softwear for realize those steering. Softwear consist a program based on ladder diagram.

Key words: rotation working tools, progamabil logic controler, ladder diagram.

UVOD

Napredak u poljoprivrednoj proizvodnji uveliko zavisi od usavr-avanja postoje ih i razvoja novih i odgovaraju ih tehni kih re-enja. Sve ve i akcenat se daje na za-titu flivotne sredine, na proizvodnju kvalitetne, zdrave hrane, ne zapostavljaju i smanjenje tro-kova proizvodnje, odnosno, pove anje dobiti i pobolj-anje ergonomskih uslova rada oveka sa ma-inama.

Cilj obrade zemlji-ta je stvaranje optimalnog fizi kog stanja za klijanje, nicanje, rast i razvi e slede eg useva. To se postifle primenom razli itih oru a za obradu koji su prilago eni razli itim klimatskim, zemlji-nim uslovima i zahtevima gajenih vrsta.

* Markovi Dragan, redovni professor, Ma-inski fakultet u Beogradu, Velji Milan, redovni professor, Ma-inski fakultet u Beogradu, Simonovi Vojislav, diplomirani ma-inski infenjer, Steki Ivana, diplomirani ma-inski infenjer

Rotacione mašine za obradu zemljišta su u varijantama rotacionih sitnilica (sa horizontalnom osom obrtanja) ili rotacionih drljača (sa vertikalnom osom obratanja). Radni organi prvih se karakterišu refleksi ili udarnim dejstvom u refleksima suprotnosmerne obrade zemljišta. Karakteristično za obe varijante rotacionih mašina je i to da su prilagođene radnim refleksima priključnih vratila traktora u svim standardnim varijantama. Adaptibilnije varijante su opremljene višestepenom transmisijom što omogućava različite kinematske rešime rada. Dominiraju varijante kombinovanja rotacionih mašina sa zupnim astim valjcima.

U konzervacijsku obradu uključena je i direktna setva. Na setvenim aparatima sejalica setvene ploče ostvaruju rotaciono kretanje, te stoga postoji mogućnost automatizacije i na ovom mestu.

MATERIJAL I METOD RADA

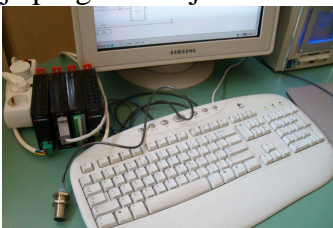
Da bi se upravljalo brzinom obrtanja rotacionih radnih organa potrebno je najpre izmeriti brzinu traktora odnosno priključne mašine za obradu zemljišta. U ovom kontekstu brzina traktora i mašine je prenosna, a brzina rotacije radnih organa je relativna i zavisi upravo od prenosne. Iz toga proizilazi da je neophodno izmeriti prenosnu brzinu, te ovaj signal kao ulazni uvesti u upravljački organ (programabilni logički kontroler) koji generiše izlazni signal za upravljanje brzinom obrtanja radnih organa preko izvršnog organa upravljanja.

Merna mesta za merenje prenosne brzine mogu biti različita u zavisnosti od tipa mašine i od tipa korišćenog senzora. Za nožne mašine, brzinu je neophodno meriti na samom traktoru kao pogonskoj mašini. Za vučene i polunožne mašine kakve se najčešće i primenjuju u praksi, brzinu je najpogodnije meriti pri samom točku mašine. U tom slučaju moguće je koristiti inkrementalni enkoder ili induktivni davač blizine.

Pomoću inkrementalnog enkodera moguće je meriti brzinu i ugao zaokretanja radnih organa i to sa rezolucijom i do 1/1500 po obrtu. Međutim, primena inkrementalnog enkodera na mašinama za obradu zemljišta je do sada uglavnom bila samo teorijska, jer su ove mašine izložene velikim vibracijama koje nepovoljno utiču na preciznost samih enkodera. Sem toga, uslovi rada na oranicama podrazumevaju izloženost senzora prašini i padavinama, pa i ovo dovodi u pitanje pouzdanost enkodera u ulozi merača brzine traktora odnosno priključne mašine u radu na parceli.

Induktivni davači su po prirodi senzori mnogo robusnije konstrukcije, te kao takvi mnogo prilagodljiviji agrokompleksu odnosno potrebama i uslovima koji vladaju pri obradi zemljišta. Ovi senzori funkcionišu po principu indukovanja metalnih predmeta te je neophodno dodatno opremiti samu mašinu. Najbolji način je postavljanje vijaka po obodu točka mašine na podjednako radijusu od osovine. Broj vijaka diktira i rezoluciju merenja. Međutim, kako je praktično nemoguće postaviti rezoluciju kao pri korišćenju enkodera, to je dovoljno postaviti i jedan vijak na obodu točka, a sam sensor uvrstiti aksijalno u odnosu na njega tako da se pri prolasku vijka pored senzora indukuje po jedan impuls. U tom slučaju, svaki impuls odgovara jednom obrtu, a rezolucija se popravljiva softverski. Odziv sistema u smislu upravljanja je uvek bolji kada postoji više repera po obodu i kada je svaki obrt manifestovan sa više impulsa. Ipak, pošto je brzina pri obradi zemljišta reda veličine 3-10km/h, onda se postifne sasvim zadovoljavaju i kvalitet upravljanja i samo jednim reperom po obodu.

Signal o brzini mašine vodi se u programabilni logički kontroler (PLC) koji se sastoji od četiri modula. Vafno je napomenuti da se PLC korišćen za programiranje hardverski razlikuje od onoga koji se realno može koristiti u praksi, ali da je programiranje izvršeno prema realnim uslovima (slika 1).



Sl. 1. Uređaji korišćeni pri programiranju
Fig. 1 Units for programming

Prvi modul predstavlja napojnu jedinicu koja služi za konvertovanje mrežnog napona u jednosmerni stabilisani napon koji je neophodan za siguran rad PLC i eksterni napon koji služi za napajanje drugih potrošača. Sam modul je realizovan kao prekidačko napajanje sa galvanskom izolacijom. Na prednjoj strani modula nalaze se LED diode kao indikacija ispravnosti ulaznih napona, konektor za konekciju na mrežni napon i konektor za eksterni napon. Sa zadnje strane modula nalazi se EBUS konektor preko koga se napajaju ostali moduli jednosmernim stabilisanim naponom od 8-24VDC. Ovaj napojni modul odlikuje i zaštita od kratkog spoja, strujna zaštita, temperaturna zaštita i soft start.

Centralni procesorski modul izvršava upravljački program, upravlja IO modulima i komunicira sa nadređenim sistemom. S prednje strane modula nalazi se konektor za serijsku komunikaciju sa random stanicom ili drugim CPU modulom, kružni preklopnik za određivanje adrese PLC-a u mreži kao i LED indikacije ispravnosti rada modula i konektor za povezivanje eksternog napajanja. Kao radna stanica za programiranje i testiranje koristi se PC računara a programiranje se vrši u LD jeziku u skladu sa IEC 1131-3.

Digitalni ulazno/izlazni modul ima 8 digitalnih ulaza 24VDC sa zajedničkim krajem i 8 tranzistorskih izlaza. Prva dva digitalna ulaza mogu se koristiti kao brojački. Poslednji modul je pridodat u svrhu napajanja prethodnog.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Prva vrsta ladderskog dijagrama (lestva) sadrži prekidač za pozivanje inicijalnih vrednosti u programu korišćenih parametara. Inicijalna to jest početna vrednost parametara koji označavaju trenutno vreme i prethodno vreme je nula ($TrVrem=0$, $PrVrem=0$), broj repera predstavlja broj vijaka po obodu to ka pomoć u kojih se pobuđuje induktivni davač blizine ($BrRepera=60$ za 60 vijaka po obimu to ka), parametar *Prečnik* odgovara onom obimu na unutrašnjosti to ka mašine po kojem su raspoređeni vijci.

Tabela 1. Korišćeni simboli, adrese u PLC konfiguraciji i njihovo značenje

Table 1. All symbols, addresses on the PLC and their connotation

prekidac	IX0	
PrVrem	MW0	
TrVrem	MW1	
Imp10ms	MX10	10ms
izlaz	QX1	
SysFS	SX1	
DozvSej	MX0	
MSR	MW10	
Prečnik	MW11	
BrRepera	MW12	

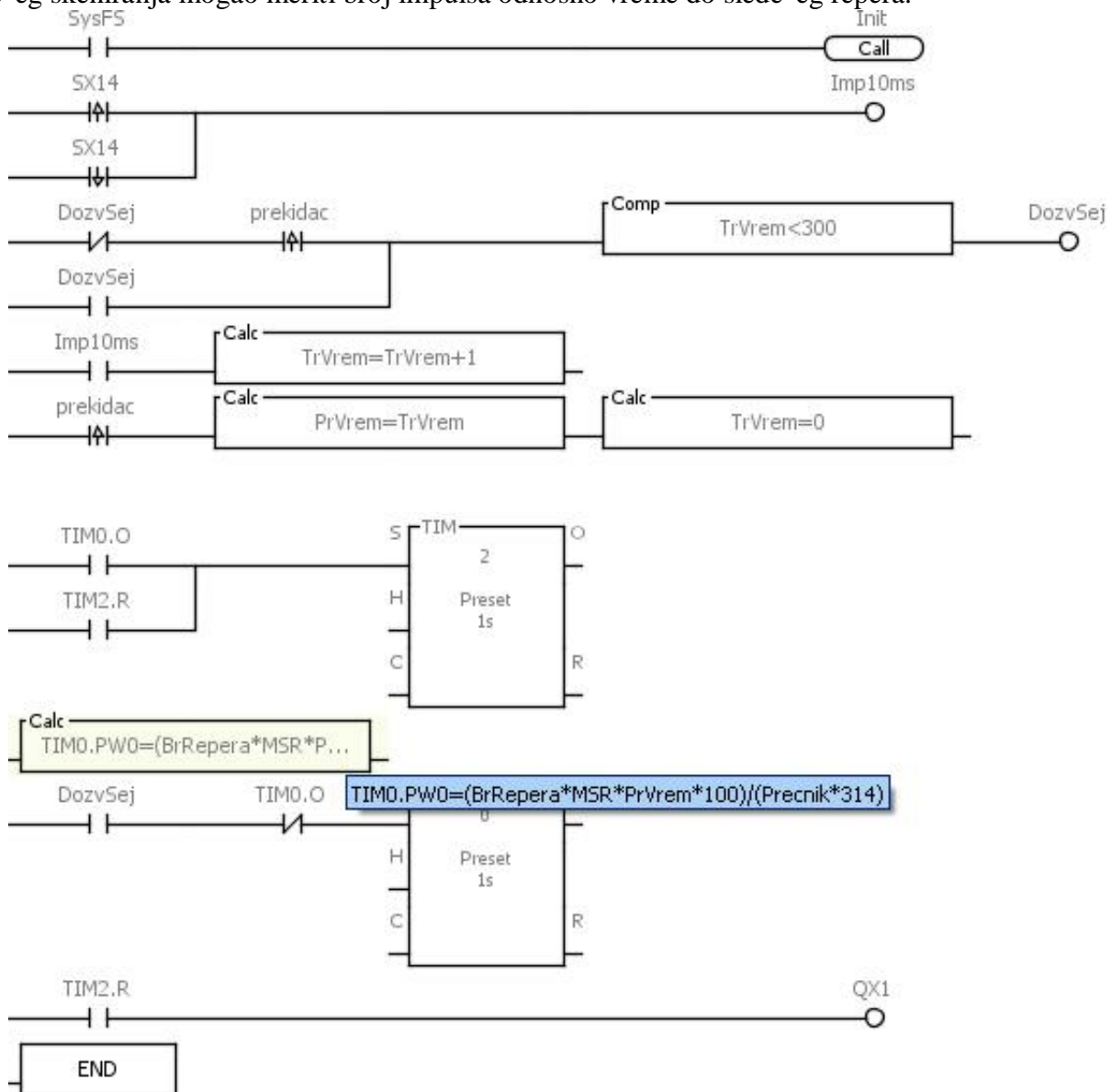
SX14 predstavlja sistemski monostabilni prekidač sa periodom od 10ms. Pošto su u ovoj lestvi dijagrama prekidači i vezani paralelno, a izvedeni su kao kontakti za detekciju ulaze odnosno silazne ivice, to je fleg *Imp10ms* aktivan upravo na svakih 10ms.

U trećoj lestvi dijagrama je uveden fleg za dozvolu rada mašine. Mašina može da radi pod dva uslova. Ako u prethodnom skeniranju fleg *DozvSej* nije pobuđen to ujedno zna i da mašina još nije poela da radi, onda se sa radom započinje kada prvi reper(vijak) prošle mimo senzora. Nakon toga, u svakom sledećem skeniranju postojanje dozvola za rad mašine (*DozvSej* je setovan), ali pod ograničavajućim uslovom da je $TrVrem < 300$, to zna i da je vreme između prolaska dva vijka mimo senzora manje od $300 * 10ms = 3s$. Ovo vreme je sasvim zadovoljavajuće, čak i ako je broj repera po obodu smanjen na jedan, jer su brzine mašine takve da je nemoguće da u tom periodu to čak ne napravi

bar jedan pun obrt. A ako ipak ne napravi, to zna i da je mašina stala, pa samim tim nema potrebe za rotiranjem radnih organa. Na taj način se sprema rad mašine u mestu.

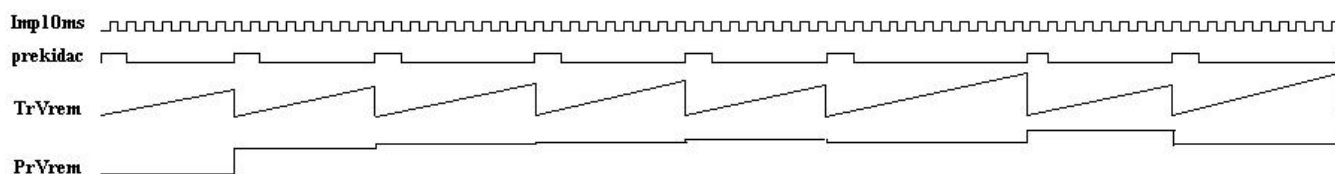
U četvrtom redu lader dijagrama dolazi do podizanja parametra *TrVrem* za po jedan pri svakom aktiviranju flega *Imp10ms*.

U ključnom petom redu lader dijagrama postavlja se uslov da kada se setuje ulazni prekidač to jest aktivira senzor pri prolasku vijka, dodje do izjednačavanja *PrVrem* i *TrVrem*. *PrVrem* se koristi u daljem proračunu sve dok se ne postavi na neku novu vrednost, na primer do sledećeg prolaska vijka kraj senzora ukoliko se brzina u međuvremenu promenila, pa je izmerena neka druga vrednost odnosno broj impulsa od po 10ms. Takođe, vrednost *TrVrem* se postavlja opet na nulu upravo da bi se već od sledećeg skeniranja mogao meriti broj impulsa odnosno vreme do sledećeg repera.



Sl. 2 Leder dijagram programa za upravljanje rotacionim radnim organima mašina za obradu zemljišta
Fig. 2 Ladder diagram for steering with rotation worktools for soil preparation

Dosadašnjim delom programa izmerena je brzina obrtanja točaka mašine, a sledstveno i same mašine, koja je reprezentovana brojem impulsa izmeren u dva susedna prohoda vijka kraj senzora (u slučaju samo jednog vijka), odnosno brojem impulsa izmeren u prolasku dva susedna vijka kraj senzora (u slučaju dva i više vijaka). Broj impulsa je obrnuto proporcionalan broju vijaka. Impulsni dijagram za korišćenje prekidača i parametre prikazan je na slici 3.



Sl. 3. Impulsni dijagram
Fig. 3. Impuls diagram

Drugi deo zadatka koji treba realizovati kroz program je definisanje vremena posle kojeg je potrebno zarotirati roracioni radni organ. Ovo vreme svakako proporcionalno zavisi od izmerene brzine mašine odnosno od kinematskog pokazatelja reffima rada [2]. Ta brzina je manifestovana brojem impulsa od po 10ms pa je ovaj broj potrebno pomnožiti sa sto u cilju dobijanja vremena u sekundama. Tako je neophodno ovo vreme pomnožiti i sa brojem repera u cilju dobijanja vremena obrtanja po jednom obrtu. Ako želimo ostvariti određeno i tačno definisano rastojanje između grebena, na primer, pri obradi zemljišta, ili mešetveno rastojanje pri setvi u konzervacijskoj obradi, onda je vreme između dva pokretanja rotora jednako:

$$t = \frac{n \cdot d \cdot t_{\text{pret}}}{R \pi}$$

:

n ó (BrRepera),

d ó korak (MSR),

t_{pret} ó

R ó

(Prečnik).

(PrVrem),

Ova relacija unesena je u program u sedmoj lestvici, s tim što je prečnik smanjen za dve dimenzije, a broj π zaokružen na dve decimale i povećan za dve dimenzije radi lakše softverske izvedbe. Dobijena vrednost je promenljiva – nesastobitna binarna rešenja koja je dodeljena tajmeru sa oznakom nula.

Ovaj tajmer se nalazi na osmoj lestvici i odbrojava samo kada postoji dozvola rada (DozvSej je setovano). Takođe, nije aktivan kada tajmer odbroji postavljenu vrednost, a sve dok se opet ta vrednost ne obnovi.

Kada je tajmer *TIM0* odbrojao postavljeno vreme, u sledećem skeniranju koje program vrši tajmer *TIM2* koji je identički setovan takođe prekida odbrojanje i setuje svoj izlaz R na jedinicu, time se aktivira i izlaz *QX1* u pretposlednjem redu ledernog dijagrama. Ovaj izlaz sadrži upravo signal koji je potrebno voditi na izvršni organ upravljačkog sistema.

ZAKLJUČAK

Prilikom testiranja softvera u monitoring reffimu uočena je promena parametara koja ukazuje na pravilno funkcionisanje upravljačkog organa. Dalji razvoj celog upravljačkog sistema treba vršiti u smeru povezivanja sa adekvatnim izvršnim organima koji mogu da odreaguju na upravljački signal i istovremeno fizički ostvare to isto upravljanje. Takođe, moguće je na PLC nadovezati upravljačku konzolu sa displejom ili sistem povezati na traktorski sistem upravljanja preko CANbus sistema. Ovako projektovan softver podržava sistem upravljanja sa kašnjenjem, pri čemu je to kašnjenje konstantno tokom procesa upravljanja tako da se ne odražava na njegov kvalitet, jer su vremenski intervali u kojima se inicira kretanje rotirajućih elemenata zaista ekvidistantni.

LITERATURA

[1] Mileusni Z, Čević M, Petrović D, Miodragović R, Optimizacija traktorsko-mašinskih sistema za obradu zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 34, No.3-4, Novi Sad, 2008.

- [2] Markovi , D.: Optimizacija tehnologija i poljoprivrednih mašina za obradu zemljišta sa aktivnim radnim organima, Doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1991.
- [3] Radomirovi D, Ponji an O, Bajkin A, Geometrijski pokazatelji rada rotacione sitnilice sa suprotnosmernim obrtanjem radnih organa, Savremena poljoprivredna tehnika, Vol. 32, No.1-2, Novi Sad, 2006.
- [4] Debeljkovi D, Sistemi automatskog upravljanja sa kašnjenjem, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.
- [5] Beisecker R, Einfluß langjährig unterschiedlicher Bodenbearbeitungssysteme auf das Bodengefüge, die Wasserinfiltration und die Stoffveragerung eines Sandbundes: dizertácia, Gießen, 1994,
- [6] Benjamin J. G, Tillage effects on near-surface soil hydraulic properties, In. Soil & Research, ro . 26, 1993
- [7] Imre Molnar, Veselin Lazi , Igor Kurja ki, Milan evi , Neboj-a Momirovi , Dragan Markovi , Milan Martinov, Nikola Trbi , Terminologija i klasifikacija konzervacijske obrade zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, 4/999, vol. 25
- [8] Katalog EUROICC