

# Ispitivanje intenziteta i oblika sile kojom WHEG pritiska podlogu

Dragiša Popović, Miloš Petković, Goran S. Đorđević

Laboratorija za robotiku

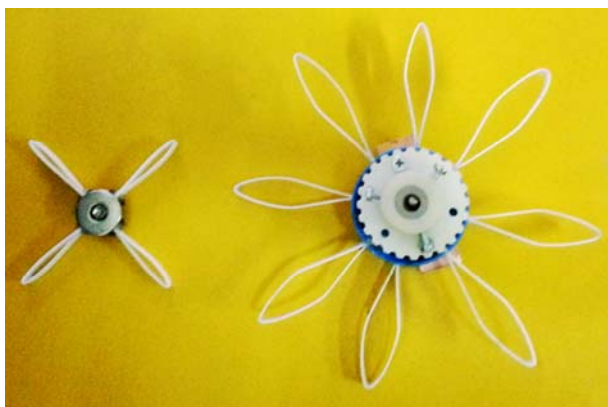
Elektronski fakultet

Niš, Srbija

[dragisa.popovic@elfak.rs](mailto:dragisa.popovic@elfak.rs), [milos.petkovic@elfak.ni.ac.rs](mailto:milos.petkovic@elfak.ni.ac.rs), [goran.s.djordjevic@elfak.ni.ac.rs](mailto:goran.s.djordjevic@elfak.ni.ac.rs)

*Sadržaj*—U ovom radu je opisana praktična realizacija uređaja za merenje intenziteta i oblika sile kojom WHEG pritiska podlogu. Preciznim merenjem intenziteta i smera sile reakcije između WHEG-a i podloge, dobijaju se podaci neophodni za testiranje i unapređivanje mobilnih platformi koje koriste WHEG kao osnovni pogonski mehanizam.

*Ključne riječi*- WHEG; merenje sile



Slika 1. WHEG sa četiri i osam nogu

## I. UVOD

Činjenica je da su točkovi efikasni za kretanje po ravnoj površini, dok su noge pogodnije za prelaženje preko prepreka. Upravo ta dva koncepta su objedinjena WHEG-om. WHEG (wheel-leg) (Sl.1) je u osnovi točak sa nogama. Ima najmanje tri noge, a sa povećanjem broja nogu se povećava brzina

kretanja i smanjuju vibracije pri kretanju. Negativna strana je smanjenje maksimalne visine prepreke na koju WHEG može da se popne. Sila kojom WHEG deluje na podlogu prilikom kretanja zavisi u između ostalog i od elastičnosti WHEG-a i vrste podloge. Ponašanje WHEG-a na različitim podlogama se testira tako što se na deo postolja iznad kog se nalazi motor ubaci komad odgovarajućeg materijala ili posuda u kojoj se nalazi uzorak podloge koja se testira.

Uređaj, opisan u ovom radu, meri vertikalnu komponentu sile kojom WHEG pritiska podlogu i snima je u workspace Matlab-a, zajedno sa podacima o brzini i smeru okretanja WHEG-a. Tako dobijeni podaci i grafici služe kao pomoć pri projektovanju WHEG-a sa najboljim karakteristikama za kretanje po konkretnoj podlozi.

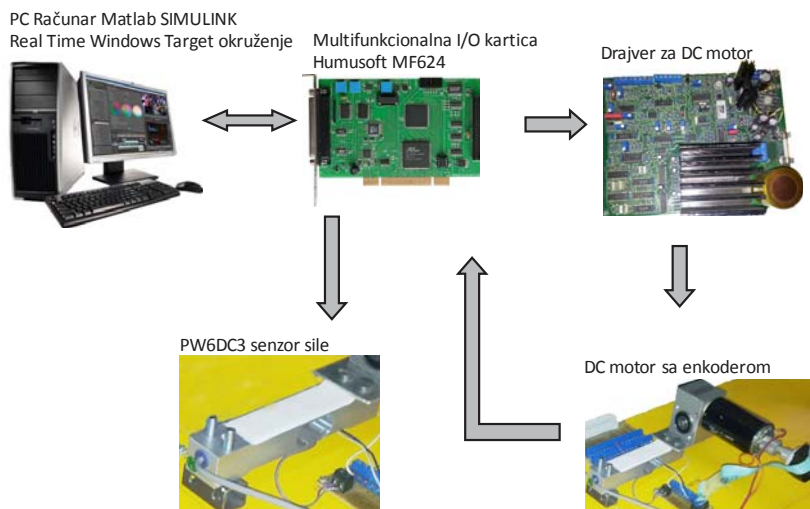
## II. STRUKTURA SISTEMA

### A. Osnovni delovi sistema

Hardverski deo sistema sastoji se od senzora, nosača motora, drajvera za motor, kartice za merenje i upravljanje motorom, kao i postolja na koje su pomenuti delovi fiksirani. Softver za merenje sile i upravljanje brzinom motora realizovan je u Matlab-u. Hardver je fleksibilan. Moguće je zameniti većinu delova radi boljeg prilagođavanja potrebama ispitivanja određenog WHEG-a ili motora.

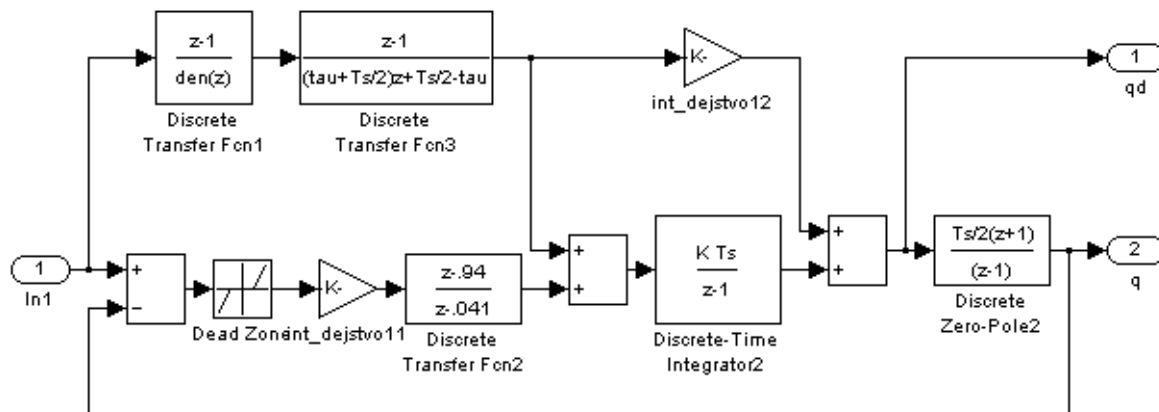
### B. Blok šema sistema

Blok šema sistema je prikazana na slici 2.



Slika 2. Blok šema sistema

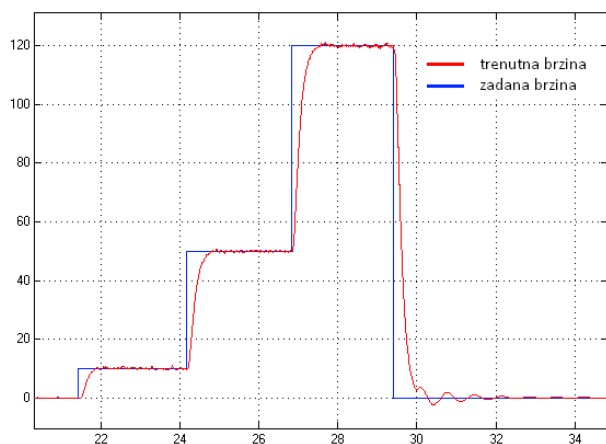




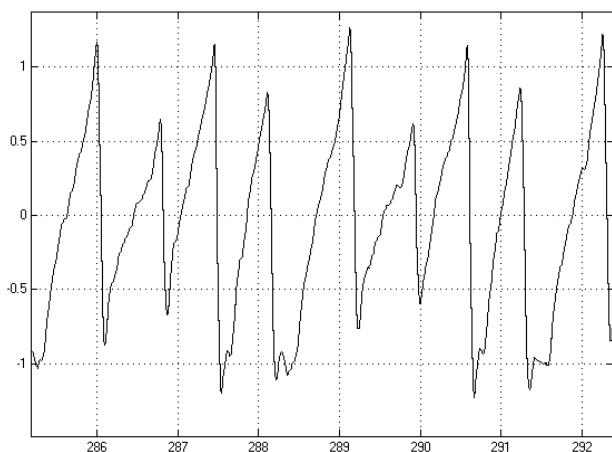
Slika 5. Estimator brzine

korišćenjem PID regulatora. Trenutna vrednost brzine motora očitava se sa enkodera, korišćenjem podsistema estimator brzine [2], čija je unutrašnja struktura prikazana na slici 6. Estimator je tako isprojektovan da meri dosta tačnu brzinu i pri velikom i pri malom broju obrtaja, što omogućava precizno testiranje WHEG-a u različitim uslovima. Podsistem za kontrolu brzine, čija je unutrašnja struktura prikazana na slici 4, osim PID regulatora sadrži i blok za zaštitu motora od naglog ubrzavanja, kao i izlaze za prikaz trenutne i zadane brzine (Sl.6).

Signal, koji se sempluje sa senzora se konvertuje u odgovarajuću vrednost sile u njutnima.. Tako dobijena vrednost prikazuje se na grafiku. Uzgred se i snima u Workspace Matlab-a, odakle može da se pročita ponovo ili trajno snimi.



Slika 6. Prikaz trenutne i zadane brzine



Slika 7. Grafik vertikalne komponente sile kojom WHEG delje na podlogu

## V. NAČIN RADA

Sistem je urađen kao integralna celina koja je lako prenosiva. Postupak merenja je sledeći:

Prvo se poveže HUMUSOFT MF624 kartica sa pločama na kojima se nalaze priključci za ulaze i izlaze kartice.

Zatim se zašrafi odgovarajući motor na postolje, koje je već montirano na senzor sile.

Nakon toga, povezuje se enkoder na karticu.

Potom se namešta WHEG na osovinu motora preko spojnice.

Na kraju se povezuje napajanje motora na drajver motora.

Kada je hardverski deo namešten, radi se inicijalna kalibracija. U osnovnom prozoru softvera u Simulink-u podešava se offset tako da senzor pokazuje nula njutna, kada su WHEG i motor zakačeni na senzor, ali pritom WHEG ne dodiruje podlogu.

Nakon kalibracije podešavaju se parametri PID regulatora brzine, u podsistemu za kontrolu brzine (Sl.4).

Sada je sve spremno za pokretanje softvera iz Simulink-a.

U simulinku promeniti položaj prekidača radi puštanja motora u rad.

Upisivanjem broja obrtaja u minutu u polje zadana brzina (Sl. 3) podešava se brzina i smer okretanja motora.

Dok program radi, na graficima se prikazuju podaci o brzini motora i sili pritiskanja podloge, kao što je predstavljeno na slici 7. Vreme semplovanja AD konvertora za merenje sile je podešeno na jednu milisekundu. U trenutku zaustavljanja programa, svi podaci sa grafika se snimaju u Workspace i može da im se pristupi iz glavnog prozora Matlab-a.

## VI. ZAKLJUČAK

Sistem je primenljiv za ispitivanje motora i WHEG-ova ukupne mase do 5kg. Senzor ima rezoluciju od jednog grama. Mehanika, softver i hardver su razvijeni tako da se svaka od komponenti vrlo lako može integrisati u druge sisteme. Sistem je visoko konfigurabilan pa je moguće testiranje različitih tipova WHEG-ova na jednostavan i automatizovan način.

## ABSTRACT

*Abstract*—This paper presents an example of practical realization of device for measuring shape and intensity of force produced by WHEG. With precise intensity and shape measuring of reaction force between WHEG and the ground, we can obtain data which can be used for testing and improving mobile platforms, which are using WHEG as their own operating module

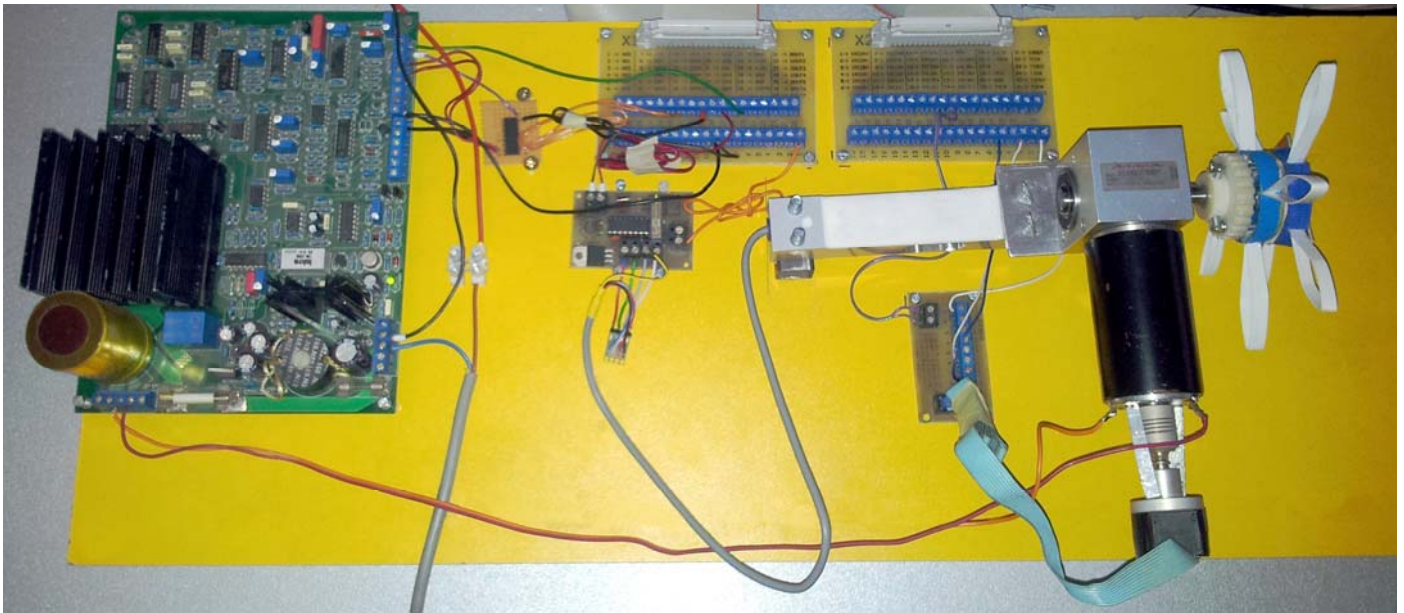
### Examination of intensity and shape of force interaction between WHEG and ground

Dragisa Popovic, Milos Petkovic, Goran S. Djordjevic

## VII. ZAHVALNICA

### LITERATURA

- [1] Miroslav Božić, Darko Todorović, Miloš Petković, Volker Zerbe, Goran S. Đorđević, Advanced DC Motor Drive for Haptic Devices, Proceedings of Small Systems Simulation Symposium 2012, Niš, Serbia, 12th-14th February 2012
- [2] Slobodan Lubura, Rješenje dinamičkih zadataka kod složenih sistema sa interfejsom čovjek-mašina primjenom modela motornog učenja, Doktorska disertacija, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu, 2009.



Slika 8. Izgled uređaja