

Datum: 15.04.209. god.

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma za priznanje tehničkog rešenja

Na osnovu dostavljenog materijala, u skladu sa odredbama *Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja, i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača*, koji je doneo Nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj Republike Srbije ("Službeni glasnik RS", br. 38/2008) **recenzenti: Dr Milan Bajović- VTI Beograd i Doc.dr Tomislav Šekara-** Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu su ocenili da su ispunjeni uslovi za priznanje svojstva tehničkog rešenja sledećem rezultatu naučnoistraživačkog rada:

NAZIV: Upravljački PWM elektronski modul CONTROL_PWM-1/05 troosnih servo pogona borbene bespilotne letelice ALAS, (Projekat sa ev. brojem govora 1364/2006 od 10.11.2006 od strane EdePro d.o.o, Beograd i ev. brojem govora Nv1-01 od 14.11.2006 od strane DSU Oziris, Kosmajnska 32, Sopot)

Autori: Željko Despotović- *Institut M.Pupin, Beograd*, Miloš Živanović - *EdePro, Beograd*

Kategorija tehničkog rešenja: M(82) - industrijski prototip

OBRAZLOŽENJE

Recenzentska komisija je utvrdila da je predloženo rešenje urađeno za *Biro za digitalne sisteme automatskog upravljanja DSU Oziris, Kosmajnska 32, Sopot*. (<http://www.dsuozeris.coolpage.biz>)

Subjekt koji rešenje koristi: *Preduzeće za proizvodnju, trgovinu i eksperimentalni razvoj EdePro d.o.o, Kralja Milutina 33, Beograd, Preduzeće za digitalne sisteme automatskog upravljanja DSU Oziris, Kosmajnska 32, Sopot*

Predloženo rešenje je urađeno: 2006/2007 godine.

Subjekt koji je rešenje prihvatio i primenjuje: *Preduzeće za proizvodnju, trgovinu i eksperimentalni razvoj EdePro d.o.o, Kralja Milutina 33, Beograd (U sklopu digitalnog sistema upravljanja borbene bespilotne letelice ALAS)*

Rezultati su verifikovani na sledeći način, tj. od strane sledećih tela:

Istraživačko-razvojni timovi Preduzeća za proizvodnju, trgovinu i eksperimentalni razvoj EdePro d.o.o, Kralja Milutina 33, Beograd i Preduzeća za digitalne sisteme automatskog upravljanja DSU Oziris, Kosmajnska 32, Sopot (potvrda o verifikaciji data u PRILOGU).

Predloženo rešenje se koristi na sledeći način: *Integralni je deo mernog hardvera hardvera bespilotne letelice ALAS i upravljačkog sistema troosne/dvoosne platforme*

Link/potvrda tehničkog rešenja:

http://dsuozeris.coolpage.biz/index.php?option=com_content&view=article&id=79&Itemid=65&lang=sr

<http://www.youtube.com/watch?v=1oyWC58npY4>

<http://www.youtube.com/watch?v=3G6lJM8ZRIY>

Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi je *automatsko upravljanje, vojna elektronika, merna tehnika.*

Problem koji se tehničkim rešenjem rešava:

Obzirom da postoje problemi u upravljanju digitalno kontrolisanih RC servo aktuatora vezani za transportno kašnjenje, potrebno je razviti višekanalni upravljački modul koji bi na svojim

izlazima davao PWM signale u funkciji analognih ulaza. Generisani PWM signali se koriste kao komandni ulazi u standardne RC servo aktuatora za pogon dvoosne/troosne platforme za testiranje bespilotne letelice, kao i za realizaciju aktuatorskih pogona na samoj bespilotnoj letelici. Uređaj treba da bude univerzalan i da omogućiti pobudu svih do sada raspoloživih RC aktuatora.

Stanje rešenosti problema u svetu:

U svetu se koriste uglavnom digitalno upravljani Radio Control (RC) servo aktuatori za različite namene (robotika, avio modelarstvo, razni mehanizmi za pozicioniranje i sl). Jedna od poznatih firmi u ovoj oblasti je FUTABA sa standardnim serijama S3001, S3003 i S3004 za napone 4.8 VDC, 6 VDC, 9 VDC, 12 VDC, 14 VDC, 16 VDC. Kompletan proizvodni program ove firme je dostupan na adresi sajta <http://www.futaba-rc.com/servos/>. Postoje i jako pregledne baze podataka kao na primer na linku: <http://www.servodatabase.com/> iz kojih se može videti trenutna dostupnost ovakvih tipova servo pogona. Uglavnom korišćeni digitalno upravljani RC servoaktuatori, su pokazali niz slabosti od kojih je glavna mana spor odziv koji nastaje kao posledica transportnog kašnjenja. Iz tog razloga im se smanjuje propusni opseg, odnosno povećava vreme odziva na upravljačke veličine, tako da se ovakvi sistemi ne mogu upotrebiti u okviru pogona i upravljačkih jedinica bespilotnih letelica. Naime za pogone koji zahtevaju veće pogonske momente uglavnom se koristi kombinacija MAXON DC servo motore i pozicione kontrolere EPOS za formiranje pogonskog servo kola. Za podešavanje i kontrolu rada takvog servo kola se koristi PC računar. Komunikacija između PC i EPOS-a je serijska.

Suština tehničkog rešenja:

Za objekte koji ne zahtevaju pogonske momente veće od 19daNcm veoma su popularni RC servo pokretače tako da PWM upravljačke kartice se analognim ulazima dobijaju na značaju. Ovakva rešenja je pogodno koristiti za objekte sa više servo pokretača i kontinualno ili učestalo izdavanje upravljačkih zahteva za servo pokretače. U ovom delu će biti opisan jedan realizovan 8-kanalni upravljački PWM modul.

Modul Control PWM-1/05 je elektronski sklop izrađen u PC104 formatu modul koga čine:

- precizni generator učestanosti
- osam naponski kontrolisanih PWM kanala za pobudu digitalnih pozicionih servoaktuatora FUTABA S5050
- stabilni izvor referentnog napona +5V

Ovaj modul obezbeđuje prihvatanje osam nezavisnih analognih ulaza u opsegu 0...2,8V. Na osnovu pripadajućih analognih signala se ostvaruje podešavanje PWM signala na svakom od osam nezavisnih kanala. Izlazni PWM signali služe za kontrolu servodrajvera digitalnih pozicionih servoaktuatora. Talasni oblik izlaznog PWM signala, odnosi između analognog ulaza i širine impulsa su dati na Sl.1. Opseg izlazne širine impulsa $\delta=1\text{ms}...2\text{ms}$ je diktiran performansama integrisanog drajvera digitalnog pozicionog servoaktuatora.



Sl.1. Izgled PWM izlaza

Precizni generator učestanosti

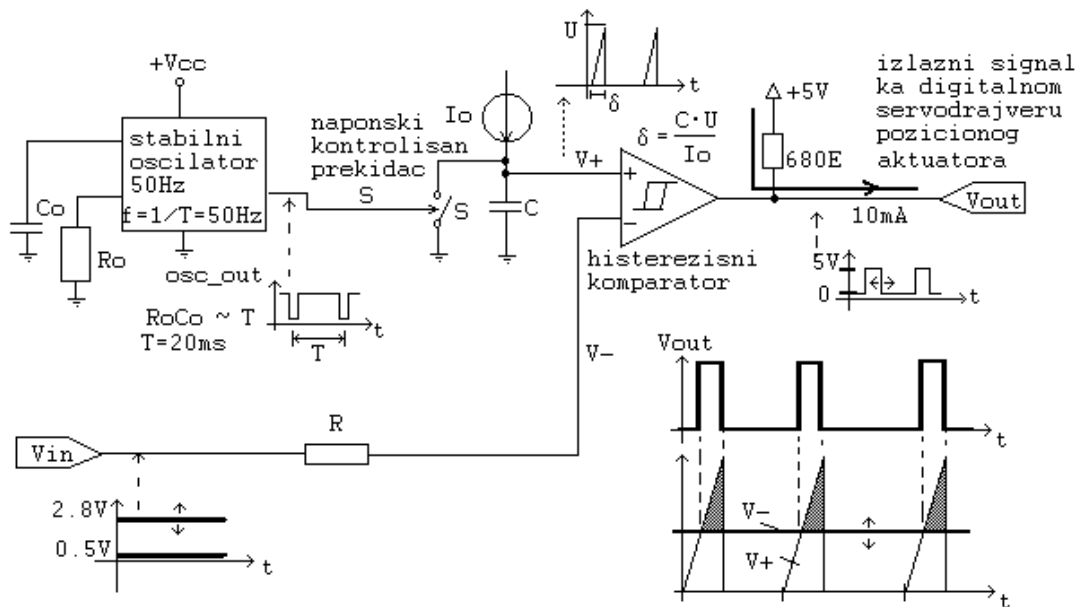
Generator osnovnog takta od 50Hz je realizovan sa CMOS integrisanim tajmerom NE555. Na električnoj šemi modula je označen sa U1. Tajmer se napaja sa +12V. Odnos otpornika R17,R18 i R19,R20 određuje vrednost koeficijenta ispune (duty cycle), odnosno odnos signal-pauza, koji je na ovaj način podešen na 98%. Kondenzator C5 i otpornici R19+R20 i R17+R18 određuju učestanost izlaznog signala. Izlaz tajmera (pin3) se istovremeno vodi na svih osam kontrolnih ulaza

Naponski kontrolisani (širinsko-impulsni modulator) PWM

Principijska šema je data na Sl.2. Izlazni signal is oscilatora se vodi na svaki od osam naponski kontrolisanih prekidača S (u električnoj šemi su realizovani sa tranzistorima). Kada je prekidač isključen ($V_{osc_out} = 0V$), kondenzator C se puni iz strujnog izvora I_o , tako da napon na kondenzatoru linearno raste do trenutka kada izlaz oscilatora menja stanje (tj. kada $V_{osc_out} = 12V$). Napon na kondenzatoru u tom trenutku postaje jednak U. U tom trenutku kondenzator se vrlo brzo prazni. Takvo stanje ostaje do ponovnog isključenja prekidača S. Vreme trajanja rampe je određeno relacijom:

$$\delta = \frac{C \cdot U}{I_o}$$

Signal iz generatora rampe se vodi na V+ ulaz komparatora i poredi se sa analognim signalom koji se dovodi na V- ulaz komparatora. Analogni signal je u opsegu 0-2,8V. Promena ovog analognog signala dovodi do promene širine impulsa na izlazu komparatora, tako da se dobija željeni signal koji napaja drajver digitalnog pozicionog servoaktuatora prema dijagramu na Sl.1.

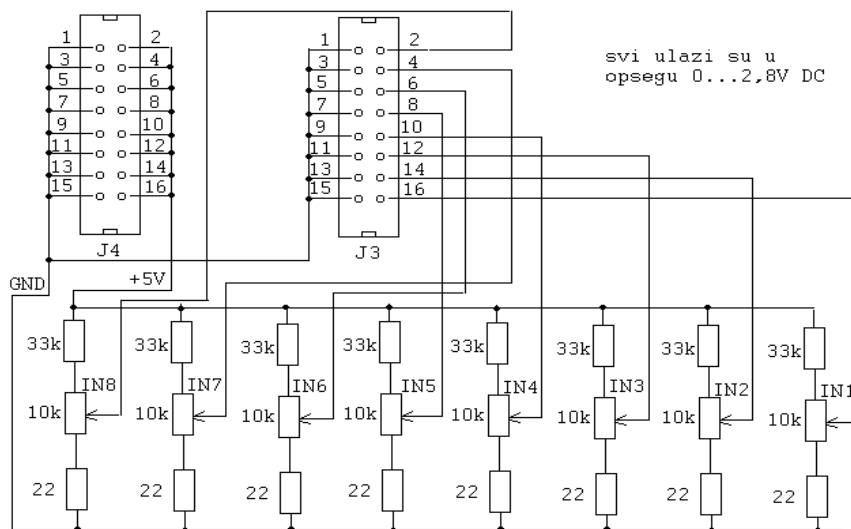


Sl.2. Principijska šema naponski kontrolisanog PWM

Stabilni izvor referentnog napona

Stabilni izvor referentnog napona +5V služi za napajanje internih PWM komparatora i eksternih potencijometara kojim je takođe moguće zadavati izlazni PWM signal. Izvor referentnog napona je realizovan sa integrisanim kolom LM7805 koje je na elektronskoj šemi modula označeno sa U4.

Iz ovog izvora se ostvaruje napajanje eksternih potencijometara preko IDC konektora J4 prema šemi povezivanja koja je data na Sl.3

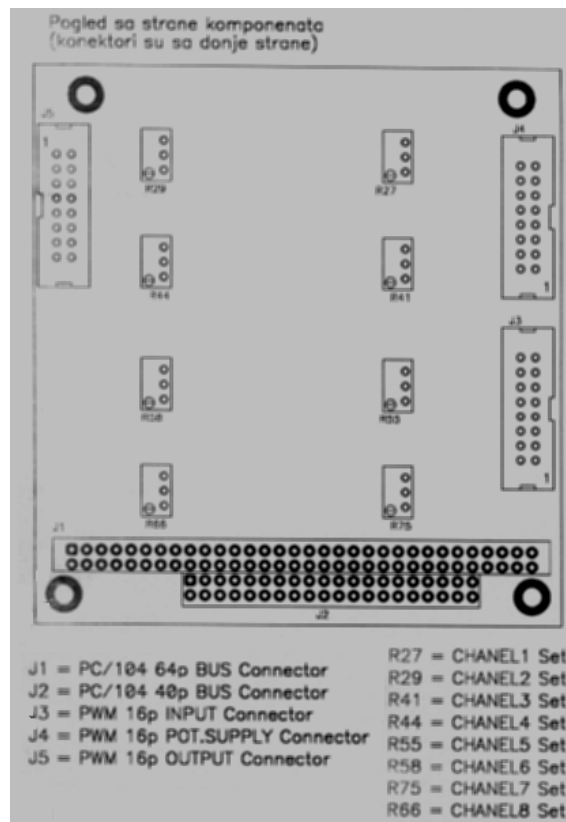
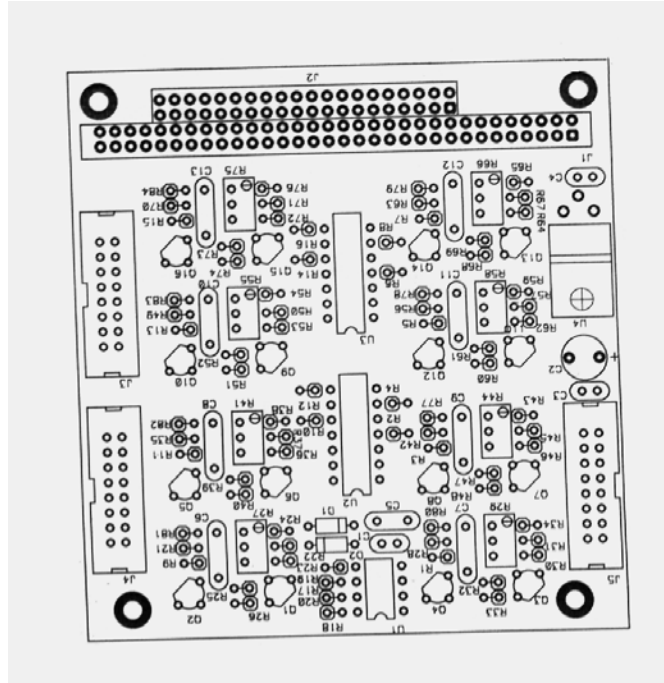


Sl.3. Povezivanje eksternih potencijometara

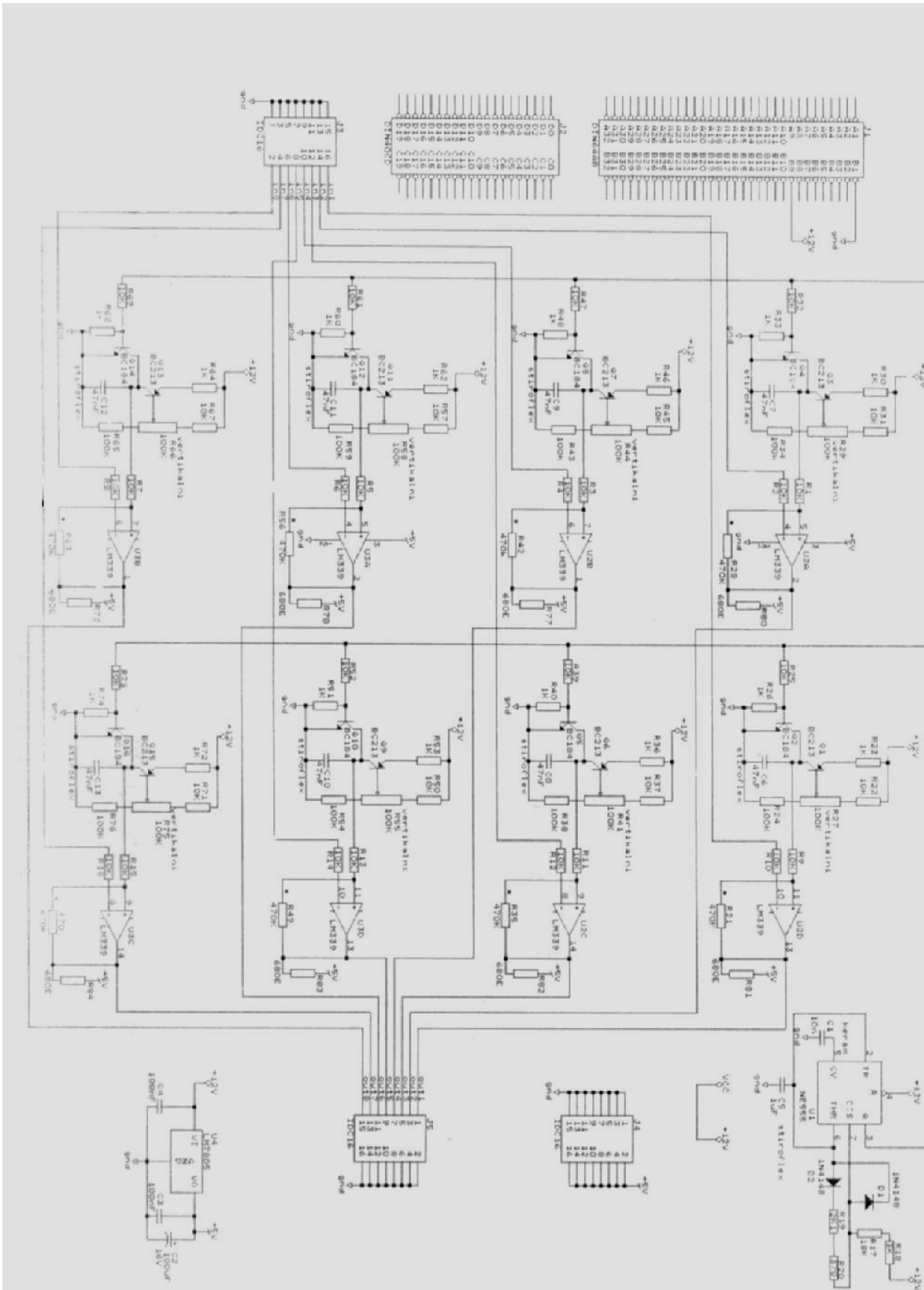
Karakteristike predloženog tehničkog rešenja su sledeće:

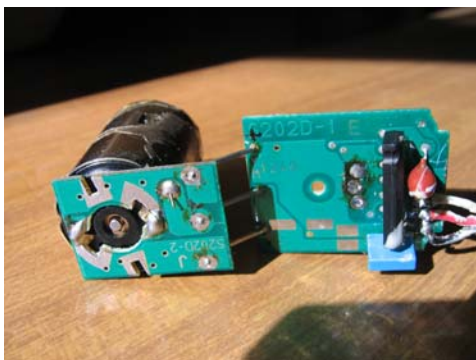
- Ulazi:** 8 analognih 0...2.8V
- Izlazi:** 8 PWM (5V/10mA max)
- Eksterni potencijometar:** 8 10kΩ na napajanje +5V (predotpori 33k i 22Ω)
- Izvor referentnog napona** 1 5V/250mA max
- Napajanje:** +12/ 350mA max (snaga 4W)
+12V, -12V /200mA *opciono
- Dimenzije:** 85mm · 90mm · 2 mm
- Montaža:** PC 104 BUS konektori 64p, 40p na osnovnu ploču
- Priključci:** ulazni /IDC konektor J3 16 polni
Izlazni/ IDC konektor J5 16 polni
potencijometar/ konektor J4 16 polni
napajanje /konektor J1 64 polni
- Fizičke osobine:**
 - radna temperatura: 273 - 323 K
 - temperatura skladištenja: 253 - 343 K
 - atmosfera bez korozivnih gasova
 - 45-85% relativne vla`nosti, bez kondenzacije

IZGLLED ŠTAMPANE PLOČE MODULA

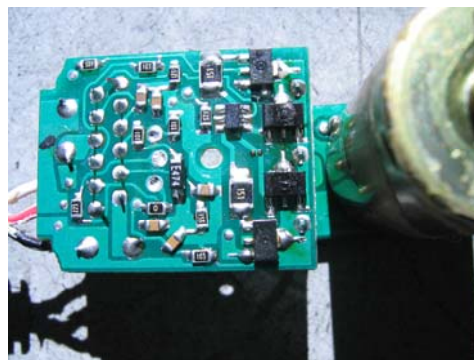


ELEKTRONSKA ŠEMA MODULA



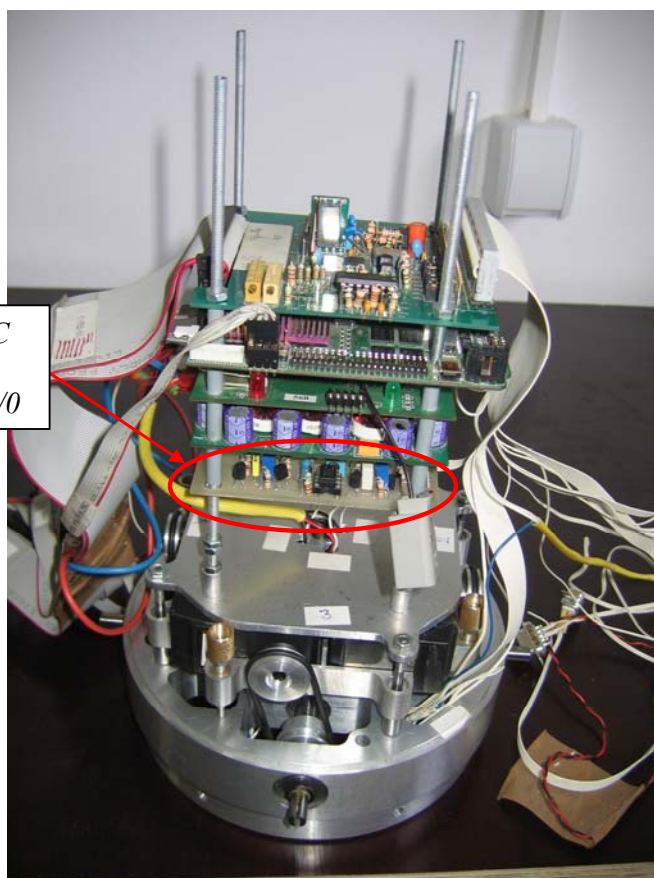


IZGLED RC SERVO POGONA



DRAJVER RC SERVO POGONA

*Modul za pobudu RC
servo pogons
CONTROL_PWM-1/0*



**POLOŽAJ MODULA *CONTROL_PWM-1/05* u PC104 SLOTU UPRAVLJAČKE
JEDINICE BESPILOTNE LETELICE**

Mogućnosti primene predloženog tehničkog rešenja:

Predloženo rešenje sa analognim upravljanjem obezbeđuje propusni opseg od 150Hz tako da je eliminisan problem transportnog kašnjenja i ceo mehanički sistem se veoma brzo odaziva. RC servo pokretači upravljani preko modula CONTROL_PWM-1/05 se prvenstveno koriste za pogon *komandnih površi* na borbenim bespilotnim letelicama (primenjeno na ALAS-u) ali se mogu koristiti i za pogone simulacionih platformi koje simuliraju stvarni let ispitivanih letelica ili projektila. Rešenje je univerzalno i može se primeniti za RC pokretač bilo koje snage odnosno pogonskog momenta. Mogućnost primene ovog tehničkog rešenja, koje je realizovano u PC104 formatu, bi bila u servisnoj robotici, humanoidnoj robotici, raznim mehanizmima, kao i drugim vojnim napravama sličnih karakteristika kao što su bespilotne letelice, projektili, i sl., koje su podržane sa PC104 upravljačkim modulima. Za objekte koji zahtevaju veće pogonske momente DSU Oziris koristi Maxon elektro motore i pozicione kontrolere EPOS za formiranje pogonskog servo kola. Za podešavanje i kontrolu rada takvog servo kola DSU Oziris koristi PC računare. Komunikacija između PC i EPOS-a je serijska. Oziris je razvio dva rešenja. Kod prvog rešenja, isti računar se koristi za kontrolu rada EPOS-a i za interfejs ka korisnicima. Kod drugog rešenja, računar koji kontroliše rad EPOS-a serijskom vezom povezan sa drugim računarem od koga dobija zahteve za rad pojedinačnih servo kola. Na PC računarima upravljački softver radi u realnom vremenu. Za objekte koji ne zahtevaju pogonske momente veće od 19daNcm Oziris koristi RC servo pokretače i odgovarajuće unificirane PWM ploče sa analognim ulazima. Rešenje pogona je pogodno koristiti za objekte sa više servo pokretača i kontinualno ili učestalo izdavanje upravljačkih zahteva za servo pokretače.

LITERATURA:

- [1]-http://www.horrorseek.com/home/halloween/wolfstone/Motors/svoint_RCservos.html
- [2]-<http://www.epanorama.net/documents/motor/rcservos.html>
- [3]-<http://en.wikipedia.org/wiki/Servomechanism>
- [4]-<http://www.futaba-rc.com/servos/digitalservos.html>
- [5]-www.kmk.com/hk/.../KMK%20USB%2010%20RC%20Servo%20Controller.pdf
- [6]-<http://www.seattlerobotics.org/encoder/200009/S3003C.html>
- [7]-<http://www.active-robots.com/products/motorsandwheels/hitec-servomotors.shtml>
- [8]-<http://www.hitecrcd.com/>

MIŠLJENJE RECENZENATA

Autori tehničkog rešenja Željko Despotović i Miloš Živanović su jasno prikazali i obradili kompletnu strukturu tehničkog rešenja. Na osnovu svega navedenog recenzenti su ocenili da tehničko rešenje pod nazivom: " **Upravljački PWM elektronski modul CONTROL_PWM-1/05 troosnih servo pogona borbene bespilotne letelice ALAS** " predstavlja rezultat koji pored stručne komponente pruža originalni naučnoistraživački doprinos. Sa zadovoljstvom predlažemo da se opisano tehničko rešenje **prihvati kao tehničko rešenje u kategoriji M82-industrijski prototip.**

Recenzenti:

Dr Milan Bajović, dipl inž.
Vojnotehnički institut -Beograd

Doc. dr Tomislav Šekara ,
Elektrotehnički fakultet - Beograd