

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: Prof.dr Dragutin Debeljković, profesor Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i Prof.dr Zoran Stojiljković, profesor Elektrotehničkog Fakulteta Univerziteta u Beogradu su ocenili da su ispunjeni uslovi za priznanje svojstva tehničkog rešenja sledećem rezultatu naučnoistraživačkog rada:**

NAZIV: Servohidraulički upravljački sistem hidrodinamičkog pulzatora HP-2007 (Ugovor br. RGSM 13.1.01/06-07-JN-NIP koji je sklopljen sa Ministarstvom za Nauku Republike Srbije, dana 10.11.2006 godine, rukovodilac projekta: Prof. dr Miroslav Demić – Mašinski Fakultet Kragujevac)

Autori: Željko Despotović-Institut "M.Pupin" Beograd, Predrag Jeftović, Igor Berkeš-IMP"Projekt Inženjering, Beograd)

Kategorija tehničkog rešenja: M(83) – novo laboratorijsko postrojenje

OBRAZLOŽENJE

Recenzentska komisija je utvrdila da je predloženo rešenje urađeno za *Mašinski fakultet u Kragujevcu (Katedra za motorna vozila)*

Subjekt koji rešenje koristi: *Mašinski Fakultet u Kragujevcu*

Predloženo rešenje je urađeno: u periodu novembar 2007 godine -maj 2008 godine (u primeni je od juna 2008 godine)

Subjekt koji je rešenje prihvatio i primenjuje: *Katedra za motorna vozila Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu*

Rezultati su verifikovani na sledeći način, tj. od strane sledećih tela: *Katedre za motorna vozila Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu, Katedre za automatsko upravljanje Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu*

Predloženo rešenje se koristi na sledeći način: *Integralni je deo laboratorije za ispitivanje uticaja vibracija na čoveka i proučavanje oscilatorne udobnosti motornih vozila-Mašinski Fakultet u Kragujevac-Katedra za motorna vozila.*

Oblast na koju se tehničko rešenje odnosi je *Mehatronika, Mašinstvo, Automatsko upravljanje*

Problem koji se tehničkim rešenjem rešava:

Prema tehničkom zahtevu korisnika je bilo potrebno realizovati laboratorijsku vibracionu hidrodinamičku platformu (hidrodinamički pulzator) sa mogućnošću ostvarivanja oscilacija po dve upravne ose (vertikalna i horizontalna). Pri ovome je potrebno realizovati vibracije po svakoj od ose ponaosob ali i sa istovremenom pobudom po obe ose. Maksimalna masa koju vibracioni uređaj treba da pobuđuje je 200kg. Opseg učestanosti pobude 0.1-35Hz za sledeće tipove pobudnih signala: slučajna uskopojasna i širokopojasna pobuda sa mogućnošću pobuđivanja po oktavama i terc oktavama), trougaoni i sinusni harmonijski. Upravljački uređaj treba da bude programabilan i fleksibilan u smislu zadavanja parametara vibracija (amplitude, učestanost, vrste pobude, broj

ciklusa ispitivanja, prebrisavanje opsega učestanosti i sl.). Buka koju generiše uređaj treba da bude u granicama koje predviđaju međunarodni i nacionalni propisi u ovoj oblasti.

Stanje rešenosti problema u svetu:

Za projektovanje automobila sa stanovišta oscilatorne udobnosti od značaja su poznavanje prenošenja vibracija kroz čovečije telo i njihov uticaj na psihofizičke karakteristike čoveka. Danas se uticaj vibracija na čoveka istražuje kako u eksploracionim tako i u laboratorijskim uslovima. Pri tome se daleko veća pažnja poklanja laboratorijskim istraživanjima jer se time obezbeđuje stabilnost parametara mikro-okruženja (buka, termička opterećenja i sl.) i ponovljivost rezultata [1]. U praktičnim slučajevima se istraživanje uticaja vibracija na čoveka vrši sa dva aspekta [2] [3]:

- zdravlja (zamor, oscilatorna udobnost, pojava profesionalnih oboljenja i sl.)
- mehaničkog prenosa vibracija kroz čevečije telo (biodynamika)

U savremenoj literaturi se najčešće posmatra uticaj vertikalnih vibracija na čoveka i to najpre harmonijskih, a zatim i slučajnih. Obično je u tim slučajevima od interesa frekventni opseg od 1Hz-30Hz. Pored ovoga, dosadašnja istraživanja u ovoj oblasti su pokazala da je čovek jako osjetljiv i na učestanosti niže od 1Hz, kao što su 0.1Hz pa čak i manje (do približno 0.05Hz), što je detaljno razmatrano u referencama [4], [7-8]. Pri pomenutim istraživanjima, na proizvodnim linijama automobilskih industrija na linijama za testiranje koriste koriste mehaničke naprave-*vibracioni pobudivači ili pulzatori*. Takođe ove naprave u velikoj meri koriste vojne laboratorije u kojima se proučava uticaj različitih oblika vibracija na vojnike [5-6]. Međutim ove naprave su manje zastupljene u laboratorijama na univerzitetima u kojima se vrši proučavanje uticaja vibracija kako na psihofizičke osobine tako i na ljudsko telo. Zbog relativno značajnih masenih opterećenja ispitivanih objekata, najčešće su realizovani na hidrauličkom principu. Obično su realizovani kao hidraulička platforma sa mogućnošću pobudivanja po dva nezavisna upravna pravca (dvo-osni) ili po jednom linijskom pravcu (jedno-osni), a u ređem broju slučajeva se zahteva istovremena pobuda po dve ose odnosno složeno kretanje. Upravljački sistem ovih naprava je tako koncipiran da zadovolji zahteve kontinualnog podešavanja amplitute i učestanosti vibracija po oba ili po jednom pravcu. Vrlo često se zahteva generisanje različitih talasnih oblika (sinus, traougao, parabola), pri nekoj zadatoj učestanosti ili čak generisanje najsloženijih stohastičkih signala [9-10].

Suština tehničkog rešenja:

Principska šema elektro hidrauličkog pulzatora (EHP) i pripadajućeg kontrolnog sistema su prikazani na Sl.1. Ovaj mehatronički sistem se sastoji od nekoliko podsistema : napajanje električnom energijom, hidrauličke instalacije, PI sevo kontrolera, digitalnog kontrolnog modula i mernog (akvizicionog) podistema. Napajanje električnih motora M1 i M2, hidrauličkih pumpi P1 i P2 se ostvaruje iz trofazne mreže 3x380V, 50Hz. Napajanje hidrauličke instalacije, pumpi P1 i P2 je ostvareno iz hidrauličkog rezervoara. Hidraulički rezervoar služi za smeštaj hidrauličkog ulja DHV 32 (Rafinerija nafte Beograd) čiji je moguće vizuelno pratiti na donjoj polovini gornjeg nivokaznog stakla. Na poklopcu rezervoara se nalazi hladnjak ulja (u slučaju da senzor ventila za vodu termostatski upravljanog ugrađen na bočnu stranu rezervoara registruje temperaturu ulja veću od 35°C , otvara se dovod vode kroz hladnjak) kroz koji se ulje vraća u rezervoar, prošavši predhodno kroz povratni filter smešten takođe na poklopcu rezervoara. Na poklopcu se takođe nalazi i nivometar ulja kao i priključci drenažnih vodova hidrauličkih komponenti . Na bočnoj strani rezervoara se nalazi ugrađen termostat za kontrolu temperature ulja. Hidrauličke pumpe su klipnoaksijalne i predviđene su za režim sa konstatnim pritiskom. Klipnoaksijalna pumpa sa pripadajućim elektromotorom usisava ulje iz rezervoara preko crevovoda sa loptastom slavinom koja je uvek u otvorenom položaju (sem u slučaju da se vrši neki remont). Na pumpi se vrši podešavanje radnog pritiska pomoću regulatora pritiska. Usisni, potisni i drenažni crevovod, cevovod pogonskog agregata predstavljaju cevi i creva različitog preseka za niske i visoke pritiske.

Obezbeđene su sledeće zaštite hidrauličkog agregata:

-**termička zaštita**, termostatom (0-140°C) koji isključuje elektromotore pumpi ako temperatura ulja pređe 70 °C

-**pritisna zaštita**, pritisnim prekidačem koji isključuje elektromotore pumpi pri porastu pritiska na 160 bar ili pri padu pritiska u slučaju nekontrolisanog gubitka ulja iz rezervoara

-**nivo zaštita**, nivometrom koji isključuje elektromotore ako nivo ulja u uljnom rezervoaru padne na nedozvoljeno nisku vrednost

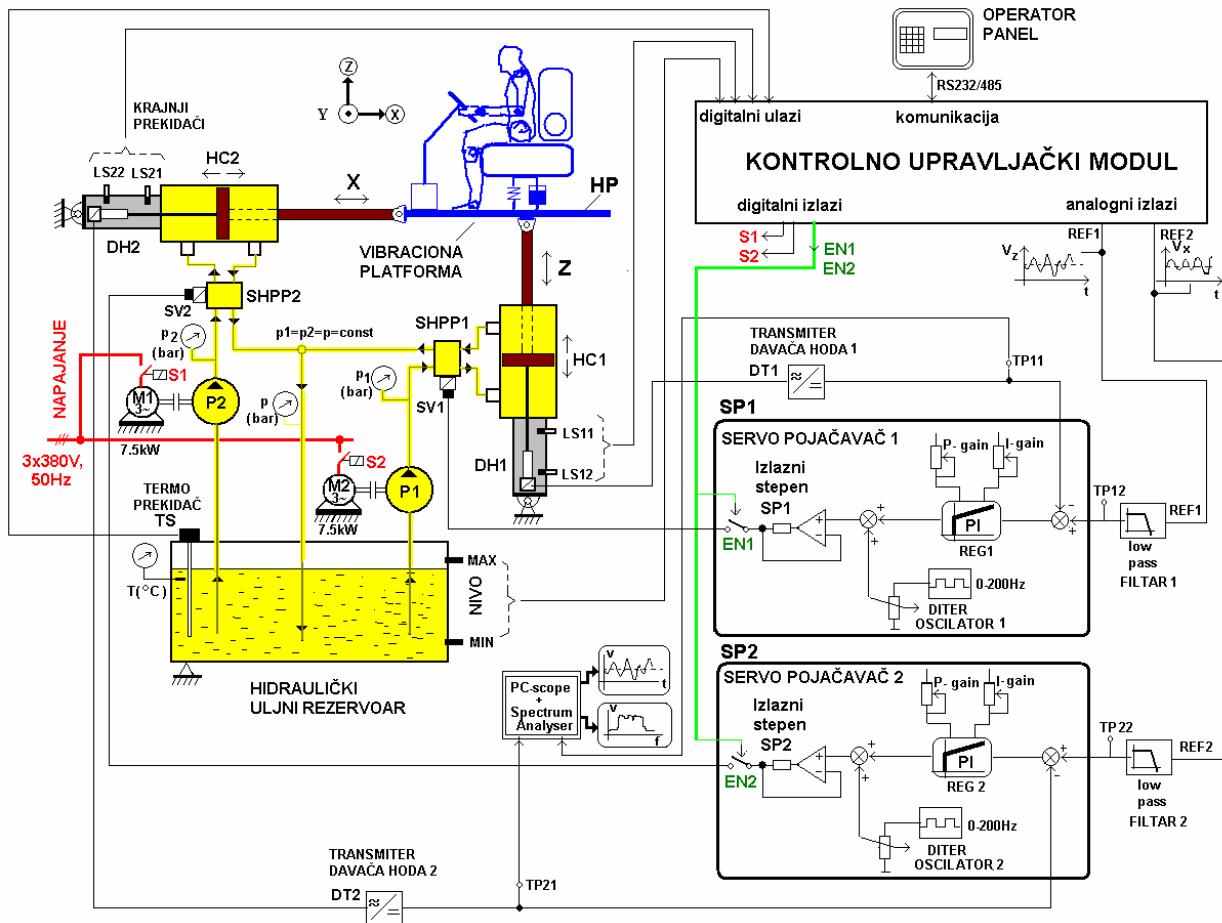
Manometarskim blokom u sklopu koga se nalaze manometri, je obezbeđeno merenje i vizuelni monitoring (očitavanje) pritiska u direktnim vodovima, i to manometrom p1 za hidrauličko kolo po vertikalnoj Z-osi, manometrom p2 za hidrauličko kolo po horizontalnoj X-osi, manometrom p3 je obezbeđeno merenje i očitavanje pritiska u povratnom vodu. Dugme na bloku ispod svakog od manometra može se pritiskom i zaokretanjem podešiti da manometar stalno pokazuje pritisak ili vratiti u položaj da pokazivanje pritiska bude samo pri držanju dugmeta pritisnutim.

Rasteretnim ventilom u sklopu hidrauličke instalacije je omogućeno da svaka od pumpi P1,P2 startuje neopterećena i koji u svom sastavu sadrži i ventil sigurnosti podešen na vrednost pritiska nešto iznad radnog na koji je podešen regulator pumpe promenljivog protoka. Podešena vrednost sistemskog pritiska za svaku pumpu posebno očitava se na manometrima postavljenim na ram pulzatora. Regulator pritiska na obe pumpe podešen je tako da se očitava sistemski pritisak od 130 bar.

Za vibracionu hidrauličku platformu (HP) se vezuje korisno opterećenje preko otvora na ploči. Konstruktivno je rešeno da inercijalne sile korisnog opterećenja budu uravnotežene odgovarajućim brojem vijaka kojima se vezuje ispitna masa (do 200kg max) postavljena na platformu. HP vrši kretanje u dve, međusobno upravno postavljene, ose X i Z, posredstvom izvršnih elemenata-hidrauličkih servo cilindara (HC1-za vertikalnu osu, HC2-za horizontalnu osu). U hidrauličkom kolu oba servocilindra nalaze se hidraulički akumulatori (crveni na potisnom vodu , plavi na povratnom) radi eliminisanja pulzacija pritiska ulja. Oni su deklarisani za maksimalni pritisak u sistemu od 160 bar. Pošto je radni pritisak u oba pumpna kola 130 bar , znači ispod 160 bar, i ni u jednom momentu ne sme biti veći od 160 bar (znači ni u fazi podešavanja na regulatoru pumpe pošto su hidraulički akumulatori deklarisani za maksimalni pritisak od 160 bar). U razvodnom bloku hidrauličkog cilindra nalaze se i dva ventila sigurnosti koji štite hidraulički cilindar od mogućnosti pojave vrhova višeg pritiska. Oni su podešeni na pritisak otvaranja od 160 bar i ne smiju se posle podešavanja dirati. U savkom od hidrauličkih servo cilindara je predviđeno hidrauličko prigušenje u krajnjim položajima. Pored ovoga svaki od hidrauličkih cilindara poseduje pripadajuće servo-hidrauličke predpojačavače (SHPP1, SHPP2) i električne servo ventile (SV1, SV2) sa analognim upravljačkim ulazom 0-10V.

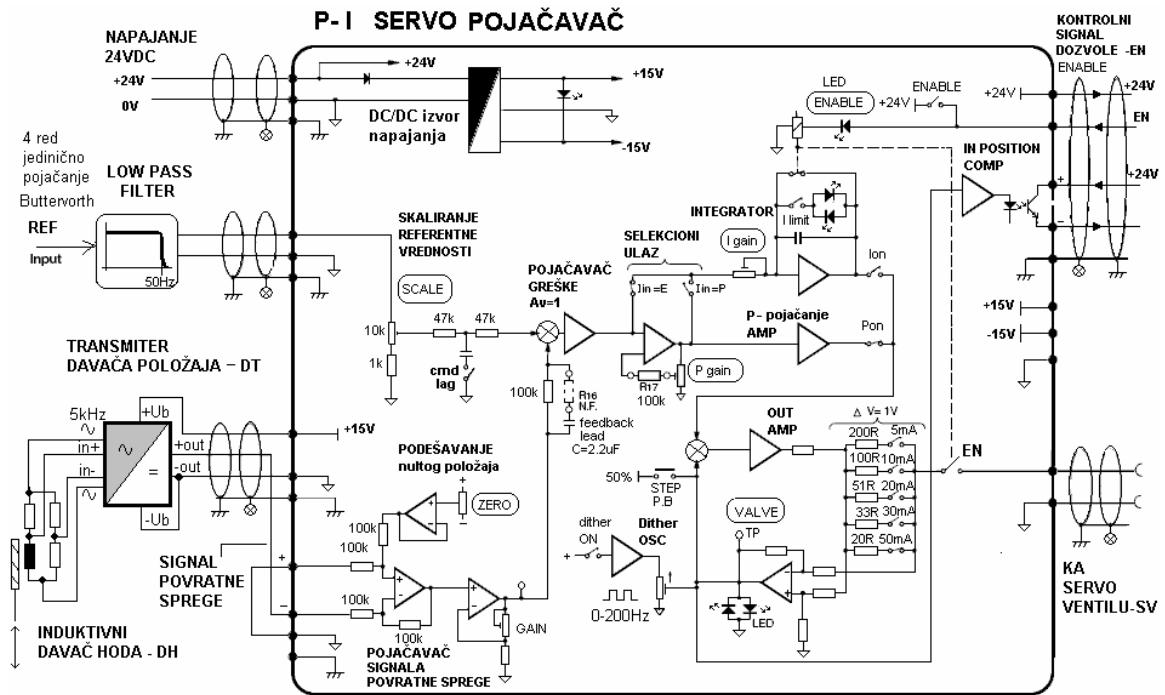
Merenje pomeraja po X i Z osi je ostvareno sa induktivnim davačima hoda DH1 i DH2 respektivno. Signali sa ovih davača se posredstvom transmitera DT1,DT2 vode na ulaze PI servokontrolera preko test tačaka TP11 i TP21.

Detekcija krajnjih položaja hidrauličkih cilindara je ostvarena krajnjim prekidačima (LS11 i LS12 za Z-osu i LS21 i LS22 za X-osu). Ovi krajnji krajnji prekidači su ustvari beskontaktni induktivni prekidači. Beskontaktni prekidači obezbeđuju radni opseg od ± 45 mm amplitude tako što isključuju rad hidrauličkih servocilindra u slučaju da iz nekog razloga njegov hod pređe navedenu amplitudu.



Sl. 1.Principska šema elektrohidrauličke kontrole hidrodinamičkog pulzatora HP-2007

Glavni deo servohidrauličkog upravljačkog sistema hidrauličkog pulzatora čine *PI servo pojačavači* SP1 i SP2. Selekcionim prekidačima unutar svakog od pojačavača se vrši konfigurisanje tipa kontrole P-proporcionalna, I-integralna i PI-proporcionalno integralna. Principska šema servo-pojačavača (SP1, SP2) je data na Sl.2. Napajanje servo pojačavača se ostvaruje eksterni sa jednosmernim naponom 24V. U sklopu servo pojačavača su realizovana dva analogna ulaza: *signal povratne sprege* sa induktivnog davača hoda i *signal referentne vrednosti*. Poređenjem ovih signala u sklopu sabiračkog kola dobija se signal greške, koji se potom vodi u pojačavač greške. Signal sa izlaza pojačavača greške se vodi na *PI kontroler* koji na svom izlazu daje naponski pobudni signal za servo aktuator (servo ventil-SV). Servo pojačavač poseduje i jedan digitalni ulazni signal EN kojim se obezbeđuje dozvola njegovog rada (tzv.*ENABLE*) posredstvom upravljačke jedinice. Pojačavač u povratnoj sprezi sadrži dva potenciometra: jedan-GAIN služi za podešavanje pojačanja signala povratne sprege, dok se drugim-ZERO podešava nulti položaj hidrauličke platforme. Otpornikom R16 i kondenzatorom C=2.2 μ F se obezbeđuje diferencijalno dejstvo na izlazu pojačavača povratne sprege. Referentne vrednosti REF1 i REF2 se vode na ulaze pripadajućih servo pojačavača SP1 i SP2, preko 4-stepenih Butterworth *low pass filtera* 1, 2, sa jediničnim pojačanjem. Ovi signali su opsega 0-10VDC. Servo pojačavači SP1,SP2 poseduju pojačavače greške čiji se izlaz vodi na dva pralena kanala, jedan sa proporcionalnim pojačanjem i drugi kao integrator.



Sl.2. Blok šema modula PI servo pojačavača

Izlazi ova dva kanala su selektovana prekiadačem na izlazni pojačavač koji pobuđuje servo ventile SV1, odnosno SV2. Posesivi *dither oscilatori* služe za poboljšanje dinamičkog odziva celog sistema. Učestanost diter signala je podesiva u opsegu 100-200Hz

Zadavanje referentnih talasnih oblika na REF ulaze servohidrauličkog upravljačkog sistema se ostvaruje iz kontrolno upravljačkog modula. Ovaj modul pored zadavanja referentnih vrednosti, se koristi za nadzor svih irelevantnih parametara, zaštitu hidrauličkih agregata, signalizaciju greški i kvarova na hidrauličkoj instalaciji, kao i njihovo alarmiranje. Kontrolno upravljački modul je u sklopu hidrauličkog sistema prikazan na Sl.1. On poseduje digitalne ulaze (DU) za prijem digitalnih ulaznih signala (termički prekidač, pritisni prekidač, nivo prekidač, prekidači krajnjih položaja po X-osi, odnosno Z-osi i sl.). Digitalni izlazi (DI) se koriste za pobudu upravljačkih namotaja kontaktora S1, S2 kojima se uključuju motor M1 (pumpa P1), odnosno motor M2 (pumpa P2), respektivno i za pobudu upravljačkih namotaja releja dozvole (ENABLE) servo pojačavača SP1,SP2, preko signala EN1, odnosno EN2 respektivno. Analogni izlazi se dobijaju iz *signal generatora*, koji je implementiran u kontrolnom modulu. Signal generator je baziran na mikroprocesoru ATMEL Mega 128 i dva 12-bitna MAX5322 D/A konvertora (jedan daje referentni signal za Z-osu, dok drugi daje referentni signal za X- osu).

Parametri rada hidrauličke platforme se zadaju preko *operator panela*. Komunikacija između kontrolnog modula i operator panela je ostvarena serijskom vezom RS232/485 sa MODEBUS protokolom. Korisnik izabira jedan od tri moguća načina rada (NO SWEEP, SWEEP, STOCHASTIC), zatim tip pobudnog signala (sinusni, trougaoni, četvrtka i sl.) i radnu osu (horizontalnu, vertikalnu ili obe istovremeno).

Signalizacija neispravnosti opreme hidrauličke instalacije pokazuje se na monitoru upravljačkog pulta i obuhvata sledeće neispravnosti :

zaprljan filter povratnog ulja u rezervoar

zaprljan filter potisni (na potisnom vodu svake pumpe)

minimalni nivo ulja (nivometar na poklopcu rezervoara)

visoka temperatura ulja (termostat na bočnom zidu rezervoara)
visok ili nizak pritisak ulja (pritisni prekidač kod oba pumpna kola).

Svaka signalizirana neispravnost dovodi do prekida rada jednog ili oba elektromotora , odnosno rada jednog ili oba servocilindra pulzatora .

Eksperimentalni rezultati

Merenje hodova po svakoj osi je ostvareno induktivnim davačima tipa WA100 proizvodnje HBM i pripadajućim elektronskim transmiterima WA-electronics, kojim su signali hodova normalizovani na naponski opseg 0 - 10V DC. Prikaz izmerenih naponskih signala koji odgovaraju hodovima za svaku od osa ponaosob je dat osciloskopskim snimcima koji su dobijeni na PC osciloskopu PCS-500 u okviru merne laboratorije PCLab2000 proizvodnje Welleman. Pored prikaza svih potrebnih signala u vremenskom domenu izvršena je i spektralna analiza signala hodova kako u ustaljenom režimu, tako i pri slučajnoj (stohastičkoj) pobudi za zadate granice terc oktava i zadate opsege učestanosti.

U okviru ove merne stanice su korišćeni PC-osciloskop, PC-tranzijentni rekorder i PC-spektralni analizator sledećih karakteristika:

PC-osciloskop PCS500 (digitalni memorijski)

-vremenska baza:	1 ms ... 100 ms/div
-triger:	CH1, CH2, EXT
-učestanost semplovanja:	50 MHz
-broj odbiraka /kanalu:	4096
-ulazna osetljivost:	5mV ... 15V/kanalu
-učestanost semplovanja:	1GHz (1GS/s)

PC-tranzijentni rekorder

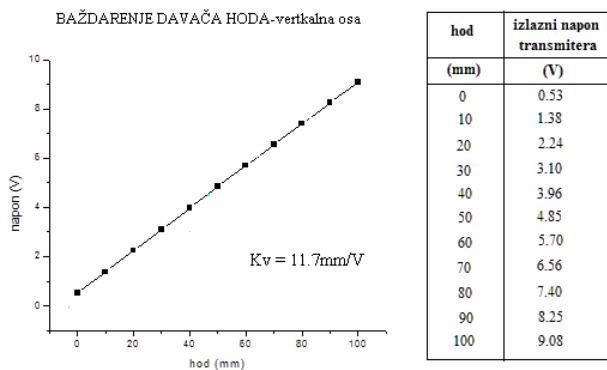
-vremenska baza:	20 ms ... 2000 s/div
-maksimalno vreme akvizicije:	9.4 h/ekranu
-maksimalni broj odbiraka:	100/s
-minimalni broj odbiraka:	1 odbirak/20 s
-format podataka:	ASCII

PC-spektralni analizator:

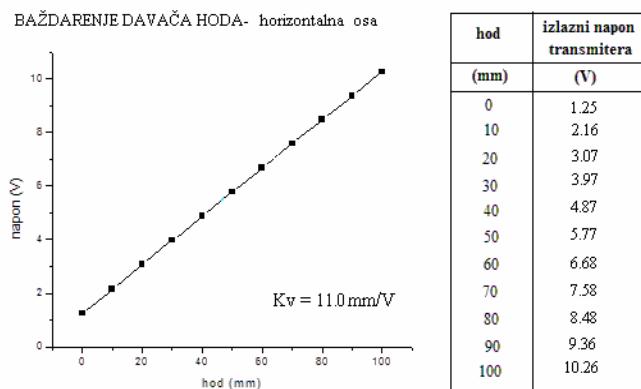
-frekventni opseg:	1 Hz ... 25 MHz
-vremenska skala:	Lin, Log
-princip:	FFT (Fast Fourier Transform)
-FFT rezolucija:	2048 linija

Baždarenje davača hoda je ostvareno merenjima sa preciznim digitalnim memorijskim osciloskopom PHILIPS PM-3350, 50MHz, 100Ms/s. Prenosne krive pri baždarenju davača hoda su date na Sl.3 za vertikalnu osu, odnosno na Sl.4 za horizontalnu osu.

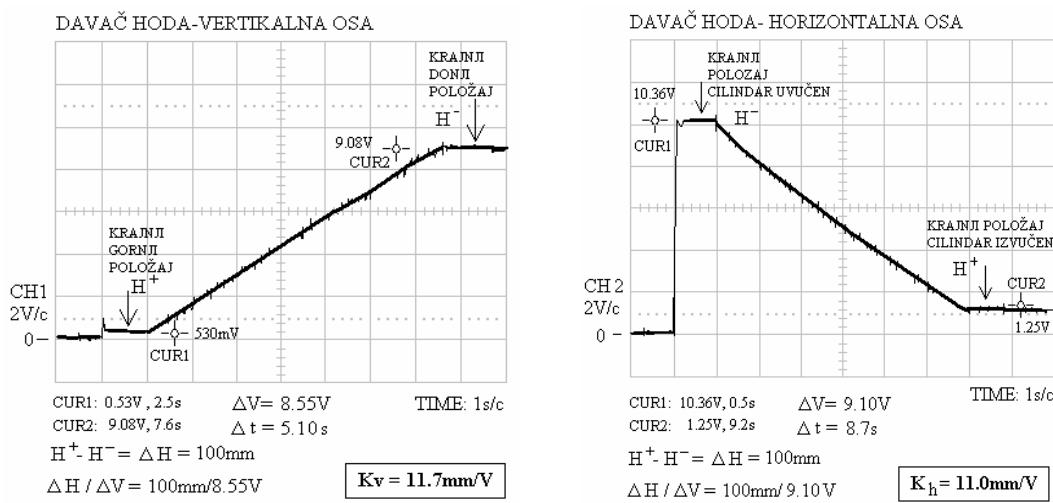
Na Sl.5 je dat osciloskopski snimak pomeranja vertikalnog cilindra u ručnom režimu iz jednog krajnjeg položaja u drugi, a meren je signal na transmiteru davača hoda po vertikalnoj osi. Na Sl. 6 dat osciloskopski snimak pomeranja horizontalnog cilindra u ručnom režimu iz jednog krajnjeg položaja u drugi, a meren je signal na transmiteru davača hoda po horizontalnoj osi.



Sl. 3. Izmerena prenosna karakteristika davača hoda-VERTKALNA OSA



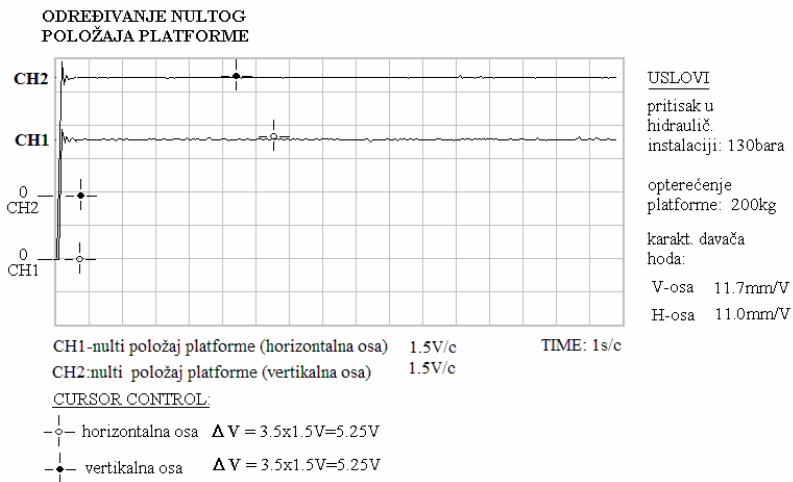
Sl. 4. Izmerena prenosna karakteristika davača hoda-HORIZONTALNA OSA



Sl. 5. Signal pomeraja po vertikalnoj osi; ručni režim

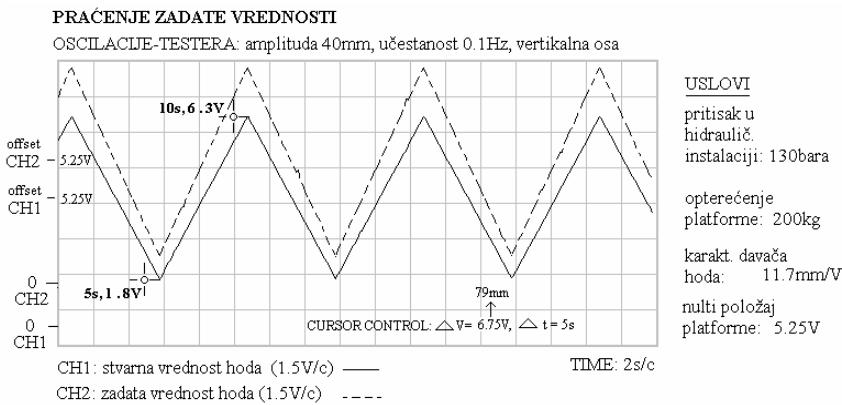
Sl. 6. Signal pomeraja po horizontalnoj osi; ručni režim

Pored ovih merenja koja su se odnosila na baždarenje davača hoda, eksperimentalno su utvrđeni i izmereni nulti položaji platforme po horizontalnoj osi. U tom cilju su u okviru merne stanice PClab200 snimljeni nulti položaji platforme i prikazani osciloskopskim snimkom na Sl. 7.

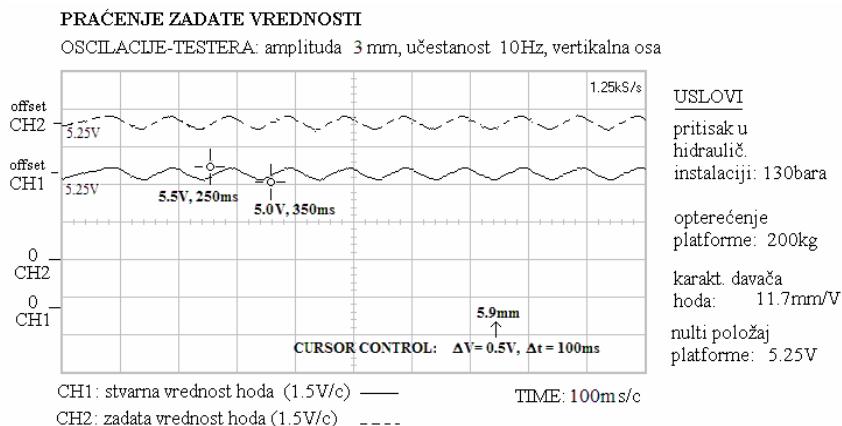


Sl. 7. Precizno merenje naponskih signala koji odgovaraju nultom položaju platforme

Na Sl.8 je prikazano praćenje zadate trougaone pobude učestanosti 0.1Hz, dok je na Sl.9 prikazano praćenje zadate trougaone pobude učestanosti 10Hz.



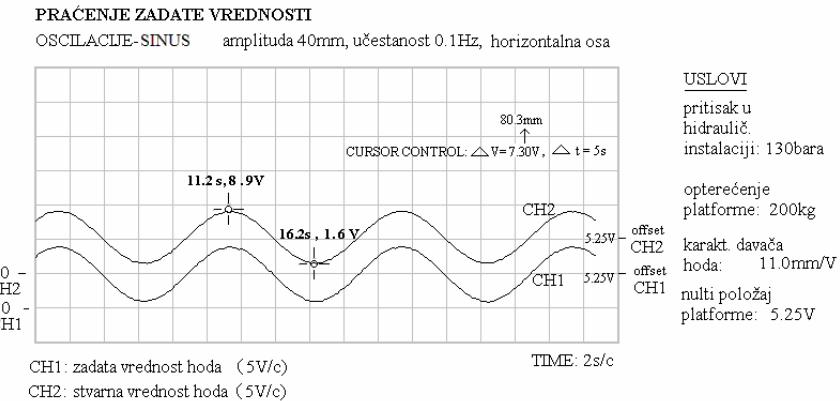
Sl. 8. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa ; trougaona pobuda učestanosti 0.1Hz



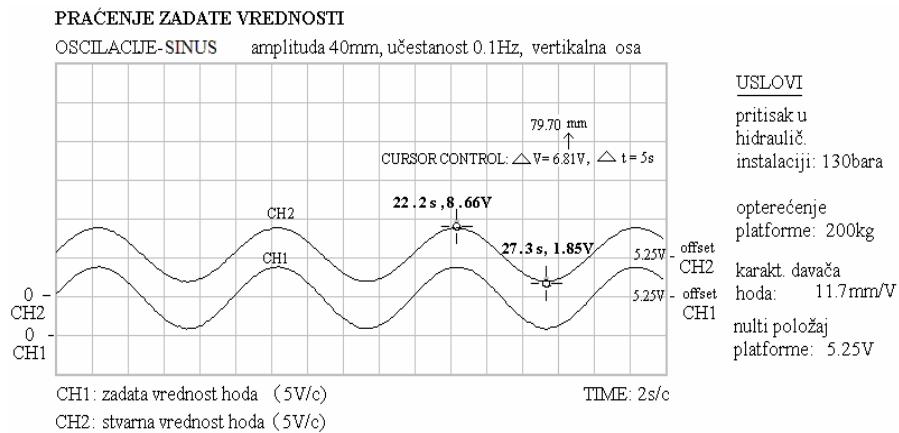
Sl. 9. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa; trougaona pobuda učestanosti 10Hz

Na Sl.10. su dati osciloskopski snimci praćenja referentne vrednosti za slučaj sinusne pobude po horizontalnoj osi , dok su na Sl.11. dati isti osciloskopski snimci ali za slučaj sinusne pobude po

vertikalnoj osi. U oba slučaja zadata amplituda je iznosila 40mm, a učestanost oscilacija 0.1Hz. Na snimcima su u oba slučaja su prikazane zadata (referentna) vrednost i ostvarena vrednost hoda.

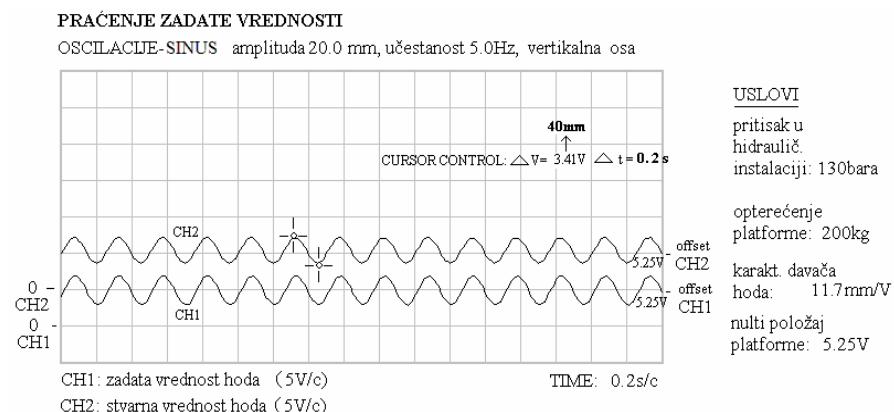


Sl. 10. Praćenje zadate vrednosti; horizontalna osa; sinusna pobuda učestanosti 0.10Hz



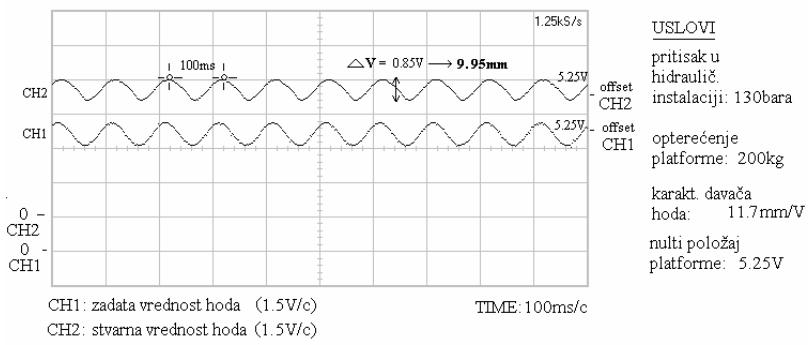
Sl. 11. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa; sinusna pobuda učestanosti 0.10Hz

Na Sl.13-16 su dati osciloskopski snimci praćenja referentne vrednosti za slučaj sinusne pobude po vertikalnoj za različite amplituda i učestanosti; 20mm/5Hz, 5mm/10Hz, 2mm/20Hz i 1mm/30Hz, respektivno. Na snimcima su u svim slučajevima prikazane zadata (referentna) vrednost i ostvarena vrednost hoda.



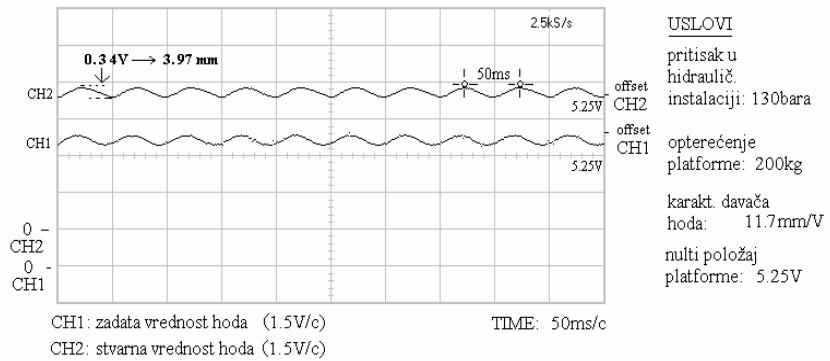
Sl. 13. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa; sinusna pobuda učestanosti 5.0Hz

PRAĆENJE ZADATE VREDNOSTI
 OSCILACIJE-SINUS amplituda 5.0 mm, učestanost 10.0Hz, vertikalna osa



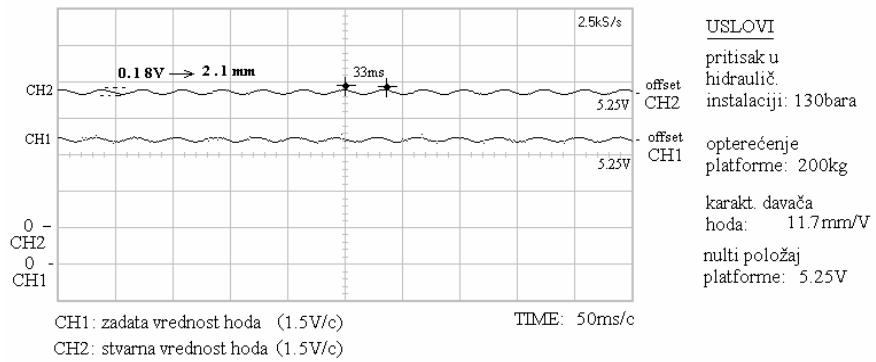
Sl. 14. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa; sinusna pobuda učestanosti 10.0Hz

PRAĆENJE ZADATE VREDNOSTI
 OSCILACIJE-SINUS amplituda 2.0 mm, učestanost 20.0Hz, vertikalna osa



Sl. 15. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa; sinusna pobuda učestanosti 20.0Hz

PRAĆENJE ZADATE VREDNOSTI
 OSCILACIJE-SINUS amplituda 1.0 mm, učestanost 30.0Hz, vertikalna osa



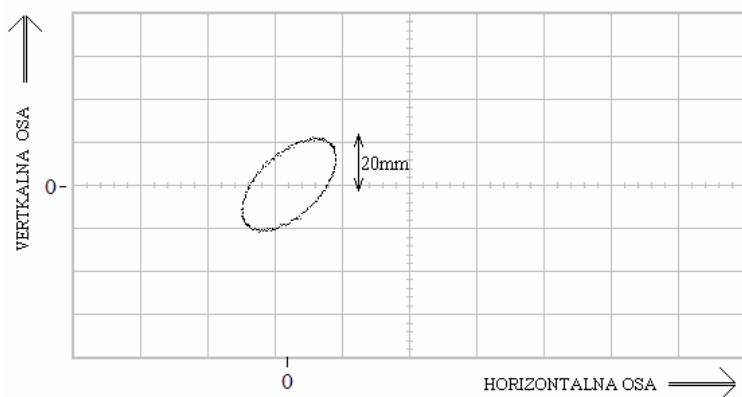
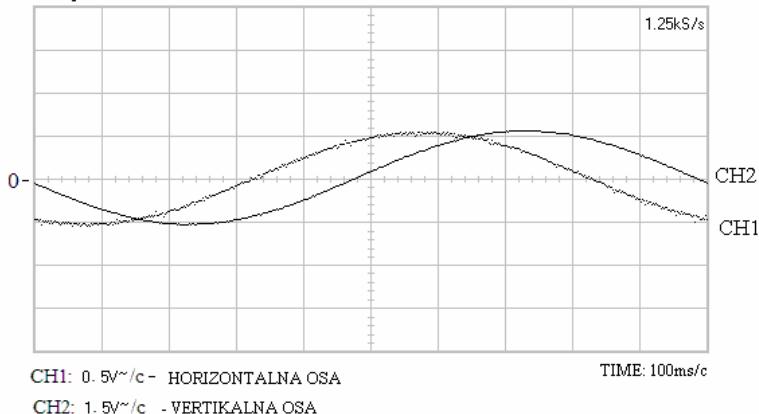
Sl. 16. Praćenje zadate vrednosti; vertikalna osa; sinusna pobuda učestanosti 30.0Hz

Na Sl.17. su dati osciloskopski snimci pomeraja pri istim uslovima kao u prethodnim slučajevima (pritisak 130bar, opterećenje platforme 200kg) i pri istovremenoj pobudi po horizontalnoj i vertikalnoj osi sa istim vrednostima amplitude (20mm) i učestanosti (1Hz), ali sa faznim pomerajem od 36^0 , odnosno vremenskim pomerajem od 100ms. Pored ovoga prikazana je trajektorija u vertikalnoj ravni koja je određena pravcima pobudnih osa, odnosno V-H koordinatnim sistemom

SLOŽENO KRETANJE PLATFORME: fazno pomerene pobude
 $\Delta t = 100\text{ms} \Rightarrow 36^\circ\text{el.}$

SINUS -vertikalna osa
 učestanost 1Hz
 amplituda 20mm

SINUS -horizontalna osa
 učestanost 1Hz
 amplituda 20mm



Sl. 17. Složeno kretanje vibracione platforme pri fazno pomerenim pobudama

Snimci realizovanog uređaja



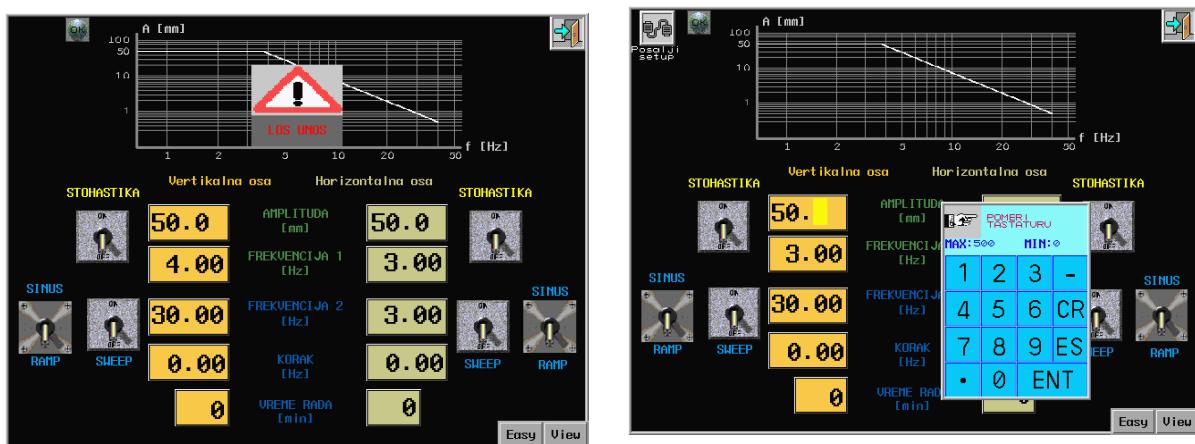
Sl.18.Izgled realizovanog hidrauličkog pulzatora HP-2007



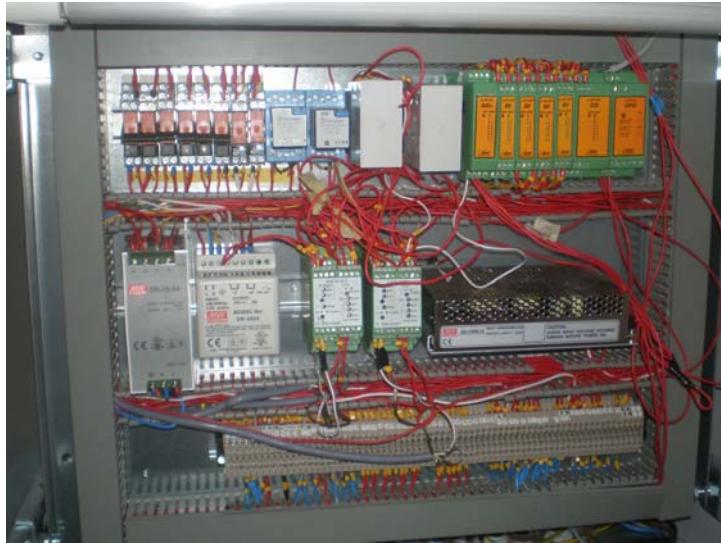
Sl.19. Izgled realizovanoglaboratorijskog postrojenja na Mašinskom Fakultetu u Kragujevcu (Laboratorijska za ispitivanjem motornih vozila ;(1)-hidraulička platforma , (2)-Upravljački pult, (3)-Hidraulički uljni tank, (4)-Elektromotori M1 i M2 pumpnog agregata



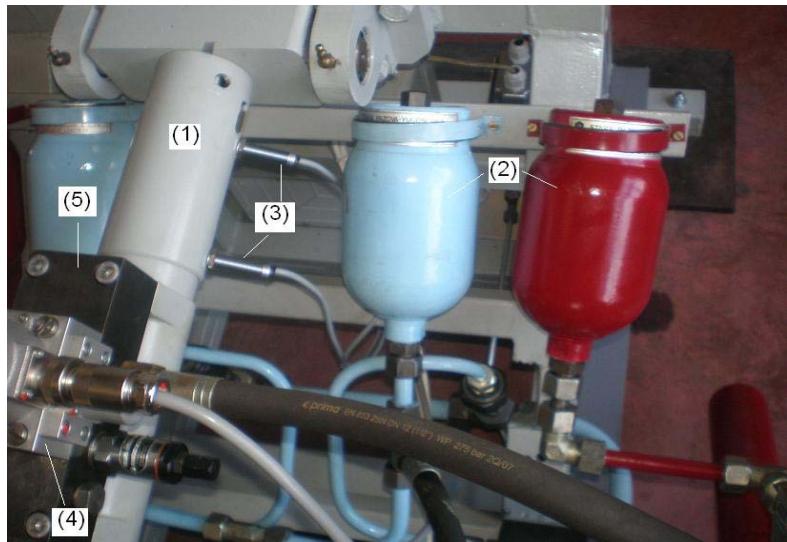
Sl.20. Izgled upravljačkog pulta pulzatora HP-2007



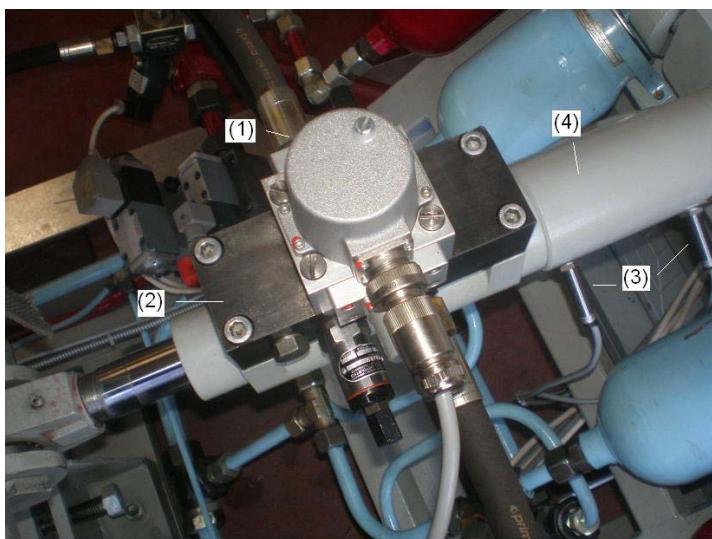
Sl.20. Izgled operatorskog terminala upravljačkog pulta pulzatora HP-2007



Sl.21. Izgled energetskog dela pulzatora HP-2007



Sl.22. Detalj servohidrauličkog pojačavača po X-osi; (1)-Servohidraulički cilindar, (2)-Akumulatori, (3)-Induktivni senzori krajnjih položaja cilindra, (4)-Servo ventil, (5)-Servo razvodna ploča



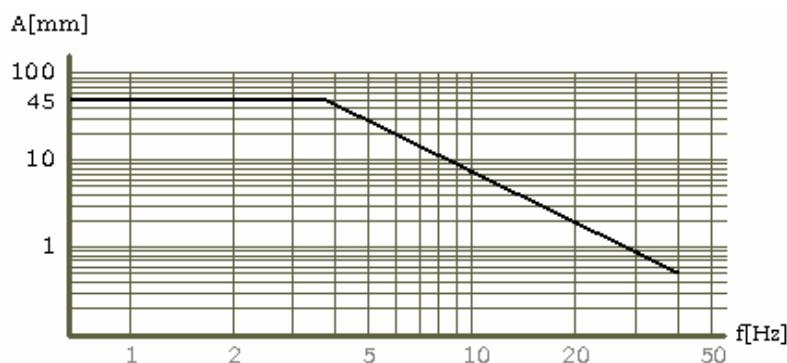
Sl.23. Detalj servohidrauličkog pojačavača po X-osi; (1)-Servoventil, (2)-Razvodna ploča servo ventila, (3)-Induktivni krajnji prekidači, (4)-Servohidraulički cilindar



Sl.24. Izgled elektronskog pojačavača servo ventila SV1,SV2

Karakteristike predloženog tehničkog rešenja hidrauličkog pulzatora HP- 2007 su sledeće:

Napajanje sistema	3x380V, 50Hz
Ukupna instalisana snaga pumpi	2 x 7.5 kW, pri 380 V, 50 Hz
Broj pumpi	2 (vertikalna i horizontalna pobuda)
Broj cilindara	2 (vertikalna i horizontalna pobuda)
Protok svake od pumpi	40 l/min
Maksimalni radni pritisak	150 bar
Radni pritisak	130 bar
Hod svakog od cilindra	+45 mm
Precnik klipa/klipnjače	ø50mm/ø36 mm
Radna površina cilindara	9.45 cm ²
Opterećenje vibracione platforme	500 kg
Opseg učestanosti vibracija– horizontalna osa	0.1 Hz ... 35 Hz
Opseg učestanosti vibracija– vertikalna osa	0.1 Hz ... 35 Hz
Tip ostvarivih vibracija (1-po jednoj osi horizontalnoj ili vertikalnoj, 2- po obe ose istovremeno) 3. Stohastičke, 4. Prebrisavanje opsega	1.testera, opseg 0.1 Hz ... 35 Hz 2.trougaopseg 0.1 Hz ... 35 Hz 3.stohastička pobuda (usko-pojasni i široko-pojasni frekventni domen) 4.SWEEP mod sa prebrisavanjem u opsegu 0.1 Hz ... 35 Hz



Radni amplitudsko-frekventni dijagram pulzatora; maseno opterećenje hidrauličke platforme 200kg

Mogućnosti primene predloženog tehničkog rešenja:

Realizovano tehničko rešenje je moguće primeniti za laboratorijska ispitivanja uticaja vibracija na čoveka, odnosno ljudsko telo. Sa malim modifikacijama ovo rešenje je moguće primeniti u automobilskoj industriji, kao integralni deo linije za testiranje automobila na vibracije. Ovim uređajem se mogu dobiti veoma velike uštede u smislu da ispitivani automobil ili prevozno sredstvo nije potrebno voziti duž neke trase puta i analizirati uticaj vibracija. Dovoljno je snimiti datu trasu i snimljene talasne oblike u originalnoj varijanti generisati iz generator signalata koji se nalazi u sklopu ovoguređaja. Pored primene u automobilskoj industriji ovaj proizvod bi se mogao primeniti i železnici za testiranje različitih sklopova na vibracije kojima je izložena oprema. Takođe primena bi se mogla ostvariti i u laboratorijama za ispitivanje različitih materijala, komponenti i raznih sklopova (mehaničkih, električnih i elektronskih) na vibracije za opseg vibracija 0.1-30Hz, sa mogućnošću zadavanja različitih talasnih oblika uključujući i stohastičku pobudu. Razvijeni uređaj bi mogao imati primenu u raznim tehnološkim operacijama (industrija hrane, farmaceutska industrija, poljoprivreda) na rasutim i garnulastim materijalima, kao što su njihovo kompaktiranje, separacija, odvajanje, rastresanje i sl.

LITERATURA:

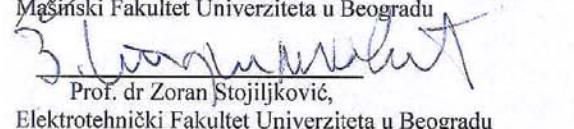
- [1] Griffin M., Handbook of Hyman Vibration, San Diego: Academic Press, 1990
- [2] Dupuis H., Zerlett G. Beanspruchung des Menschen durch Mechanische Schwingungen, Westkreuz, Berlin- Bon,1984
- [3] Simic.D., The Influence of Horizontal and Transversal Oscillations on the Man, UK, Informal Group on Human Response to Vibration, Silsoe,1978.
- [4] Demic.M., "A Contribution to Definition of Tolerable Level of Random Vertical Vibration Loads of Bus Underbody from the Aspect of Physiology", 15 Conference of bus and coach experts, Budapest, Hungary, 1984
- [5] Nakashima,A.M.: Nakashima,A.M.: *The Effect of Vibration on Human Performance and Health: A Review of Recent Literature*, Defence R&D Canada-Toronto, Technical Report DRDC Toronto TR2004-089, July 2004
- [6] Nakashima,A.M.: *Whole-Body Vibration In Military Vehicles: A Literature Review*, Canadian Acoustics, Vol.33, No2, pp.35-40, 2005.
- [7] Demic.M., " Assessment of Random Vertical Vibration on Human Body Fatigue Using Psychological Approach", IMeCHE, C-153/84, London, 1984
- [8] Demic.M., Lukic.J., Milic.Z. "Some Aspects of the Investigation of Random Vibration Influence on Ride Comfort", Journal of Sound and Vibration, Vol.253, Issue(1),2002,pp.109-129.
- [9] Demic S.M., Lukic, K.J, "Human Body Under Two-Directional Random vibration", *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*, Vol. 27, No. 3. (September 2008), pp.185-201
- [10] Nakashima,A.M., Borland,M.J.,Abel, S.M.: *Measurement of Noise and Vibration in Canadian Forces Armoured Vehicles*, Industrial Health 2007, Vol.45, pp.318-327.

MIŠLJENJE RECENZENATA

Autori tehničkog rešenja Željko Despotović, Predrag Jefstović i Igor Berkeš su jasno prikazali i obradili kompletну strukturu tehničkog rešenja. Na osnovu svega navedenog recenzenti su ocenili da tehničko rešenje pod nazivom: "Servohidraulički upravljački sistem hidrodinamičkog pulsatora HP-2007" predstavlja rezultat koji pored stručne komponente pruža originalni naučnoistraživački doprinos, obzirom da je rešenje publikovano u radu pod nazivom „*High performances signal generator implemented on two axes hydraulic pulsator*“ u zborniku IEEE konferencije EUROCON2009 St.Petersburg, 18-23 Maja 2009 godine, EUROCON2009, pp.1467-1473, doi: [10.1109/EURCON.2009.5167834](https://doi.org/10.1109/EURCON.2009.5167834), Print ISBN: 978-1-4244-3860-0 i u domaćem naučnom časopisu *Scientific Technical Review* pod nazivom „*Electro-Hydraulics Vibratory Exciter for Investing Vibration Effects on the Hyman Body*“.

Stoga sa zadovoljstvom predlažemo da se opisano tehničko rešenje prihvati kao tehničko rešenje u kategoriji M83-novo laboratorijsko postrojenje

Recenzenti:

Prof. dr Dragutin Đebeljković
Mашински Факултет Универзитета у Београду

Prof. dr Zoran Stojiljković,
Електротехнички Факултет Универзитета у Београду



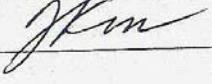
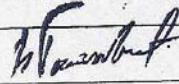
INSTITUT "MIHAJLO PUPIN"

11060 Beograd, Volgina 15
Administracija: Pisarnica 102, Institut 183, 194

Otvaranje radnog zadatka zahtev br. 0410

Datum: 28.12.2006.

Osnov: Ugovor/Porudžbenica
 Interni zadatak

REŠENJE		ZAHTEV ZA OTVARANJE RADNOG ZADATKA			
SIFRA RADNOG ZADATKA	OVERA	PRIMENJIVI VREDNOST	PREDMET		
			Hidrodinamički pulzator		
		PODACI O KUPCU	<i>Naziv i adresa kupca</i> Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine (korisnik opreme Mašinski fakultet iz Kragujevca)		
		PRILOG	Matični broj	Šifra delatnosti	
			Broj ugovora/porudžbine (IMP)	Datum	Broj ugovora/porudžb. (kupca): RGSM-13.1-01/06-07 JN-NIP
					Datum
			Ugovor/porudžbenica priložen uz zahtev ? (DA/NE) <i>Napomena: Ministarstvo 26.12.2006. uplatilo 100% avans na rč. Instituta kod Banke Intesa</i>		
			U vezi navedenog zahteva, otvoriti radni zadatak za koji se utvrđuje vrednost od 68.932 Eura=6.429.908,03 dinara a na osnovu ostalih uslova koji su predviđeni Ugovorom/porudžbenicom.		
			Rok za izvršenje:		
			700-06-10-0410-10 S.J.		
			Nosilac zadatka Jovan Kon, dipl.inž.	Direktor Dr Vlada Batanović, dipl.inž  	

Obrazac Q4.00.721.07 Izdanje 2

*Прдс. Десотовић
Училиште припреме
програма уређаја.*

Република Србија
Министарство науке и
заштите животне средине
Немањина 22 - 26
11000 Београд
Србија



Tel: +381 (0)11-361-65-84, 2688-047 * Fax: +381 (0)11-361-65-16 * <http://www.mntr.sr.gov.yu>

<i>демид</i>	
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ	
ПРОДАВАЧ	МАЈ
ОГЛ. КД	БРОЈ
01-952	

Republic of Serbia
Ministry of Science and
Environmental Protection
22-26, Nemanjina Str.
11000 Belgrade
Serbia

Број: НИО- РГСМ 13.1.-01/06-07- ЈН-НИП/1
Датум: 26.02.2007. године

Машински факултет

34 000 Крагујевац
Сестре Јањић 6

Предмет: Набавка, пријем и коришћење капиталне опреме по уговору број РГСМ 13.1.
01/06-07 ЈН-НИП/1

Поштовани,

Захваљујемо на досадашњем доприносу успешном спровођењу поступка јавне набавке број 01/06-07 ЈН-НИП, којом наручилац - Министарства науке и заштите животне средине (у даљем тексту: Министарство) реализује Пројекат „Набавка капиталне опреме за научно-истраживачки рад“ у оквиру Секторског инвестиционог плана из области науке и електронске управе.

У прилогу Вам достављамо два потписана примерка Уговора о условима пријема и коришћења опреме ради обављања научноистраживачке делатности број РГСМ 13.1. 01/06-07 ЈН-НИП/1 који је Министарство закључило са Вашом НИО (у даљем тексту: Уговор), и копију уговора који је Министарство закључило са испоручиоцем и по коме је извршено аванско плаћање те опреме, у вези са чијим преузимањем треба да контактирате испоручиоца, односно овлашћено лице Министарства: Славица Јањић-Попадић, 011-27-71-778, slavica@labtel.imp.bg.ac.yu, како би преузели оригиналну фактуру и оговарајућим записницима потврдили уредну испоруку опреме наведене у члану 1. Уговора.

С поштовањем,



Прилог:

- два потписана примерка уговора број РГСМ 13.1.01/06-07- ЈН-НИП/1
- копија уговора са испоручиоцем број РГСМ 13.1. 01/06-07- ЈН-НИП

Амени

Евиденциони број уговора код наручиоца: РГСМ-13.1-01/06-07 ЈН-НИП

INSTITUT „MIHAJLO PUPIN“ Р.С.

БЕОГРАД

2571/1 -06

КУПОПРОДАЈНИ УГОВОР

Broj

16 NOV 2006

Datum

год

закључен између

1. Институт "Михајло Пупин", Београд, Волгина 15, ПИБ 100008310, матични број 07014694,
кога заступа Др Владан Батановић (у даљем тексту: ПРОДАВАЦ)

и

2. Влада Републике Србије - Министарство науке и заштите животне средине, Немањина 22-
26, 11000 Београд, Србија, које заступа Др Александар Поповић (у даљем тексту: КУПАЦ)

Члан 1.

Предмет Уговора

Овим Уговором Продавац продаје, а Купац купује Хидродинамички пулзатор у складу са
поруџбином бр. РГСМ-13.1 од 10.11.2006. године која је саставни део овог Уговора.
Договорена цена укључује рокове испоруке, инсталацију уређаја и обуку крајњих корисника
на месту употребе.

Члан 2.

Цена

Укупна цена преузетих обавеза из Члана 1 овог уговора је 68,932 Евра (словима:
шездесетосам хиљада деветстотридесетдвадесет евра) по средњем курсу Народне банке Србије на
дан плаћања, без обрачунате вредности ПДВ.

Члан 3.

Начин плаћања и инструменти гаранције

Купац се обавезује да изврши авансно плаћање у 100% износу цене из члана 2. овог Уговора,
а након што Уговор ступи на снагу и по издавању банкарске гаранције.

Продавац се обавезује да изда гаранцију да је роба плаћена унапред, у складу са горњим
параграфом. Гаранција мора бити издата од стране банке која је прихватљива за Купца, и
треба да буде адресирана Министарству Финансија Републике Србије, Кнеза Милоша 20.
Београд, Србија. Гаранција мора да буде безусловна, неопозива, извршива на први позив, са
периодом важења од 30 дана после испоруке и инсталације робе.

Трошкове издавања гаранције сноси Продавац.

Члан 4.

Рок испоруке

Купац се обавезује да робу из Члана 1 овог Уговора испоручи на адресу испоруке и у року
испоруке како је наведено у Поруџбини.

Гаранција

Гарантни рок за робу из Члана 1 овог Уговора је 12 месеци, изузев за потрошни материјал.

Гарантни период почиње на дан инсталације.

У случају да роба није инсталirана због грешке у производњи робе, гарантни рок се продужава за време потребно да се роба поправи и доведе у стање прописно за инсталацију.

Члан 6.

Закључне одредбе

Овај уговор је сачињен у 4 (четири) идентична примерка, по 2 (два) за сваку уговорну страну. Све евентуалне измене морају бити писмене и потписане од обе стране - Продавца и Купца.

Уговор не сме бити повређен осим у случају више силе или других разлога који нису изазвани од стране Продавца или Купца.

Уговорне стране су сагласне да све евентуалне спорове реше вансудским путем.

У случају немогућности вансудског решавања спорова, надлежан је Трговински Суд у Београду.

У Београду, _____



УГОВОР

Уговорне стране:

РЕПУБЛИКА СРБИЈА - МИНИСТАРСТВО НАУКЕ И
ЗАШТИТЕ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ, Београд, Немањина 22-26,
ПИБ: 102199527, матични број: 07561601
(у даљем тексту: МИНИСТАРСТВО)

и

Машински факултет, Крагујевац, Сестре Јакшић 6, ПИБ:
101576499, матични број: 7151314, кога заступа Проф.др Радован
Славковић декан/директор (у даљем тексту: НИО)

Члан 1.

Сагласно тачки 7. одлуке о покретању и спровођењу поступка јавне набавке са поглађањем без претходног објављивања број 01/2006-07 ЈН-НИП број 401-02-57/2006/02-1 од 03.11.2006. године, овим уговором се утврђују права и обавезе уговорних страна поводом услова под којима се НИО омогућава да, ради обављања научноистраживачке делатности, користи опрему коју је Министарство прибавило од: Институт "Михајло Пупин", Београд, Волгина 15, уговором свиденичним број РГСМ-13.1-01/06-07 ЈН-НИП.

Спецификација опреме из става 1. овог члана је:

Хидродинамички пулзатор

Нето вредност опреме из става 1. овог члана (у даљем тексту: опрема) је: 68.932 евра, без обрачунате вредности ПДВ.

Члан 2.

Министарство је уговор о куповини опреме закључило у оквиру јавне набавке број 01/06-07 ЈН-НИП, а у поступку реализације Националног инвестиционог плана по Пројекту „Набавка капиталне опреме за научно-истраживачки рад“ који је усвојен закључком Владе број 021-4747/2006-2 од 07.09.2006. године.

Опрема је власништво и основно средство Министарства, а њено коришћење од стране НИО има се вршити искључиво за обављање научноистраживачке делатности, под условима утврђеним овим уговором и у складу са законским прописима.

Члан 3.

НИО се обавезује да, са повећаном пажњом и поштујући правила струке, кроз одговарајуће контакте са овлашћеним лицем Министарства, обезбеди ажури и законити пријем и коришћење предметне опреме, а нарочито:

3.1. Да опрему прима на коришћење под условима:

3.1.1. Опрема је власништво Министарства;

3.1.2. Опрема се пушта у рад ради коришћења одмах по инсталацији, осим ако Министарство одобри писмени образложен захтев за оправдано одлагање тог рока;

3.1.3. Декан/директор НИО под пуном законском одговорношћу потврђује да ће се опрема користити искључиво у сврхе непрофитабилног научноистраживачког рада, а у складу са овим уговором којим се таква намена опреме потврђује;

3.1.4. Опрема се, три године од дана увоза, не може отуђити, дати на коришћење другом лицу или другачије употребити, осим у сврхе у које је ослобођена од плаћања увозних дажбина, пре него што се увозне дажбине плате. Та опрема се не може давати у залог, на позајмицу или као обезбеђење за извршење друге обавезе. Законске и уговорне последице супротног поступања, сносиће НИО која опрему треба да користи у намене непосредног обављања научне делатности;

3.1.5. НИО је обавезан да опрему учини доступном за све кориснике које финансира Министарство, као и да је учини доступном у могућој мери и за извођење наставних процеса који су у функцији научноистраживачког рада. Омогућавање такве доступности у оквиру

времена неискоришћеног од стране НИО не може се условљавати, осим у смислу захтева за обезбеђивања погонског или другог неопходног потрошног материјала.

3.2. Да овлашћено лице НИО (по овлашћењу из Прилога 1 који је саставни део овог уговора) непосредно прати реализацију овог уговора у целини, а нарочито: остварује контакт и координацију са испоручиоцем везано за коришћење опреме у гарантном року; остварује контакт и координацију са овлашћеним лицем Министарства у односу на обезбеђивање ажурног и законитог квантитативног и квалитативног пријема опреме (ако је уговорено, и њене инсталације и обуке); непосредно се ствара о коришћењу опреме у складу са овим уговором, и декану/директору НИО указује на пропусте или проблеме који у вези са тим евентуално настану. То лице НИО је овлашћено и да потпише записник о извршенуј испоруци опреме (по обрасцу из Прилога 2 који је саставни део овог уговора).

3.3. Да о наменском коришћењу примљене и инсталоване опреме Министарству доставља редовне годишње извештаје, а периодичне на захтев Министарства (у року који одреди писаним захтевом Министарства), коме мора да обезбеди и непосредан увид у услове коришћења опреме. Уколико из нескривљених разлога дође до онемогућавања коришћења опреме сагласно овом уговору, НИО ће Министарство обавестити одмах, а најкасније у року од три дана од дана сазнања за наступање таквих околности.

Уколико НИО не испуњава обавезе наведене у ставу 1. овог члана или на други начин драстично повреди или злоупотбижи права установљена законом или овим уговором, а уочене пропусте не отклони у року и на начин садржан у писаном упозорењу Министарства, Министарство задржава право да једнострано раскине овај уговор, опрему изузме од коришћења НИО и покрене поступак накнаде настале штете.

Члан 4.

Министарство се обавезује:

4.1. Да овлашћено лице Министарства у сарадњи са овлашћеним лицем НИО (по овлашћењу из Прилога 1), координира поступак пријема робе код НИО, како би се потписан записник о квантитативном и квалитативном извршењу испоруке по уговору одмах доставио испоручиоцу, односно Министарству финансија на које гласи банкарска гаранција.

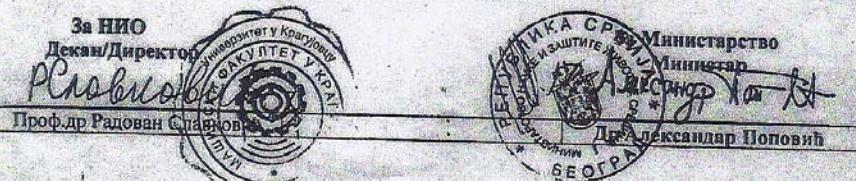
4.2. Да, на писмени захтев НИО, пружи сву неопходну помоћ у регулисању услова под којима овај уговор утврђује давање опреме на коришћење.

Члан 5.

За евентуалне спорове које не реше споразumno, уговора се надлежност Трговинског суда у Београду.

Овај уговор је сачињен у 5(пет) истоветних примерака, од којих су за Министарство 3(три), а за НИО 2(два).

У Београду, _____ (датум утискује Министарство)
Евиденциони број уговора: РГСМ-13.1-01/06-07 ЈН-НП/1



На основу Уговора РГСМ 13.1.01/06-07-ЈН-НИП/1 и РГСМ 13.1.01/06-07-ЈН-НИП (у даљем тексту Уговора) који су потписани 10.11.2006 године, а односе се на испоруку и уградњу хидродинамичког пулзатора, овлашћена лица научноистраживачких организација (НИО) Института "Михајло Пупин" и Машинског факултета у Крагујевцу потписују следећи

10 JUN 2008
ПРИМЉЕН
Ориг. ОД-111383
Библиотека

ЗАПИСНИК О ПРИМОПРЕДАЈИ

Извршена је испорука и инсталација хидродинамичког пулзатора и пратеће опреме намењене непосредном обављању научне делатности коју је испоручио Института "Михајло Пупин", Волгина 15, Београд (у даљем тексту испоручилац) по уговорима број РГСМ 13.1.01/06-07-ЈН-НИП/1 и РГСМ 13.1.01/06-07-ЈН-НИП од 10.11.2006 године. Испорука, уградња и тестирање система су обављени по следећим фазама:

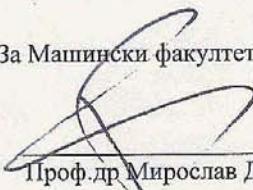
1. Дана 05.02.2008 године Машинском факултету у Крагујевцу (у даљем тексту корисник) је од стране Института "Михајло Пупин" испоручен хидродинамички пулзатор са припадајућом машинском и електроенергетском опремом, као и управљачким системом.
2. Инсталација, уградња и усаглашавање система хидродинамичког пулзатора према постојећим условима на месту уградње су обављени у лабораторији за моторна возила Машинског факултета у Крагујевцу у периоду од 05.02.2008 године до 20.05.2008 године.
3. Прелиминарна испитивања и тестирања система хидродинамичког пулзатора су остварена у периоду усаглашавања система.
4. Завршна испитивања и тестирања су остварена од 22.05-04.06.2008 године у лабораторији за моторна возила Машинског факултета у Крагујевцу, када је констатован задовољавајући квалитет и техничке перформансе испорученог система хидродинамичког пулзатора према постављеним техничким захтевима (потврда - документ "Извештај о испитивању хидродинамичког пулзатора ХП-2007" дат у Прилогу овог записника).
5. Испоручилац опреме је предао кориснику три копије упутства за коришћење, и то: упутство за машинско-хидраулички део и упутство за руковање оператор-панелом управљачког система.
6. Испоручилац је извршио обуку особља корисника дана 10.06.2008 године
7. Испоручилац је извршио предају гарантне изјаве за испоручени систем хидродинамичког пулзатора кориснику, дана 10.06.2008 године

На Машинском факултету
у Крагујевцу, дана 10.06.2008 године

За Институт "Михајло Пупин":


Др Жељко Деспотовић, дипл.ел.инж., научни сарадник

За Машински факултет у Крагујевцу:


Проф.др Мирослав Демић, академик



Datum/ Date 13 JUL 2010
Znak/ Ref. 01-112150

09.07.2010 godine

Ovim se potvrđuje da je:

Servohidraulički upravljački sistem hidrodinamičkog pulzatora HP-2007 (Ugovor br. RGSM 13.1.01/06-07-JN-NIP koji je sklopljen sa Ministarstvom za Nauku Republike Srbije, dana 10.11.2006 godine, rukovodilac projekta: Prof. dr Miroslav Demić – Mašinski Fakultet Kragujevac

koji su realizovali:

Dr Željko Despotović- Institut "M.Pupin" Beograd, Predrag Jeftović, Igor Berkeš-IMP "Projekt Inženjering"

u eksplatacionaloj primeni na **Katedri za motorna vozila Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu** počev od **10.06.2008 godine**

Dekan Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu



Prof. Dr Miroslav Babić