



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeans@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ

NOVO EKSPERIMENTALNO POSTROJENJE ZA ISPITIVANJE MOTORA SUS

Аутори: др Јован Дорић¹, др Иван Клинар², Ненад Распоповић³, МSc Бојан Даквић⁴, мр Николви Небојша⁵, мр Живота Антонић⁵

¹Асистент, Катедра за моторе и возила, FTN-Нови Сад

²Редовни професор, Катедра за моторе и возила, FTN-Нови Сад

³Студент мастер студија, Катедра за моторе и возила, FTN-Нови Сад

⁴Истраживач-приправник, Катедра за електронику, FTN-Нови Сад

⁵Асистент, Катедра за моторе и возила, FTN-Нови Сад

Нови Сад 2012. године

UVOD

Ispitivanje motora sa unutrašnjim sagorevanjem je izezetno značajno ne samo tokom njegovog razvoja već i nakon eventualnog remonta motora ili ispitivanja u naučne svrhe. Takođe se preko opreme za ispitivanje motora može dobiti jasniji uvid uticaja eksploatacije na njegove osnovne pokazatelje. Za sprovođenje eksperimentalnih ispitivanja i istraživanja neophodno je raspolagati mernim postrojenjem adekvatnih performansi. Neophodno je obezbediti mogućnost kontrolisanja što većeg broja relevantnih parametara, kao i akviziciju mernih veličina koje su od interesa. Eksperimentalna oprema mora biti tako koncipirana da omogući poređenje performansi za različite režime rada kao i različite tipove motora. Zahtevi za kompleksne procedure tokom ispitivanja motora su današnje laboratorije za motore SUS podigle na sofisticirani nivo. Takve laboratorije u velikoj meri zavise od izbora merne opreme. Instrumenti i laboratorijska oprema koja se koristi tokom ispitivanja motora moraju da budu veoma pouzdani i tačni u dužem vremenskom periodu. Shodno tome, novi i komplikovani postupci ispitivanja iziskuju stroge kontrole različitih parametara kao što su: sila, temperatura, pritisak, protok, vlažnost, brzina i sl., čije se meranja moraju nalaziti u uskim tolerancijama. Pored toga, ovakva laboratorijska postrojenja moraju da se prilagode međunarodnim i domaćim standardima. Bez obzira na svrhu ispitivanja, bilo da se radi o standardnom ispitivanju remontovanih motora ili je reč o ispitivanju u naučno-istraživačke ili nastavne svrhe, svako ispitivanja iziskuje materijalna ulaganja i dosta istraživačkog vremena. Zbog toga je od izuzetnog značaja da merna oprema ne utiče na bespotreban broj ponavljanja procedura ispitivanja ili neočekivanih prekida testiranja. Upravo iz tih razloga je od značaja posedovati mernu opremu koja omogućuje brži i lakši rad tokom eksperimenta.

U ovom radu je prezentovano je novo laboratorijsko postrojenje za ispitivanje motora SUS. Pri izboru koncepcije i konstruktivnih parametara vodilo se računa o mogućnostima za prevazilaženje nedostataka uobičajenih rešenja, uz korišćenje raspoloživih infrastrukturnih potencijala. Koncepcija i materijalna ulaganja novog postrojenja čine ga posebno prikladnim za ispitivanje automobilskih motora SUS.

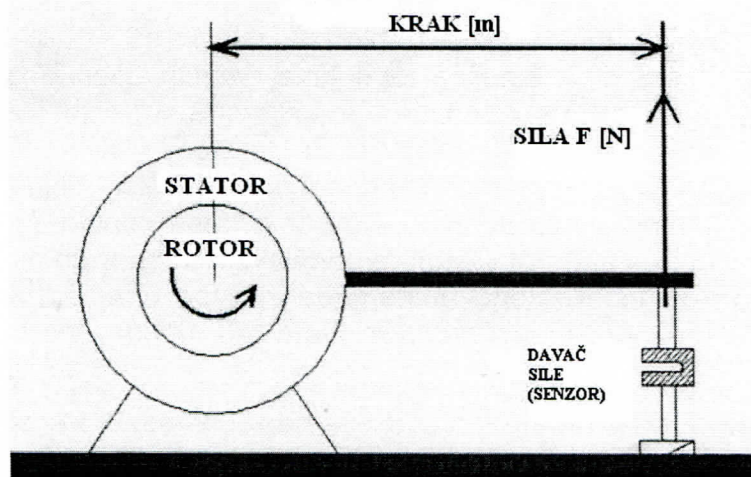
OBLAST NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOSI

Prezentovano tehničko rešenje predstavlja eksperimentalno postrojenje koje se može koristiti za ispitivanja u oblasti tehničko-tehnoloških nauka. Tehničko rešenje eksperimentalnog postrojenja za ispitivanje motora SUS je interdisciplinarnog karaktera, s obzirom na to da objedinjuje elemente mašinskog i elektrotehničkog inženjerstva kao i merne i regulacione tehnike. Ovakav uređaj prvenstveno ima ulogu ispitivanja različitih tipova motora SUS. Prezentovano novo eksperimentalno postrojenje za ispitivanje motora SUS ima za cilj unapređenje ispitivanja različitih karakteristika motora sa unutrašnjim sagorevanjem.

TEHNIČKI PROBLEM

Ispitivanje motora SUS predstavlja završnu etapu složenog procesa njihovog stvaranja i usavršavanja. Tokom ispitivanja motora SUS uglavnom se teži da se dobiju različite karakteristike motora u funkciji pojedinih parametara. Samo ispitivanje se skoro nikada ne vrši za jednu ispitivanu radnu tačku. Razlog toga je što sam motora uglavnom ne radi u jednoj radnoj tački i što je za poznavanje njegovih brzinskih karakteristika potrebno regulisati i broj obrtaja i njegovo opterećenje. Prema tome može se reći da je tokom ispitivanja motora potrebno snimiti podatke u više radnih tačaka. Krive punog i parcijalnih opterećenja se formiraju na osnovu dobijenih rezultata u dovoljnom broju radnih tačaka. Kada se uzme u obzir broj mogućih položaja organa za regulisanje opterećenja, broj obrtaja, podešenost pojedinih sistema u odnosu na koji se žele snimiti karakteristike postaje jasno da se kao jedan od problema nameće njihovo snimanje, čuvanje i obrada takvih podataka. Naravno za pojedina merenja nisu neophodni kompleksni algoritmi i programi da bi se dobili ovakvi dijagrami, ali za većinu podataka koji se danas dobijaju putem ispitivanjem motora ovakve analizu su neophodne. Stoga se može reći da je tehnički problem merenje, čuvanje i obrada izmerenih veličina u funkciji različitih radnih parametara ispitivanog motora, i to na takav način da se tokom ispitivanja istovremeno odvijaju spomenute operacije preko kojih ispitivač u realnom vremenu može da prati trenutne radne tačke kao i izmerene vrednosti u njima.

Kada je reč o merenju obrtnog momenta motora na probnim stolovima uglavnom se taj problem rešava preko merenja sile na određenom rastojanju (kraku) od ose obtanja rotora. Univerzalan i uprošćen šematski prikaz merenje obrtnog momenta motora se može prikazati preko slike 1.



Slika 1 – Šematski prikaz merenja obrtnog momenta motora

Ovakav način je najjednostavniji i omogućuje primenu relativno malih davača koji mogu da mere velike obrtne momente, što se postiže usled regulacije veličine kraka na koji deluje sila. Ipak, ovakva bazična postavka nudi mogućnost merenja sile, tj. izračunavanja obrtnog momenta motora za posmatranu radnu tačku. Ispitivanje današnjih motora se uglavnom bazira na

merenje punih i parcijalnih karakteristika u širokom dijapazonu brojeva obrtaja, kao i usled različitih ostalih parametara rada motora. Opšte je poznato da motor radi na promenljivim režimima, u širokom dijapazonu :

- broja obrtaja
- opterećenja

Granice promene broja obrtaja i opterećenja određuju se :

- uslovima rada motora
- uslovima rada radne mašine

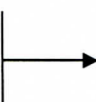
Uslovi rada motora i radne mašine mogu biti ograničeni raznim faktorima :

- toplotnim i mehaničkim opterećenjima elemenata motora
- uslovima izvođenja radnog ciklusa
- usaglašenosti rada klipnog dela motora sa pojedinim podsistemima motora
- brojem obrtaja kolenastog vratila motora i vratila radne mašine

Iz svega navedenog se može zaključiti da je tehnički problem digitalno uzorkovanje podataka o sili tj. momentu motora kao i njegovoj ugaonoj brzini, gde će prikupljanje podataka biti tako izvedeno da se oni automatski mogu čuvati i obrađivati u cilju dobijanja promene obrtnog momenta u funkciji broja obrtaja ili realnog vremena.

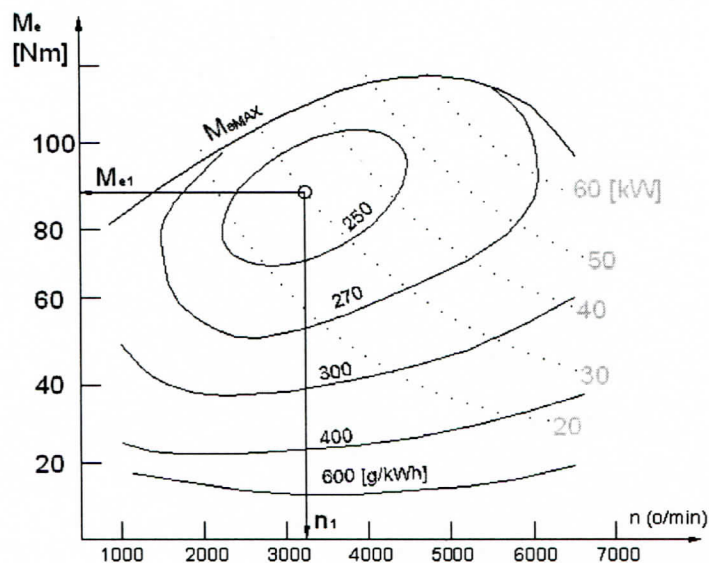
Kao glavni problem usled takvog ispitivanja motora se nameće praćenje izmerenih veličina, njihovo čuvanje i obrada u realnom vremenu. Na taj način se dolazi do mnogo bržeg procesa ispitivanja pri čemu se automatski mogu formirati višeparametarske (univerzalne) karakteristike. u praksi se često pojavljuje potreba poznavanja zakonitosti izmene pokazatelja motora u funkciji više nezavisno promenljivih.

Ovakve karakteristike motora nazivaju se :

- | | | |
|--|---|----------------|
| <ul style="list-style-type: none">• VIŠEPARAMETARSKE• UNIVERZALNE• KOMBINOVANE |  | KARAKTERISTIKE |
|--|---|----------------|

Na ovaj način se omogućuje analiza energetskih pokazatelja i pokazatelja ekonomičnosti motora u čitavom dijapazonu brzinskih režima i režima opterećenja.

U svojstvu primera daje se prikaz višeparametarske karakteristike sa koordinatama $n-M_e$ prikazana na sl. 2.



Slika 2 - Univerzalna karakteristika

Formiranje (stvaranje) višeparametarskih karakteristika može se i automatizovati putem primene računara za što je potrebno :

- podatke ispitivanja matematički obraditi tako da se dobiju koordinate tačaka sa konstantnim vrednostima ispitivanog parametra
- izvršiti unošenje i spajanje tih tačaka u polju višeparametarskog dijagrama
- posredstvom linearne, kvadratne, ili složene aproksimacije zameniti izlomljenu krivu sa kontinualno promenljivom krivom

Pored problema vezanih sa snimanje, čuvanje i obradu podataka, jedan od problema tokom pojedinih ispitivanja predstavlja i mogućnost dovoljno preciznog praćenja trenutnog ugla kolenastog vratila. Tačan položaj kolenastog vratila je od presudnog značaja tokom merenja pritiska u cilindru motora, tj. tokom indiciranja motora. Današnje kočnice u svom sastavu ne poseduju enkodere koji mogu da zadovolje vrlo precizna merenja koja su neophodna da bi se dobili tačni podaci o toku pritiska. Poznato je da Sam podatak o promeni pritiska nema veliki značaj ukoliko se ne poznaje tačan položaj spoljašnje mrtve tačke. Poznato je da greška u položaju toka pritiska od samo jednog stepena može dovesti do greške od oko 10% kod izračunavanja srednjeg efektivnog pritiska. Isto tako pojedini autori ove tematike [169] ističu da se tačan položaj SMT mora utvrditi do granica oko $0,1^\circ$.

Kada se ispitiuju motori SUS uglavnom se teži dobijanju određene zavisnosti jednih parametara u odnosu na druge. Tako da se vrlo često nameće problem promene pojedinih radnih parametara u cilju dobijanja jasnije slike uticaja tih parametara na rad motora. Tako se nameće problem lakog upravljanja: uglom predpaljenja, doziranjem goriva, sastava smeše i sl.

Prema tome tehnički problemi koji su novim laboratorijskim postrojenjem rešeni su:

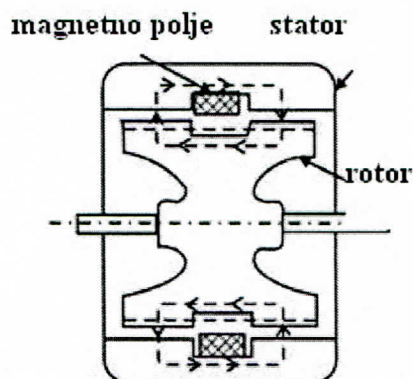
- snimanje, čuvanje i obrada podataka tokom ispitivanja motora
- precizno i brzo očitavanje trenutnog ugla kolenastog vratila
- regulacija radnih parametara motora tokom njegovog ispitivanja

STANJE U SVETU

Tendencija razvoja ispitnih postrojenja ovog tipa u svetu je sve većeg intenziteta. Postoji više vrsta dinamometra koji su namenjeni ispitivanju motora sa unutrašnjim sagorevanjem. U ovom radu biće prezentovano novo eksperimentalno postrojenje koje u svom sastavu poseduje dinamometar sa vihornim strujama, stoga će u daljem tekstu biti dat kratk prikaz stanje tehnike u svetu iz oblasti motorskih kočnica sa vihornim strujanjem.

Dinamometri sa vihornim strujama

Princip rada dinamometra sa vihornim strujama je prikazana na sl. 3. On se sastoji iz statora na kome je postavljen veći broj elektromagneta i od rotora u obliku diska koji je napravljen od bakra ili čelika, pri čemu je rotor kruto vezan za izlazno vratilo motora. Prilikom rotiranja rotora u statoru dolazi do generisanja vrtložnih struja usled promene magnetnog fluksa. Ove vrtložne struje proizvode toplotu tako da se ovakav tip dinamometra uvek mora hladiti. Obrtni moment se kod ove vrste dinamometra meri kao i kod svakog drugog apsorcionog dinamometra preko poluge koja je vezan za davač sile.



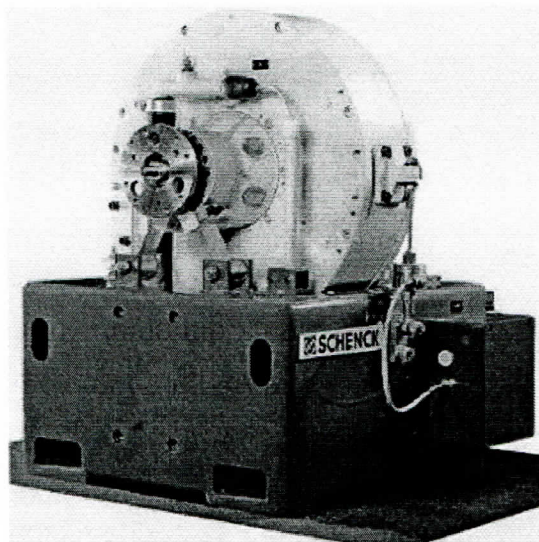
Slika 3-Princip rada dinamometra sa vihornim strujama

Otpor koji će pružati dinamometar se reguliše strujom u elektromagnetima koji su postavljeni u statoru. Glavne prednosti ovakvih dinamometara se mogu definisati sledećim osobinama:

- Velika snaga kočenja po jedinici mase dinamometra
- Omogućavaju najveći odnos konstantne snage i brzine (do 5 : 1).
- Nivo pobude je ispod 1% snage dinamometra što ga čini lakim za kontrolu i programiranje.

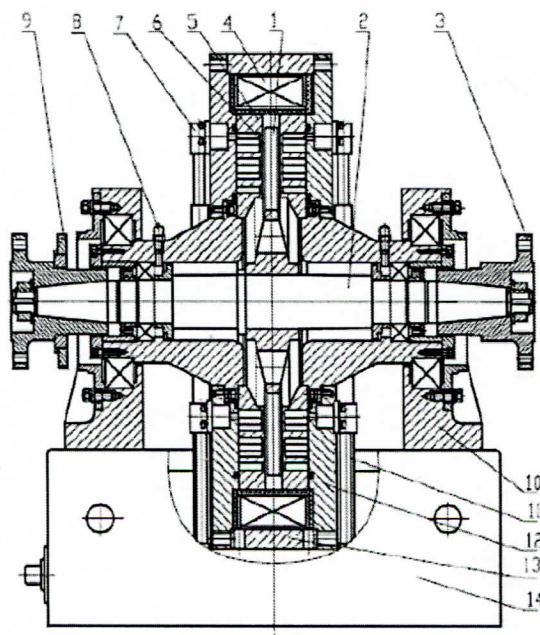
- (d) Promena struje u satorima je glatka pa je stoga i promena obrtnog momenta motora relativno lagana pri svim uslovima.
- (e) Relativno visok obrtni moment pri malim brzinama motora.
- (f) Mali broj rotirajućih elemenata (vratilo i ležajevi).
- (g) Bez ograničenja veličine ispitivanih motora.

Izgled dinamometra sa vihornim strujama koji je namenjen za ispitivanje motora srednjih snaga se može videti na sledećoj slici 4.



Slika 4 – Dinamometar sa vihornim strujama SCHENCK

Presek motorske kočnice sa osnovnim elementima je prikazan na slici 5. Uočava se relativno jednostavna postavka elemenata koji omogućavaju bezkontaktno kočenje rotora usled regulacije jačine struje na satoru. Osnovni elementi su pozicionirani na sl. 5 dok su navedeni tabelom 1.



Slika 5 – Presek motorske kočnice

Tabela 1 – Osnovni elementi dinamometra

1	Indukcioni disk	8	poklopac ulja
2	vratilo	9	davač brzine
3	spojnica	10	kućište ležaja
4	pobudni kalem	11	cev za ulaz vode
5	prostor za hlađenje	12	potporni prsten
6	međuprostor	13	spoljašnji prsten
7	izlaz za rashladnu tečnost	14	osnova

Prezentovan dinamometar u svom sastavu ne poseduje davač položaja vratila motora koji bi bio dovoljno precizan da omogući snimanje nekih veličina kao što je na primer pritisak u cilindru motora u funkciji od ugla kolenastog vratila. Pored toga probni stolovi sa ovakvom kočnicom nemajau mogućnosti promene radnih parametara motora kao ni mogućnost zapisa, čuvanja i obrade snimaljenih rezultata.

SUŠTINA TEHNIČKOG REŠENJA

Suština tehničkog rešenja je u originalnom pristupu koncepciji mernog postrojenja, koja je takva da omogućava precizno merenje pojedinih ispitivanih veličina, takođe vrednosti izmerenih veličina se automatski čuvaju i obrađuju u napravljenom programu. Dok je sa druge strane omogućen visok stepen kontrole parametara i dobra ponovljivost eksperimenata. Pri razvoju koncepcije na optimalan način su korišćeni infrastrukturni potencijali Laboratorije za motorna vozila – FTN Novi Sad, koji uključuju senzor za merenje sile HBM U2, akviziciju podataka preko kartice NI kao i SCHENCK motorsku kočnicu.

Očitavanje izmerenih veličina je izvedeno preko posebnog programa koji u sebi sadrži algoritam za brzu obradu podataka kao i njihovo prezentovanje i čuvanje. Dok je problem menjanja radnih režima, tj. praćenje i regulacija opterećenja, kao i sastava smeše ostvareno putem posebnog programabilnog računara. Novo eksperimentalno postrojenje u svom sastavu poseduje davač sile koji je povezan sa mernim pojačalom i akvizicionom karticom. U svom sastavu ovaj probni sto poseduje senzor za merenje sile i senzor za merenje broja obrtaja. Preko očitavanja sile se uz informaciju o veličini kraka (sl 1.) dolazi do podatka o trenutnom obtnom momentu motora, dok se preko trenutnog broja obrtaja izračunava snaga motora sa ispitivani režim. Očitavanje vrednosti sa analognih pokazivača je relativno jednostavno rešenje kada je reč o merenju ovih vrednosti za nekoliko radnih tačaka. Međutim, prilikom ispitivanja brojnih radnih režima koji su veoma česti tokom ispitivanja motora, javlja se problem brzog i jednostavnog uzorkovanja podataka, kao i njihove brze obrade. Potrebno je spomenuti i pojedine ekperimentalne postupke koji nudi motorska kočnica SCHENCK 230W a koje sa trenutnom dodatnom opremom ovog probnog stola nije moguće u potpunosti iskoristiti. Tako se kao primer može uzeti ispitivanje performansi ubrzanja motora koje imaju za cilj simuliranje realnog opterećenja motora tokom eksploatacije motornog vozila. Uvid u promenu obrtnog momenta i brzine motora tokom ubrzanje opterećenog motora je gotovo nemoguće pratiti sa instaliranom opremom na klasičnim probnim stolovima

U izboru koncepcije posebna pažnja je posvećena modularnosti, kako bi se ostavila mogućnost naknadnog nadograđivanja i usavršavanja, što predstavlja velik doprinos ekonomskoj racionalnosti izrade postrojenja.

S obzirom na navedene osobine, prednosti koncepcije novoformiranog mernog postrojenja mogu se rezimirati kroz sledeće stavke:

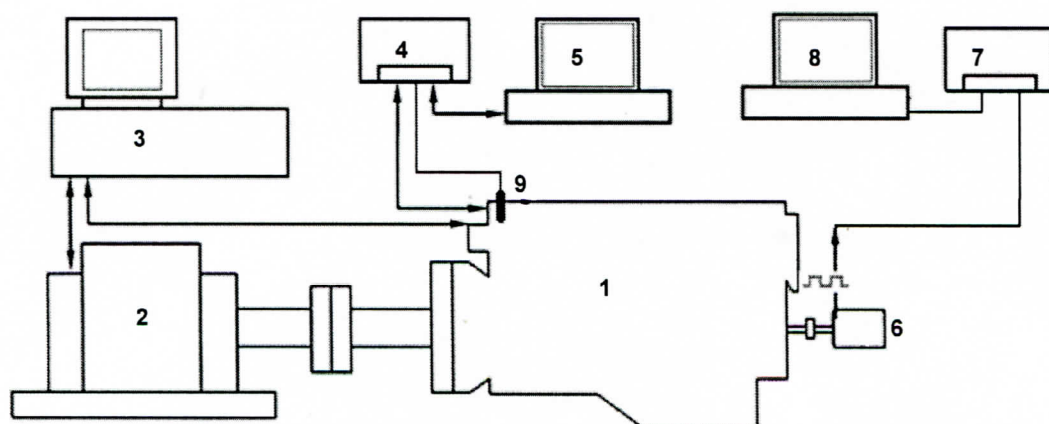
- precizno merenje ispitivanih veličina
- brzo merenje ispitivanih veličina
- automatski obrađivanje izmerenih veličina
- čuvanje izmerenih vrednosti u bazi podataka
- automatski iscrtavanje radnih tačaka, linija ili dijagrama
- menjanje radnih parametara

DETALJAN OPIS I KARAKTERISTIKE TEHNIČKOG REŠENJA

Novo eksperimentalno postrojenje se sastoji iz sledećih elemenata koje poseduje laboratorija za motore SUS Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu:

- oto motor (EFI 1,1),
- dinamometar (SCHENCK W 230),
- hardver za akviziciju podataka (National Instruments),
- senzor pritiska u usisnom kolektoru (BOSCH),
- enkoder položaja kolenastog vratila (HEDSS) sa napajanjem (ISKRA),
- računar za upravljanje motorom sa pratećim kontrolerom i programom (PC+VEMS V3,6)

Šematski prikaz eksperimentalnog postrojenja je prikazan na slici 6. Na istoj slici su prikazane sledeće komponente: oto motor EFI 1,1-1, dinamometar sa vihornim strujama SCHENCK W230-2, kontroler dinamometra-3, programabilna ECU motora VEMS V3,6-4, PC računar za upravljanje radom VEMS-a i očitavanja podpritiska u usisnom kolektoru-5, optički enkoder položaja kolenastog vratila-6, akviziciona kartica NI-7, PC računar za prikupljanje, čuvanje i obradu podataka tokom snimanja pritiska u cilindru motora-8 i senzor pritiska u usisnom kolektoru-9



Slika 6-Šema sistema za ispitivanje motora SUS

Snimanje pritiska u usisnom kolektoru se vršilo preko: davača podpritiska, davača broja obrtaja, potencijometra na regulacionom organu,

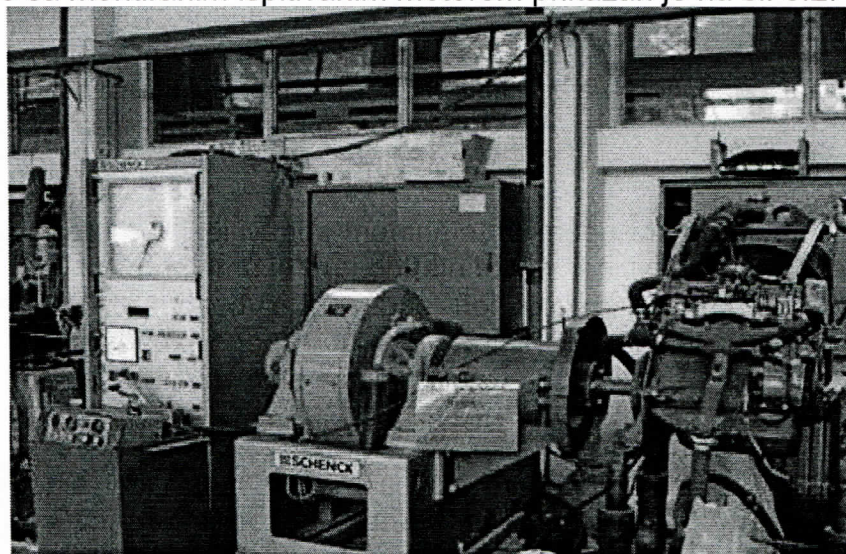
VEMS kontrolera i PC računara. Detaljniji opis korišćene opreme tokom eksperimenta će biti dat u sledećem tekstu.

Motor

Kada je reč o ispitivanim motorima, to mogu biti oto ili dizel motori do snage od 230 kW pri čemu je broj obrtaja tokom ispitivanja ograničen sa 7500 n/min. Probni sto poseduje posebne nosače koji se mogu adaptirati za različite gabarite ispitivanog motora. Motor se povezuje sa kočnicom preko svog zamajca putem elastične spojnice.

Dinamometar SCHENCK W 230

Kočenje ispitivanih motora se izvodi na dinamometru SCHENCK W 230 (sl. 7). Ovaj uređaj spada u grupu dinamometara sa vihornim strujama. Probni sto sa montiranim ispitivanim motorom prikazan je na sl. 8.2.



Slika 7- Dinamometar sa vihornim strujama SCHENCK 230W na koji je postavljen ispitivani motor

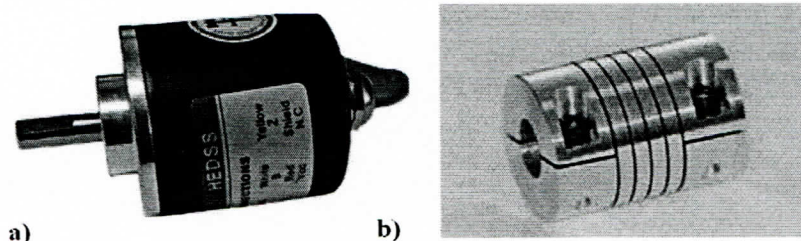
Da bi se snimio pritisak bilo je potrebno definisati odgovarajuće radne režime, iz tih razloga je korišćen dinamometar koji ima mogućnost kočenja motora pri konstantnom broju obrtaja. Osnovne karakteristike dinamometra su date tabelom 2.

Tabela 2-Osnovne karakteristike dinamometra SCHENCK W 230

naziv		SCHENCK W 230
snaga	[kW]	230
obrtni moment	[Nm]	750
minimalna brzina	[min ⁻¹]	620
maksimalna brzina	[min ⁻¹]	7500
minimalna brzina za maksimalnu snagu	[min ⁻¹]	2928
moment inercije	[kgm ²]	0,53
maksimalna masa pri n_{max}	[kg]	4,5
maksimalna jačina struje	[A]	6,1
radna temperatura	[°C]	od 0°C do +70°C bez aditiva, od -25°C do +70 °C sa antifrizom i redukovanom snagom od 10 do 20%

Senzor položaja kolenastog vratila

Precizan položaj kolenastog vratila je determinisan preko enkodera HEDSS serije ISC 3806. Njegove tehničke karakteristike su prikazane tabelom 3, dok je na šemi 6 označen pozicijom 6.

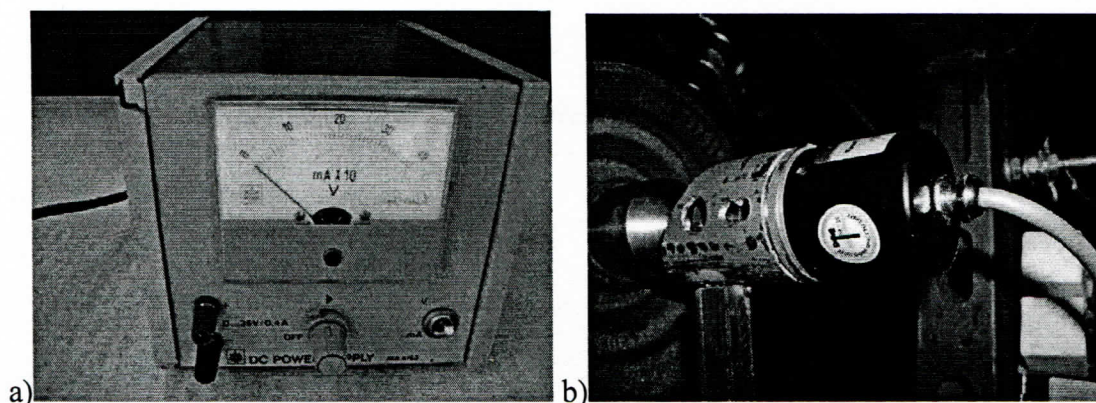


Slika 6-a) Enkoder položaja kolenastog vratila i b) elastična spojnica

Tabela 4-Osnovne karakteristike enkodera položaja kolenastog vratila

naziv	HEDSS ISC 3806
potrošnja	$\leq 120 \text{ mA}$
učestanost	$0 \div 100 \text{ KHz}$
izlazna faza	$90^\circ \pm 45^\circ$
napajanje	$5 \div 24 \text{ V}$
broj impulsa	2000 po obrtaju
maksimalni broj obrtaja	6000 min^{-1}
obrti moment	$\leq 1,5 \times 10^{-3} \text{ Nm (+25}^\circ\text{C)}$
težina	130 g
Vlažnost ambijenta	30~85% (bez kondenzacije)
Temperatura skladištenja	$-30^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$
Radna temperatura	$-25^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$

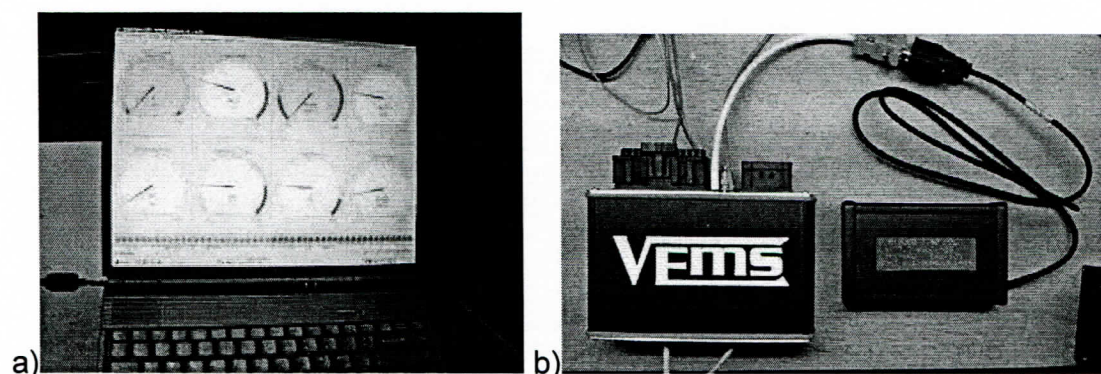
Senzor položaja kolenastog vratila je priključen na napajanje ISKRA MA 4153 radnog opsega 0-34V/0,4A. Napajanje je prikazano na sl. 7a), dok je montiran senzora, sa elastičnom spojnicom koja je spojena sa kolenastim vratilom, prikazan na sl. 7b).



Slika 7-a) Napajanje enkodera i b) prikaz montiranog senzora i elastične spojnice na kolenastom vratilu

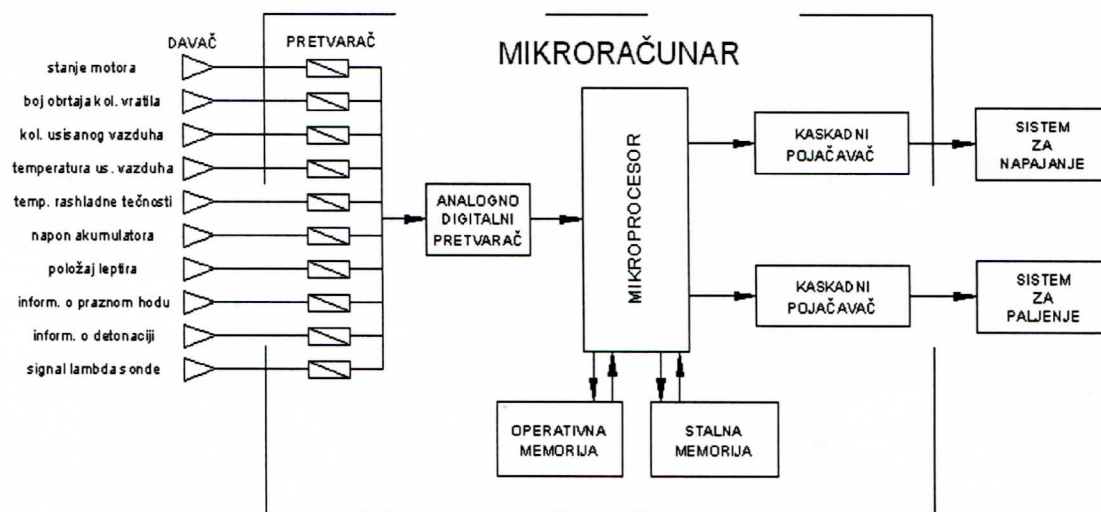
Programabilni ECU

Činjenica je da savremeni oto motori rade sa približno stehiometrijskim smešama, ipak pojedina ispitivanja iziskuju menjanje ovog parametra. Menjanje koeficijenta viška vazduha tokom ispitivanja motora se lako može vršiti preko širokopojasne lambda sonde i programabilnog računara. Opisana oprema je kontrolisana preko PC računara prikazanog na sl. 8, dok je na šemi 6 kontroler VEMS V3,6 označen pozicijom 4, a računar pozicijom 5. Pored kontrole sastava smeše kontrolisanje motora preko VEMS-a omogućava relativno jednostavnog i brzo menjanja različitih parametara kao što su mape paljenja i ubrizgavanja. Ovakva podešavanja su od izuzetnog značaja prilikom ispitivanja koja imaju za cilj sinhronizovanje ulaznih parametara simulacije sa parametrima rada motora koji se eksperimentalno ispituje.



Slika 8- Eksperimentalna oprema za upravljanje radom ispitivanog motora SUS: a) PC računar i b) VEMS V3,6 kontroler

Šema programabilnog računara je prikazana na slici 9.



Slika 9-Šema programabilnog računara

Pored prethodno opisanog enkodera položaja kolenastog vratila korišćen je još jedan senzor položaja kolenastog vratila. Taj drugi senzor je klasičan HALL senzor koji se može naći kod svih oto motora koji poseduju savremenije sisteme paljenja i ubrizgavanja. Uloga ovog senzora je da omogući adekvatan

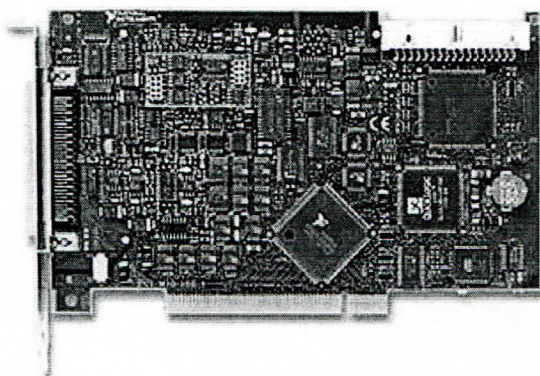
rad motora i izračuna tačan broj obrtaja koji se takođe očitavao preko računara sa slike 8. Za određivanje veličine prigušenja odnosno definisanja odgovarajućeg parcijalnog opterećenja korišćen je signal sa potenciometra koji definiše otklon zakretanja leptira i time šalje signal u VEMS. Takođe se putem VEMS-a merio podpritisak u usisnom kolektoru preko senzora pritiska koji može pored merenja depresije da se koristi i kod merenja nadpritiska (do 250 kPa) prehranjivanih motora.

Akviziciona kartica

Za prijem podataka sa enkodera položaja kolenastog vratila HEDSS koristi se 12-bitna National Instruments kartica, oznake NI PCI-6070E. Glavne tehničke karakteristike ove akvizicione kartice su predstavljene tabelom 4. Akviziciona kartica PCI-6070E je prikazana na sl. 10, na šemi (sl. 6) kartica je označena pozicijom 7. Računar koji je povezan sa karticom je vršio: prijem, čuvanje i obradu podataka. PC računar šematski je prikazan na sl. 6, i označen pozicijom 8.

Tabela 4-Specifikacija kartice NI PCI-6070E

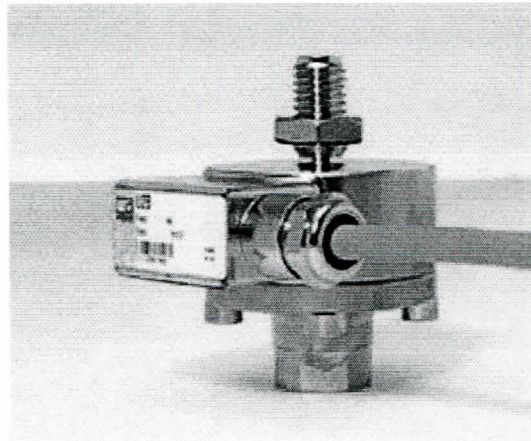
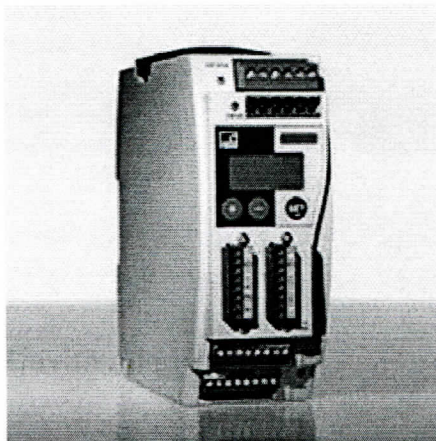
naziv	PCI-6070E
vrsta	multifunkcionalna akviziciona kartica
forma	PCI
operativni sistem	Windows, Mac OS, Linux
LabVIEW RT podrška	da
Analogni ulaz	
broj kanala	16
rezolucija	12 bit-a
brzina uzorkovanja	1.25 MS/s
maksimalni napon	10 V
maksimalni opseg	od -10V do +10V
minimalni opseg	od -50mV do +50mV
Analogni izlaz	
broj kanala	2
rezolucija	12 bit-a
maksimalni napon	10 V
maksimalni opseg	od -10V do +10V
Digitalni ulaz/izlaz	
broj kanala	8
opseg ulaznog i izlaznog napona	od 0V do +5V



Slika 10- Akviziciona kartica NI PCI-6070E

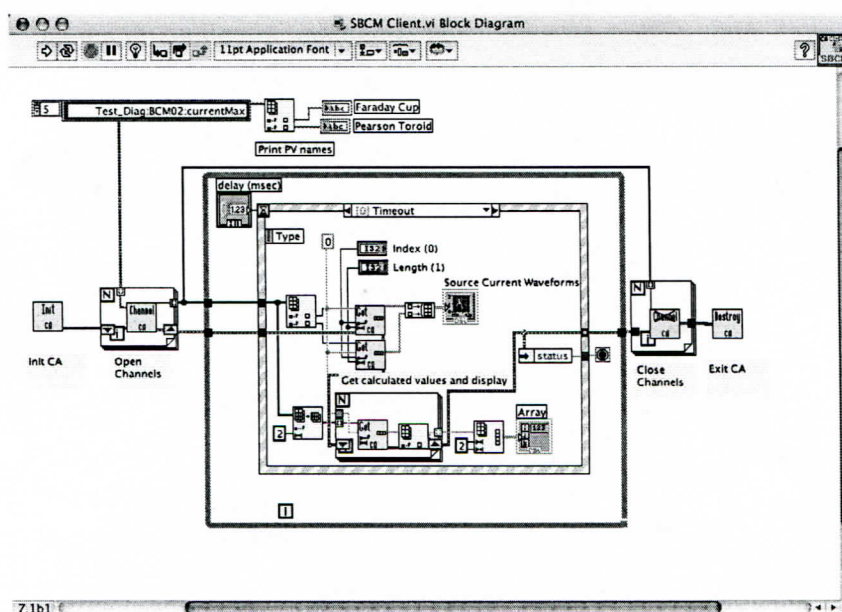
Davač sile i pojačalo

Davač sile HBM U2B je povezan sa HBM MP55 industrijskim pojačalom. Pojačalo HBM MP55 je prikazano na sl. 11a) dok je davač sile prikazan na slici 11b).



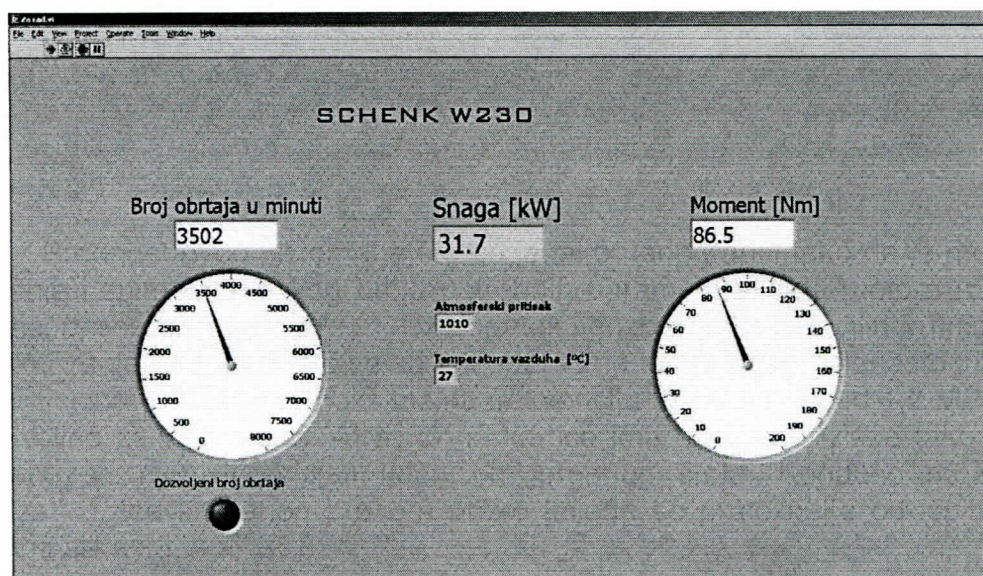
Slika 11-a) Pojačalo HBM M55, b) davač sile HBM U2

Sa pojačala se koristi analogni izlaz od 0 do 10 V pomoću koga se šalje informacija o sili na davaču sile. Signal sa pojačala i digitalni signal sa enkodera su uvedeni u akvizicionu karticu koja je povezana sa računarom u kome se nalazi program LabVIEW (slika 12) pomoću koga se upravlja akvizicijom, obradom i snimanjem podataka. Analogni signal sa pojačala je spojen diferencijalno sa akvizicionom karticom da bi se smanjio šum i dobili precizniji podaci. Frekvencija uzorkovanja je 100 semplova u sekundi. Moguća je i mnogo veća frekvencija uzorkovanja ali se pokazalo da za tim nema potrebe. Za filtriranje analognog signala koristi se Buterword-ov niskopojasni filter sa frekvencijom odsecanja od 10 Hz. Merenje frekvencije odnosno broja obrtaja trigerovano je uzorkovanjem analognog signala da bi se dobio broj obrtaja motora tačno kada je uzorkovan analogni signal.



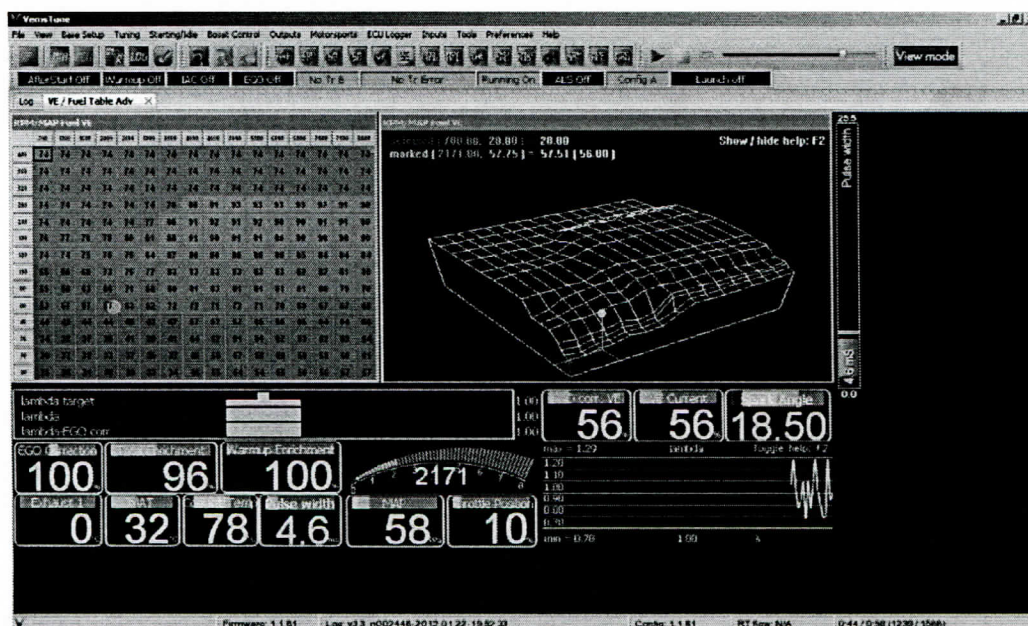
Slika 12-LabVIEW 2010

Prednost ovog sistema je što ga je lako nadograditi tako da je moguće praćenje i snimanje velikog broja potrebnih parametara rada motora (brojevi obrtaja, pritisci, temperature...). Uz dodatak senzora pritiska u cilindru moguće je i indiciranje motora pošto se sa enkodera zna tačan ugao kolenastog vratila a akviziciona kartica ima maksimalnu frekvenciju uzorkovanja od 1,2 MS/s što je dovoljno za te potrebe. Akviziciona kartica ima analogne izlaze tako da je moguće sa njom upravljati kočnicom probnog stola. Konačno može se prikazati izgled kreiranog prozora preko kojega se prate neke od ispitivanih veličina-slika 13.



Slika 13-Kreirani prozor za praćenje podataka tokom ispitivanja motora

Pored praćenja ispitivanih veličina sa novom eksperimentalnom opremom za ispitivanja motora SUS moguće je menjanje pojedinih radnih parametara motora paralelno sa ispitivanjem, jedan takav slučaj je prezentovan sledećom slikom 14.



Slika 14-Radno okruženje prilikom menjanja parametara rada ispitivanog motora

MOGUĆNOST PRIMENE TEHNIČKOG REŠENJA

Novo eksperimentalno postrojenje za ispitivanje motora SUS ima primenu u širem spektru istraživačkih aktivnosti, među kojima su osnovne:

- ispitivanje remontovanih motora
- eksploataciona ispitivanja motora
- mapiranje motora
- ispitivanje toksičnosti motora
- izvođenje različitih naučnih i nastavnih aktivnosti
- merenje specifične potrošnje motora
- ispitivanje tranzientnih režima rada motora

Naravno za pojedine istraživačke aktivnosti neophodno je korišćenje i druge laboratorijske opreme, ali je sa prethodno opisanim unapređenjem pojedina istraživanja mnogo lakše i brže izvesti. Takođe pojedina istraživanja nisu bila moguća bez brzog uzorkovanja u realnom vremenu (tranzientni režimi).

ZAHVALNICA

Ovo tehničko rešenje je nastalo u okviru rada na projektu TR35041 "Istraživanje bezbednosti vozila kao dela kibernetiskog sistema Vozač-Vozilo-Okruženje", finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

- [1] Pešić, R., Automobilski oto motori sa minimalnom potrošnjom, monografija, Kragujevac (1994)
- [2] Pešić, R., The research in the area of 1C engines-laboratory for 1C engine on the faculty of Mechanical Engineering in Kragujevac. Kragujevac: Faculty of Mechanical Engineering, (2000)
- [3] Gruden D., Technical measures to reduce carbon dioxide emissions on the road traffic, Mobility and Vehicle Mechanics, Vol 32, No.3-4, pp. 54-68
- [4] <http://www.vems.hu/>
- [5] <http://www.hbm.com/>



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАЏМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2012-12-07

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 2 редовној седници одржаној дана 28.11.2012. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 14.2.9. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње / верификација нових техничких решења

Одлука

На основу позитивног извештаја рецензената прихвата се
техничко решење – (М83) под називом:

**НОВО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ПОСТРОЈЕЊЕ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МОТОРА
СА УНУТРАШЊИМ САГОРЕВАЊЕМ**

Аутори техничког решења: Јован Дорић, Иван Клинар, Ненад Распоповић, Бојан Дакић, Живота Антонић, Небојша Николић.

Техничко решење је резултат рада на научно-истраживачком пројекту ТР 35041 „Истраживање безбедности возила као дела кибернетског система Возач-Возило-Окружење“

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки

Мишљење рецензента

Техничко решење под називом

Ново експериментално постројење за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем

урађено у складу са захтевима који су дефинисани у *Правилнику о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата* – „Службени Гласник РС“ 38/2008. Решење је приказано на 18 страница А4 формата, писаних са 12 pt сингл прореда и садржи 14 слика и 5 цитата коришћене литературе. Материјал је сврстан у 7 поглавља. Наслови поглавља су следећи:

1. Увод
2. Област на коју се техничко решење односи
3. Технички проблем
4. Стање у свету
5. Суштина техничког решења
6. Детаљан опис и карактеристике техничког решења
7. Могућности примене техничког решења

У првом делу описа техничког решења акценат је на задацима испитивања мотора са унутрашњим сагоревањем. Ови задаци су представљени кроз сет захтева. Кроз следећи део решења је дат сажет приказ недостатка класичних динамометара од којих су поједини у потпуности отклоњени применом новог експерименталног постројења за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем. Поглавље "Стање у свету" даје осврт на данашња решења у области испитивања мотора са унутрашњим сагоревањем.

У поглављу "Суштина техничког решења" представљено је на који начин је изведено читавање измерених величина. Такође је наглашено да програм садржи посебан алгоритам за брзу обраду података као и за њихово презентовање чување. Такође је новим лабораторијским постројењем решен проблем мењања радних параметара испитиваног мотора путем програмабилног рачунара. Сваки део укупног кочног момента је појашњен и анализиран. Код овог лабораторијског уређаја примењен је индиректни метод мерења. Систем аквизиције је такође представљен.

Кроз поглавље "Детаљан опис и карактеристике техничког решења", дат је сажет опис развијеног уређаја, техничке карактеристике и усклађеност решења са циљевима пројекта.

Део "Могућност примене техничког решења" даје одговор о даљим правцима развоја и усмеравања технологије али и конкретног производа.

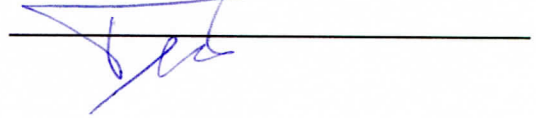
Техничко решење „Ново експериментално постројење за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем“, реализовано је као резултат пројекта ТР – 35041

„Истраживање безбедности возила као дела кибернетског система Водач-Возило-Окружење“, представља ново експериментално постројење конципирано применом савремених давача, система за аквизицију података, аутоматског меморисања резултата. Зато са задовољством предлажем Научно-наставном већу Департмана за механизацију и конструкционо машинство и Наставно-научном већу Факултета техничких наука да исто прихвати као ново техничко решење.

У Новом Саду
2012, године

РЕЦЕНЗЕНТ

Проф. др Тимофеј Фурман
Пољопривредни факултет у Новом Саду



Мишљење рецензента

Техничко решење под називом

Ново експериментално постројење за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем

урађено у складу са захтевима који су дефинисани у *Правилнику о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата* – „Службени Гласник РС“ 38/2008. Решење је приказано на 18 страница А4 формата, писаних са 12 pt једноструког прореда и садржи 14 слика и 5 цитата коришћене литературе. Материјал је сврстан у 7 поглавља. Наслови поглавља су следећи:

1. Увод
2. Област на коју се техничко решење односи
3. Технички проблем
4. Стање у свету
5. Суштина техничког решења
6. Детаљан опис и карактеристике техничког решења
7. Могућности примене техничког решења

Ово техничко решење представља лабораторијско постројење које се може користити за испитивања у области техничко-технолошких наука. Конкретније, ради се о новоразвијеном лабораторијском постројењу за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем. Решење је развијено и прихваћено од стране Лабораторије за моторе и возила на Факултету техничких наука у Новом Саду, Департман за механизацију и конструкционо машинство, где се решење и примењује. Развој је вршен за сопствене потребе, у сврху јачања капацитета Лабораторије и Департмана за научно – истраживачки рад, сарадњу са привредом и едукативни рад са студентима. Реализација решења у основној форми извршена је 2012. године.

Основна намена постројења је испитивање мотора СУС са циљем добијања квалитативних и квантитативних показатеља њихових перформанси, који могу бити употребљени за даљи развој и унапређење перформанси мотора СУС али и за развој возила на којима је могућа њихова употреба.

У свету у области испитивања оваквих кочних система постоје бројне и добро опремљене лабораторије. Упркос томе, једноставност концепције предметног техничког решења представља помак у превазилажењу неких конструктивних и експлоатационих недостатака најчешће коришћених концепција за испитивање мотора СУС.

Суштина техничког решења је у оригиналном приступу концепцији мерног постројења, која је таква да омогућава мерење испитиваних величина, такође вредности измерених величина се аутоматски чувају и обрађују у креираном програму. Док је са друге стране омогућен висок степен контроле параметра и

добра поновљивост експеримента која је таква да омогућава рад мотора у условима веома блиским реалним. Ово такође доприноси подизању квалитета резултата мерења и олакшава њихову каснију анализу. У избору концепције посебна пажња је посвећена модуларности, како би се оставила могућност накнадног надограђивања и усавршавања, што представља велик допринос економској рационалности израде постројења.

МИШЉЕЊЕ

Детаљном анализом представљеног техничког решења, дошли смо до следећих закључака:

- Аутори техничког решења „Ново експериментално постројење за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем“ су јасно дали приказ оригиналног лабораторијског постројења, као и тренутног стања у свету из те области.
- У самом раду је јасно образложена потреба за истраживањима у предметној области, односно дато је образложење о сврсисходности и потенцијалима употребе развијеног лабораторијског уређаја.
- Приликом избора концепције и развоја лабораторијског уређаја вођено је рачуна о критеријумима економске рационалности израде и коришћења истог, при чему је нарочита пажња посвећена флексибилности са аспекта потенцијала за каснија усавршавања и надограђивања, са могућношћу прилагођавања за спровођење интердисциплинарних истраживања.
- Развојни лабораторијски уређај представља потенцијални допринос капацитетима за повезивање науке и привреде, као и, с обзиром на претходну ставку, за успостављање међународне сарадње.

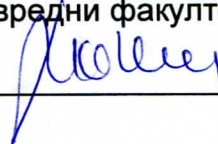
С обзиром на изнете закључке, мишљења смо да развијено техничко решење представља ново и оригинално решење које пружа допринос научном и технолошком развоју. Стога предлагемо да се техничко решење „Ново експериментално постројење за испитивање мотора СУС“ прихвати као ново техничко решење из категорије **Ново експериментално постројење M83.**

У Новом Саду
2012, године.

РЕЦЕНЗЕНТ

др Лазар Савин

Пољопривредни факултет-Нови Сад



Мишљење рецензента

Техничко решење под називом

Ново експериментално постројење за испитивање мотора са унутрашњим сагоревањем

урађено у складу са захтевима који су дефинисани у *Правилнику о поступку и начину вредновања, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата* – „Службени Гласник РС“ 38/2008. Решење је приказано на 18 страница А4 формата, писаних са 12 pt сингл прореда и садржи 14 слика и 5 цитата коришћене литературе. Материјал је сврстан у 7 поглавља. Наслови поглавља су следећи:

1. Увод
2. Област на коју се техничко решење односи
3. Технички проблем
4. Стање у свету
5. Суштина техничког решења
6. Детаљан опис и карактеристике техничког решења
7. Могућности примене техничког решења

У оквиру седам набројаних поглавља, аутори су сагледали недостатке класичних динамометара који се користе при испитивању мотора са унутрашњим сагоревањем. Аутори су описали решавање проблема управљања мотора током његовог испитивања при чему су детаљно описали како изведено решење омогућава снимање, чување и обраду добијених резултата. Задатак лабораторијског уређаја састоји се од тога да се за задати број обртаја вратила мотора и оптерећења може вршити мерење обртног момента мотора.

Представљено лабораторијско постројење на оригиналан начин решава проблем снимања, чувања и обраде снимљених вредности током испитивања мотора са унутрашњим сагоревањем. Формиран програм омогућује лако праћење снимљених величина у зависности од различитих радних параметара.

Техничко решење реализовано је у оквиру пројекта Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије ТР – 35041 „Истраживање безбедности возила као дела кибернетског система Возач-Возило-Окружење“.

МИШЉЕЊЕ

Аутори техничког решења " Ново експериментално постројење за испитивање мотора са унутршњим сагоревањем" су јасно приказали и теоретски обрадили комплетну структуру техничког решења.

Са задовољством предлажем предлажем Научно-наставном већу Департмана за механизацију и конструкционо машинство и Наставно-научном већу Факултета техничких наука да исто прихвати као ново техничко решење.

У Новом Саду
2012. године

РЕЦЕНЗЕНТ

Проф. др Веран Васић

Факултет техничких наука-Нови Сад

