

UDK: 631.372:(629.064.5:621.317)

*Originalni naučni rad
Original scientific paper*

APLIKACIJA NEOPHODNE TRAKTORSKE ELEKTROOPREME SA CILJEM IZBORA DOBAVLJAČA

Zlata Bracanović*, Branka Grozdanić, Velimir Petrović

Industrija motora Rakovica - Institut, Beograd

Sažetak: Uočeno je da određeni broj dobavljača elektroopreme u zadnjim godinama plasira na tržište robu nepoznatog porekla. Proizvođači traktora pre ugradnje moraju da izvrše potrebna ispitivanja, u smislu provere kvaliteta, kako bi zaštilili valjanost svoga proizvoda. Osnovne primedbe su da snabdevači elektroopreme ne poseduju kompletnu tehničku dokumentaciju za proizvod koji nude, čime dovode u pitanje kvalitet traktora u celini.

Elektrooprema treba da ima zadovoljavajući kvalitet, što se dokazuje potrebnom tehničkom dokumentacijom i sertifikacijom po važećim standardima za svoje namene. Kada proizvođač traktora potražuje elektroopremu od dobavljača, on zahteva da uz pristigle uzorke bude i relevantna tehnička dokumentacija. Kod proizvođača, metodologije i procedure podrazumevaju način ispitivanja posmatranog uzorka. Ispitivanja se odnose na određivanje osnovnih tehničko-funkcionalnih karakteristika, tehničke uslove i zahteve kao i tehničke kriterijume za ocenu potrebnog kvaliteta. Na taj način dobijeni rezultati upoređuju se sa postavljenim tehničkim zahtevima i kriterijumima u tehničkoj dokumentaciji, na osnovu čega se donosi očeana o valjanosti upotrebnoq kvaliteta tehničkog sistema. Nakon obavljenih ispitivanja i uporednih analiza, proizvođač donosi odluku da se pozitivno ocenjeni uzorak elektroopreme može ugraditi na odnosne traktore.

Dakle i proizvođač traktora IMR vrši ispitivanja određene vrste traktorske elektroopreme po propisanim procedurama i metodologiji i shodno tome vrši odabir dobavljača.

Ključne reči: *traktor, elektrooprema, ispitivanje.*

UVOD

Kako bi proizvođač traktora IMR, zaštilio svoj proizvod i povećao konkurentnost, potrebno je da elektrooprema koja se ugrađuje na traktore bila zadovoljavajućeg kvaliteta. Radi sigurnosti i kvaliteta svog proizvoda odnosno traktora, IMR je razvio metodologije za ispitivanje i detaljnu proveru neke

* Kontakt autor: Zlata Bracanović, Patrijarha Dimitrija 7-13, 11000 Beograd.
E - mail: imr-institut@Eunet.rs

elektroopreme. Usled velikih tržišnih pomeranja i raznih promena u industrijskom sektoru, pojavio se veliki broj nepoznatih dobavljača elektroopreme, koja ne poseduje odgovarajuću tehničku dokumentaciju za svoje proizvode. Već razvijena metodologija za proveru upotrebnog kvaliteta neke elektrooprem sada ima važnu ulogu u izboru novih dobavljača elektroopreme.

Laboratorijsko ispitivanje sa razvijenom metodologijom obuhvata sledeću elektroopremu : elektropokretače, alternatore, prekidače startovanja, nosače prekidače, kutije osigurača, prekidače, tastere, termostartere, svetla, akumulatore i električne provodnike. Ova ispitivanja imaju za cilj da utvrde tehničko-funkcionalne karakteristike posmatranih uzoraka i dobijene rezultate da uporedi sa postavljenim kriterijumima i zahtevima prema tehničkoj dokumentaciji.

Kako većina dobavljača elektroopreme ne poseduje tehničku dokumentaciju, poređenje dobijenih rezultata ispitivanih uzoraka se vrši na osnovu tehničke dokumentacije uzoraka drugih proverenih dobavljača, čiji se elektrooprema ugrađuje na traktore. Poređenje sa tehničkim kriterijumima za ocenu kvaliteta, predstavljaju valjanost ispitivanih uzoraka i dozvoljavaju upotrebu i ugradnju na traktore odnosno poseduju upotrebnog kvalitet tehničkog sistema [1]. U zavisnosti od ocene kvaliteta za upotrebnog valjanosti vrši se i odabir sigurnih i stalnih dobavljača elektroopreme.

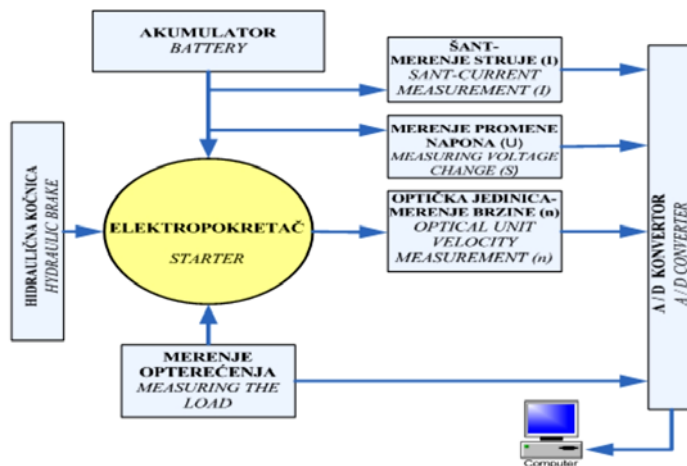
MATERIJAL I METODE RADA

U Institutu IMR-a vrše se laboratorijsko ispitivanje elektroopreme koja obuhvataju proveru funkcionalnih karakteristika, geometrijskih mera kao i moguće prepravke izvedenih priključaka na elektroopremi ukoliko je to potrebno. U ovom radu biće ukratko dat prikaz laboratorijskog ispitivanja elektropokretača, alternatora i prekidača startovnja, obuhvatiće blok šeme električnih instalacija za ispitivanje, pojedine dijagrame merenih veličina ka i neke tabelarne prikaze.

Elektropokretač služi za pokretanje kolenastog vratila pri startovanju motora. Za funkcionisanje koristi jednosmernu struju od akumulatora. Svaki elektropokretač mora imati neizbrisivo označeno sledeće: naziv i zaštitni znak proizvođača, tip (oznaka proizvođača), nazivni napon, nazivnu snagu i broj zubaca, oznaku smera obrtanja, oznaku svih priključaka, datum proizvodnje i serijski broj. Laboratorijsko ispitivanje elektropokretača omogućava trenutno registrovanje osnovnih parametara koji karakterišu funkcionalne karakteristike [2]. Provera funkcionalnih karakteristika elektropokretača obuhvata snimanje dijagrama: momenat (M), snagu (P), struju (I), broj obrtaja (n) i napon (U).

U toku laboratorijskog ispitivanja elektropokretača mere se sledeće veličine: temperatura ambijenta, inicijalni napon baterije za startovanje, proba 10 (deset) uklopa, snimanje krivih elektro-mehaničkih karakteristika zavisnosti momenta pri startovanju (M), brzine (v), struje (I) i broja obrtaja (n). Takođe je od značaja udarno kočenje odnosno naglo zaustavljanje rotora startera sa mernim podacima : napon (U_{uks}), struja (I_{uks}) i momenat (M_{uks}). Neki primeri elektro-tehničkih karakteristika elektropokretača biće dati u sledećem odeljku.

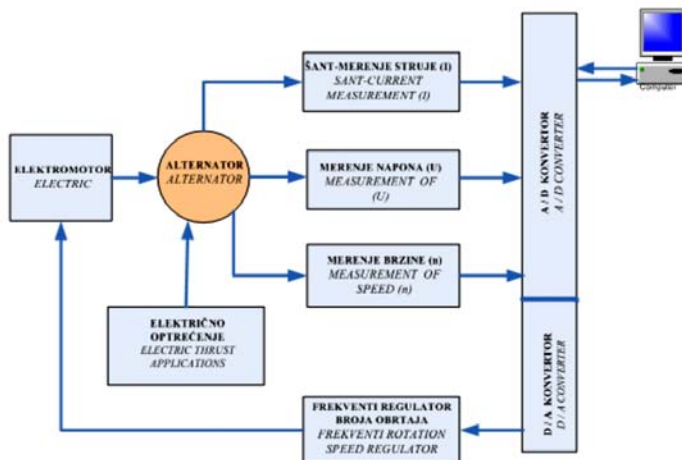
Na Sl. 1. data je blok šema za laboratorijsko ispitivanje elektropokretača.



Slika 1. Blok šema za laboratorijskog ispitivanja elektropokretača

Figure 1. Block diagram of laboratory testing of starters

Alternator je generator naizmenične struje sa ugrađenim ispravljačem, namenjenim za napajanje potrošača električnom energijom i dopunjavanja akumulatorske baterije. Za laboratorijsko ispitivanje i proveru alternatora upotrebljava se merna instalacije čija je blok šema dat na Sl. 2. Svaki alternator mora da poseduje neizbrisive oznake na kućištu : naziv i zaštitni znak proizvođača, tip (oznaka proizvođača), nazivni napon, nazivna struja, datum proizvodnje i serijski broj.



Slika 2. Blok šema za laboratorijsko ispitivanje alternatora

Figure 2. Block diagram of laboratory testing of the alternator

Najvažnije funkcionalne karakteristike alternatora su: otpornost pobudnog namotaja, strujna karakteristika alternatora $I=f(n)$, karakteristika napona regulatora i temperatura

kućišta. Merenje otpornosti pobudnog namotaja alternator vrši se tako što se alternator zagreva u vremenskom intervalu od 30 minuta i istovremeno opterećuje maksimalnom strujom, koja može da daje napon $U=26V$, koji se reguliše pomoću otpornika za opterećenje. Kada se isključe kutije za opterećenje podiže se brzina obrtanja alternatora do brzine kod koje alternator počne da daje struju. Merenje se izvodi u vremenu od (30 sek), nakon zaustavljanja, na krajevima pobudnih namotaja alternatora [3].

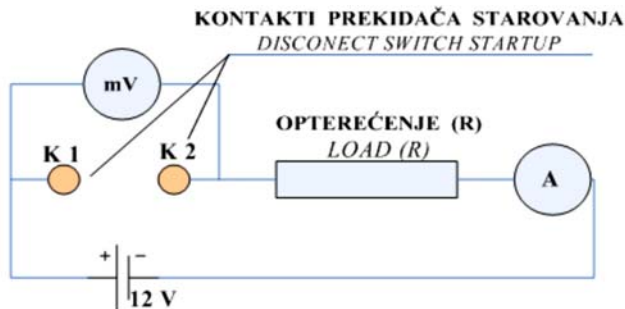
Merenje strujne karakteristike alternatora obavlja se posle ispunjenih uslova merenja pobudne brzine obrtanja i vrši se tako što se brzina alternator menja od pobudne brzine do maksimalne trajne brzine. Snimanje strujne karakteristike $I=f(n)$, ne sme biti duže od 30 sek. Primer će biti dat u sledećem odeljku koji se odnosi na tri uzorka alternatora.

Provere karakteristika regulatora se meri u celokupnom temperaturnom opsegu alternatora ($-40 \div +100$)°C. Promena jačine struje vrši se na priključcima alternatora (U_{B+}) u rasponu $I_B=(0,1 \div 0,9) I_n$, pri ($n=6000 \text{ min}^{-1}$). U takvim uslovima napon na priključku alternatora (U_{B+}) treba da bude u okviru karakteristike regulatora.

Temperatura zagrejanosti alternatora je u suštini merenje temperature kućišta (T_K), limova (T_L) i dioda (T_D). Mernje se beleži na svakih 30 min pri brzini obrtanja ($n=4000 \pm 500 \text{ min}^{-1}$) u intervalu rada od 3 h.

Sva ispitivanja i merenja elektropokretača i alternatora potrebno je da se izvode u temperaturnom opsegu $T(23 \pm 5)$ °C. U slučaju da je ovaj uslov nije moguće ostvariti pri laboratorijskom ispitivanju funkcionalnih karakteristika, u razmatranju dobijenih rezultata temperaturni opseg ima uticaj na konačan stav [4].

Prekidač startovanja da bi obezbedili dug rad, neophodno je da otpornost njegovih kontakata bude što manja. Otpornost kontakata meri se padom napona na kontaktima do kojeg dolazi usled proticanja struje kroz iste. Na Slici 3. data je električna šema za merenje otpora na kontaktima prekidača startovanja.



Slika 3. Električna šema merenja na kontaktima prekidača startovanja

Figure 3. Electrical diagram of measurement on start switch contacts

Inicijalna provera funkcionisanja prekidača je izvršena putem 10 uključenja kroz čitav opseg mogućih položaja i to pri nazivnoj struji gde su obeleženi kontakti K1 i K2, koji se trenutno ispituju. Pad napona na kontaktima prekidača startovanja ne sme biti veći $U=30 \text{ mV}$ za nazivnu vrednost struje $I=20A$ (induktivno), odnosno napon ne sme biti veći od $U=80 \text{ mV}$ za nazivnu vrednost struje od $I=30A$ (induktivno). Ovo merenje se vrši pri standardnom atmosferskom uslovima. U Tabeli 1. je dato opterećenje kontakata prekidača startovanja po specifikaciji proizvođača.

Tabela 1. Opterećenost kontakata - specifikacija proizvođača

Table 1. Contacts load – the manufacturer's specifications

Kontakti <i>Contacts</i>	Napon U (V) <i>Voltage U (V)</i>	
	12 V max	24 V max
	Struja I(A) <i>Current I(A)</i>	
58 - 30	8 A	
15/54 – 30	35 A	35 A
19 – 30	60 A	30 A
17 - 30	60 A	30 A
54a - 30	60 / 18 A	40 / 5 A

Elektrooprema čiji su delovi delimično ili potpuno od plastične materije moraju biti ispitani adekvatnom metodom koja podrazumeva ispitivanje stepena sigurnosti i samogasivosti. U ovu grupu elektroopreme spadaju svi prekidači, nosači prekidača, tasteri, kutija za osigurače, farovi, poziciona svetla, bužiri, spojnice i svi elektroprovodnici.

Stepen sigurnosti se ispituje tako što se ispitivani uzorak stavlja u komoru sa nepromenjenom povišenom temperaturom, gde je vlaga ($T = 40 \pm 2^\circ\text{C}$), a vlažnost ($93 \pm 2\%$). Ispitivani uzorci se unose u komoru i izlažu stepenu sigurnosti u trajanju od 4 dana neprekidnog boravka u komori. Merenje geometrijskih mera vrši se pre i posle izlaganja stepenu sigurnosti.

Nakon toga pristupa se ispitivanju samogasivosti uzorka, tako što se ispitivani uzorak stavlja na plamen Bunzenovog gorionika, čija je mlaznica 9 mm a dužina 5 cm, na rastojanju od mlaznice 4 mm u trajanju 1 min. Kada se ispitivani uzorak ukloni iz zone plamena mora prestati da gori za vreme manje ili jednako (≤ 15 sek).

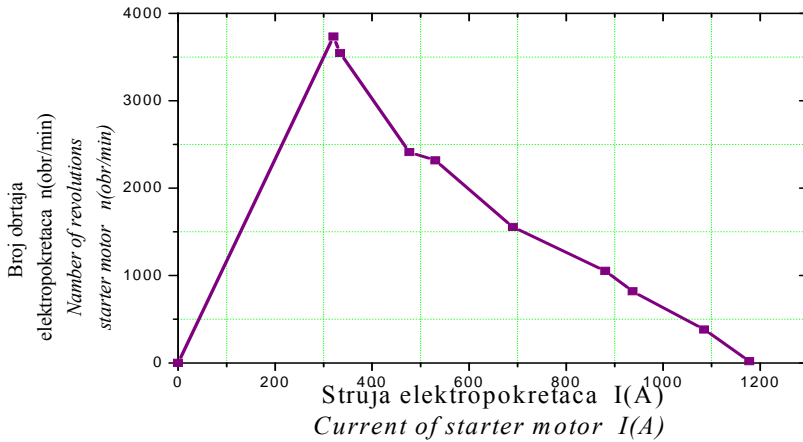
Ispitivanja stepena sigurnosti je veoma značajno sa aspekta zaptivenosti elektroopreme jer daje sigurnost pravilnog funkcionisanja traktora pri raznim vremenskim nepogodama. Vreme samogasivosti je od važno za proizvod u smislu mogućih nezgoda i poremećaja u radu pojedinih delova traktora, jer neće doći do pospešivanja gorenja na visokim temperaturama [5].

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Svaki proizvođač elektropokretača i alternatora na tehničkoj dokumentaciji ima podatke koji du od značaja za proizvod kao i za korisnika istih. Praktično sve tehničke podatke koje daje proizvođač se laboratorijskim ispitivanjem proveravaju, i upoređuju sa postavljenim tehničkim zahtevima i kriterijumima u tehničkoj dokumentaciji, na osnovu čega se donosi oceana o valjanosti upotrebnog kvaliteta tehničkog sistema.

Kao je laboratorijsko ispitivanje elektropokretača pouzdano i fleksibilno, u svakom momentu možemo dobiti potreban dijagram odnosno karakteristiku elektropokretača struje, snage, napona ili momenta. Na slici 4. i slici 5. prikazane su neke elektromehanička karakteristika ($n; P = f(I)$). Iz prikazanih dijagrama možemo zaključiti da strujana karakteristika ne odgovara zahtevima od strane ispitivača. Karakteristika snage,

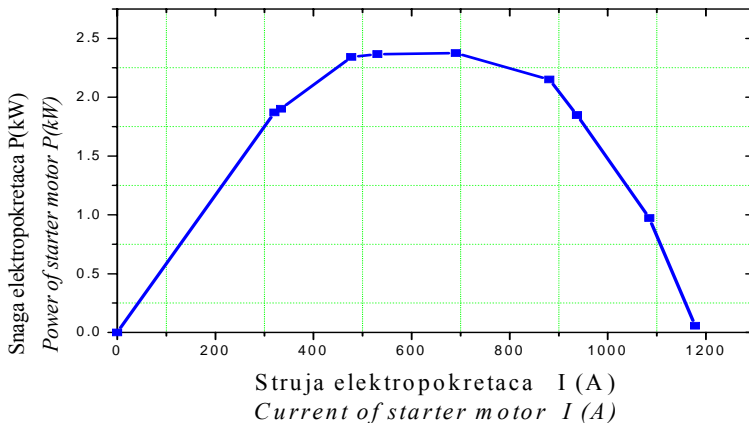
je loša, jer povlačenje veće struje otežava start motora, naročito u sniženim temperaturama, sa postojećim kapacitetom akumulatora.



Slika 4. Dijagram električne karakteristike

Figure 4. Diagram of the electrical characteristic

Ovde je samo dat primer nekih dijagrama elektromehaničkih karakteristika koje su relevantne i od značaje za ocenu upotrebnog kvalitet tehničkog sistema. Na osnovu stava se donosi i odluka o daljoj saradnji sa dobavljačem. To se može odnositi na poboljšanje karakteristika ispitivanog uzorka odnosno to podrazumeva dalju saradnju i kontrolu upotrebnog kvaliteta, sve do postizanja rezultata koji zadovoljavaju potrebne tehničke kriterijume za valjanost upotrebnog kvaliteta.



Slika 5. Dijagram električne karakteristike

Figure 5. Diagram of the electrical characteristic

U daljim analizama, dobijeni rezultati se upoređuju sa specifikacijom koju je dao proizvođač elektropokretača, i koja je prikazana u Tab. 2. sa svim tehničkim i kontrolnim podacima za elektropokretač. U toku ispitivanja istovremeno se proverava i utvrđuje kvalitet izolacije posle rada elektropokretača, utvrđuje se prilagodjenost priključnih veze za ugradnju na motor, ukljopljenosti uzubljenja bendiksa i zupčanika zamajca i vrši se provera svih geometrijskih mera prema crtežu.

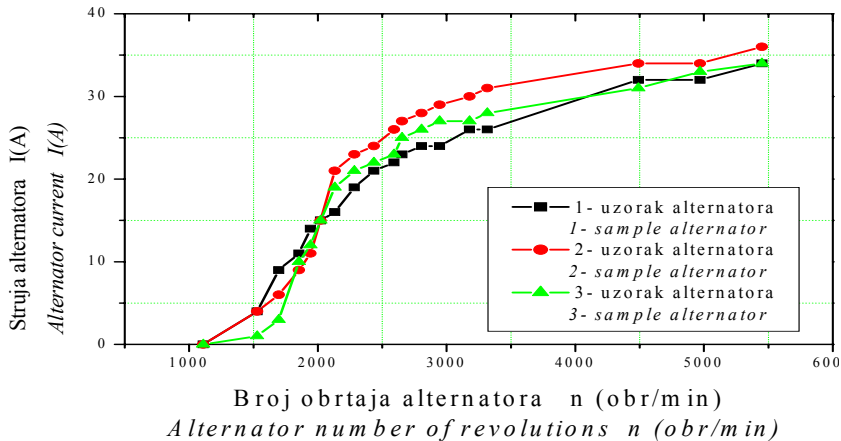
Tabela 2. Tehnički i kontrolni podaci elektropokretača
Table 2. Technical and inspection data of starter motor

Tehnički podaci Technical data	
Nazivni napon <i>Nominal voltage</i>	12 V
Maksimalan snaga uz navedenu bateriju <i>Max. power with specified battery</i>	2,9 kW
Nazivni napon i kapacitet pripadajuće akumulatorske baterije <i>Declared voltage and capacity of accompanying battery</i>	12 V, 570 A
Ukupni otpor (+) i (-) akumulatorskih provodnika na +20°C može biti max: <i>Total resistance (+) and (-) of battery cables at +20 °C may not exceed:</i>	0,02Ω
Kontrolni podaci Inspection data	
Kod deset uklopa, pogonski zupčanik mora uvek glatko uskočiti i iskočiti iz zupčastog venca <i>When engaged for the tenth time, the drive gear shall smoothly mesh with and be released from the starter ring</i>	
Kod potpuno ukočenog elektrošpokretača i U=7V struja treba da je maksimalna, a momenat minimalan <i>When the starter motor is completely locked and with U=7V the current should be max and the torque min</i>	I=1350 A M= 44,1 Nm
Pri praznom hodu, kod napona od U=12 V struja treba da je maksimalna 110 A a broj obrtaja minimalan 4500 min ⁻¹ <i>When idling at voltage U=12 V the current shall be max. 110A and speed min. 4500 min⁻¹</i>	I=110 A n= 4500 min ⁻¹
Struja radnog Ir namotaja solenoida treba da je maksimalna a struja zadržavajućeg namotaja Iz treba da je manja <i>Solenoid operating coil current shall be max. While the solenoid hold on coil current shall be below</i>	Ir = 70 A Iz < 15 A
Pri naponu U=9,2 V i maksimalnoj struji I=660 A treba da je broj obrtaja 1150 min ⁻¹ a momenat 19,6 Nm <i>With voltage U=9,2 V and the current of max. 660A and speed shall be 1150 min⁻¹ and the torque min 1150 min⁻¹</i>	n=1150 min ⁻¹ M= 19,6 Nm

U Tab. 3. dat je prikaz tehničkih podataka alternatora koje proizvođač treba da ima na pripadajućem crtežu a koji se odnosi na dostavljeni uzorak alternatora za ispitivanje. U ovom primeru laboratorijskog ispitivanja testiraju se tri uzorka alternatora i kriva opterećenja data je na dijagramu na Sl. 6. Možemo zaključiti da su uzorci alternator približnih karakteristika i ne odgovaraju postavljenim tehničkim zahtevima i kriterijumima potrebnih za ocenu upotrebnog kvaliteta istih. Maksimalna jačina struje, pri $n=6000 \text{ min}^{-1}$ iznosi za tri uzorka alternatora I=37A, što je ispod dozvoljenog prema tehničkoj dokumentaciji. Uzorci nisu pouzdani i proizvođač bi trebao da poboljša karakteristike istih.

Tabela 3. Tehnički podaci alternatora
 Table 3. Technical data of the alternator

Tehnički podaci Technical data	
Nazivni napon Nominal voltage	12 V
Nazivna jačina struje Nominal current	50 A
Brzina obrtanja pri $I=0A$, $U=13V$, $T=25^{\circ}C$ Speed at $I=0A$, $U=13V$, $T=25^{\circ}C$	$\leq 1000 \text{ min}^{-1}$
Maksimalna struja pri $U=13V$, $n=6000 \text{ min}^{-1}$ Max. current at $U=13V$, $n=6000 \text{ min}^{-1}$	$\geq 45 \text{ A}$
Otpor pobudnog namotaja pri $T=25^{\circ}C$ Resistance of filed coil at $T=25^{\circ}C$	$34+0,34\Omega$
Mak. brzina obrtanja trajna /kratkotrajna (max.15min) Max. speed-permanent/intermittent (max.15min.)	$12000/13000\text{min}^{-1}$



Slika 6. Dijagram karakteristika opterećenja
 Figure 6. Diagram of the loading characteristics

Rezultati merenja koji se odnose na prekidače startovanja prikazani su u tabeli 4. i pokazuju pad napona na ispitivanim kontaktima kod četiri uzorka prekidača startovanja. Konačan stav o kontaktima prekidača startovanja je sledeći: kod uzorka broj 2 ustanovljeno je oštećenje platinskih dugmadi kontakta 30. Fiksno platinsko dugme pretrpelo je oštećenje oko 25% i do dubine 0,4 mm. Pokretno platinsko dugme kontakta broj 30 oštećeno je 15% ukupne površine od oko 0,15mm. Oštećenja su pretrpeli i ostali kontakti. Obzirom da je došlo do uočenih oštećenja pri malom broju uključenja, ovi uzorci nisu odgovarajućeg kvaliteta.

Tabela 4. Napon na kontaktima prekidača startovanja
 Table 4. Voltage on contacts of starting switch

Kontakti Contacts	Struja I (A) Current I (A)	Uzorci prekidača startovanja Starting switch samples			
		1-uzorak 1-sample	2-uzorak 2-sample	3-uzorak 3-sample	4-uzorak 4-sample
K1- K2		Napon na kontaktima U (mV) Voltage on contacts U(mV)			
58-30	10	28,4	31,2	24,3	20,4
15/54-30	30	98,7	114,2	111,1	108,2
19-30	60	124	91,3	120,2	98
17-30	60	128	60,1	63,1	91
50-30	60	100	84,6	114	106

U okviru ovog rada nije bilo moguće prikazati detaljno sve metode, načine i procedure koje se primenjuju pri laboratorijskim ispitivanjima tehničkih karakteristika elektroopreme, ali su date neke osnovne smernice u pomenutim ispitivanjima neke elektroopreme.

ZAKLJUČAK

Na osnovu priloženih analiza, sa nekim tabelarnim prikazima i dijagramima sa laboratorijskih ispitivanja, pojedine elektroopreme koja se ugrađuje na traktore, može se dati konačan stav o valjanosti upotrebnog kvalitete ispitivanih uzoraka za ugradnju na traktore. Doprinos ovakvog načina ispitivanja je nesumnjiv, jer obezbeđuje kvalitet traktora, a istovremeno omogućava dobavljačima da poboljšavaju karakteristike svojih proizvoda. Stalnom kontrolom upotrebnog kvaliteta ispitivanih uzorak elektroopreme, vrši se selekcija i odabir dobavljača.

LITERATURA

- [1] Adamović, Ž., 2001. *Tehnologija održavanja- tehničkih sistema*. Smederevo, Sartid, Srbija.
- [2] Demić, M., 2011. *Naučni metodi i tehnički razvoj*. Kragujevac, Mašinski fakultet, Srbija.
- [3] Robers, R., Marušić, S., Vučić, A., Seljak, J., Markič, S., 2007. *Hibrid drive for martime applications*. Objavljeno u: *Innovative Automotive Tehnology*, Fakultet Ljubljana, pp. 325–332. Rogla, Država: Slovenija.
- [4] Petrović, P., Bracanović, Zlata, Vukas, S., 2005. *Oscilatorne pojave kod poljoprivrednih traktora*, časopis Poljoprivredna Tehnika, decembar, Beograd.; Vol.30 br.2 (strana : 15-23)
- [5] Bracanović, Zlata, Vukas, S., 2011. *Reinžinjering elektroopreme na traktoru*. XIII Internacionalna konferencija upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, 539-543. Beograd, 29-30.

THE APPLICATION OF REQUIRED TRACTOR ELECTRICAL EQUIPMENT WITH THE OBJECTIVE OF SELECTION SUPPLIERS

Zlata Bracanović, Branka Grozdanić, Velimir Petrović

IMR- Institute, Belgrade

Abstract: It was noticed that a certain number of suppliers of electronic equipment put on the market the goods of unknown origin in latest years. Therefore, tractor manufacturers before proceeding with installation of product they must carry out necessary tests in terms of quality checks to protect the validity of their products out to market. Basic remarks were that the suppliers of electrical equipment didn't have complete technical documentation for product they offer, in order to fulfill quality of the tractor as whole product.

Electrical equipment should have a satisfactory quality which is evidenced by the necessary technical documentation and the certification with the applicable standards for their purposes. When the tractor manufacturer seeks from the suppliers of electrical equipment for cooperation, it requires that with received sample and is all relevant technical documentation. As for the manufacturer it is necessary for the methodology and procedures are how to test the observed sample. This means that by determining the basic technical and functional characteristics, manufacturer has to define technical conditions and requirements for technical criteria by assessing required quality. Thus, the results are compared with the established technical requirements and the criteria in technical documentation are based on which appreciation is made and in the validity of the quality-of-technical system. Following these tests and comparative analysis of the manufacturer decides to have positive evaluated a sample of electronic equipment that can be mounted on the respective tractors.

So far, the tractor manufacturer IMR performs testing of certain types for electronic equipment and tractor according to the prescribed procedures and methodology, and by that accordingly choose suppliers.

Key words: *tractor, electrical equipment, testing.*

Datum prijema rukopisa:	07.11.2011.
Datum prijema rukopisa sa ispravkama:	10.11.2011.
Datum prihvatanja rada:	13.11.2011.