

RESOFISTICIRANI MEHATRONIČKI SISTEM POGONA DIZELELEKTRIČNIH KAMIONA

RESOPHISTICATED MECHATRONICAL SYSTEM DISELELECTRIC TRUCK DRIVE

Dr.sc.Bahrudin Šarić, Dr.sc.Sead Avdić, red.prof., Mr.sc.Hasan Tabaković, dipl.inž.
Mašinski Fakultet Univerziteta u Tuzli, Univerzitetska br.4, 75000 Tuzla, B i H,
E-mail: bsaric_mf @ hotmail.com

REZIME

Povećani obim transporta masa na površinskim kopovima uslovio je proizvodnju dizelelektričnih kamiona nosivosti i do 400 tona. Zahtjevi za povećanje nosivosti, uslovili su povećanje snage i brzine generatora jednosmjerne struje elektromotorizovanog pogonskog točka. Resofisticiranje mehatroničkog sistema pogona dizelelektričnih kamiona (dizel motor – generator / alternator – pogonski točak), omogućilo je (zavisno od konfiguracije puta i nosivosti kamiona) naknadno podešavanje određenih parametara, čime su ispunjeni zahtjevi povećanja snage i zahtjevi upravljačkog sistema.

Ključne riječi: Sofisticirani mehatronički sistem, elektromotorizovani pogonski točak, softverska ograničenja, upravljanje.

ABSTRACT

Increased volume of hauled masses in open pits has caused manufacturing diesel-electric dumpers with 400 t payload. The requests for an increased payload have caused to increase the power and speed of generating direct current for electro-motorized wheels. Resophistication of mechanical system for diesel electric truck drive (diesel engine – generator / alternator – driving wheel) has made possible additionally to improve some parameters to match the requests for increased power and the request for steering system.

Keywords: Sophisticated mechatronic system, electro – motorized driving wheel, software limits, steering.

1. UVOD

Transport masa u procesu vršenja radova u površinskoj eksploataciji mineralnih sirovina predstavlja veoma bitnu fazu kako sa stanovišta učešća u cijeni jedinice proizvoda tako i sa stanovišta mogućnosti izvršenja proizvodnih zadataka. Stalni zahtjevi za povećanjem obima prevoza masa na površinskim kopovima, uslovilo je proizvodnju visokoproduktivnih dizelelektričnih damper kamiona nosivosti i do 400 tona. Usavršavanje konstrukcione izvedbe pogonskog sistema, imalo je dug razvojni put povezan s razvojem proizvodnih tehnologija i opreme odnosno s općim tehnološkim razvojem u svijetu, što je uslovljavalo i usavršavanje sistema za upravljanje.

Razvoj kamiona počeo je od klasičnih kamiona sa dizel motorom i mehaničkim prenosom i regulacijom vučne sile, do današnjih dizelelektričnih čija nosivost dostiže i do 400 tona.

Obzirom na osnovne komponente i princip upravljanja pogonima, možemo ih svrstati u dvije grupe:

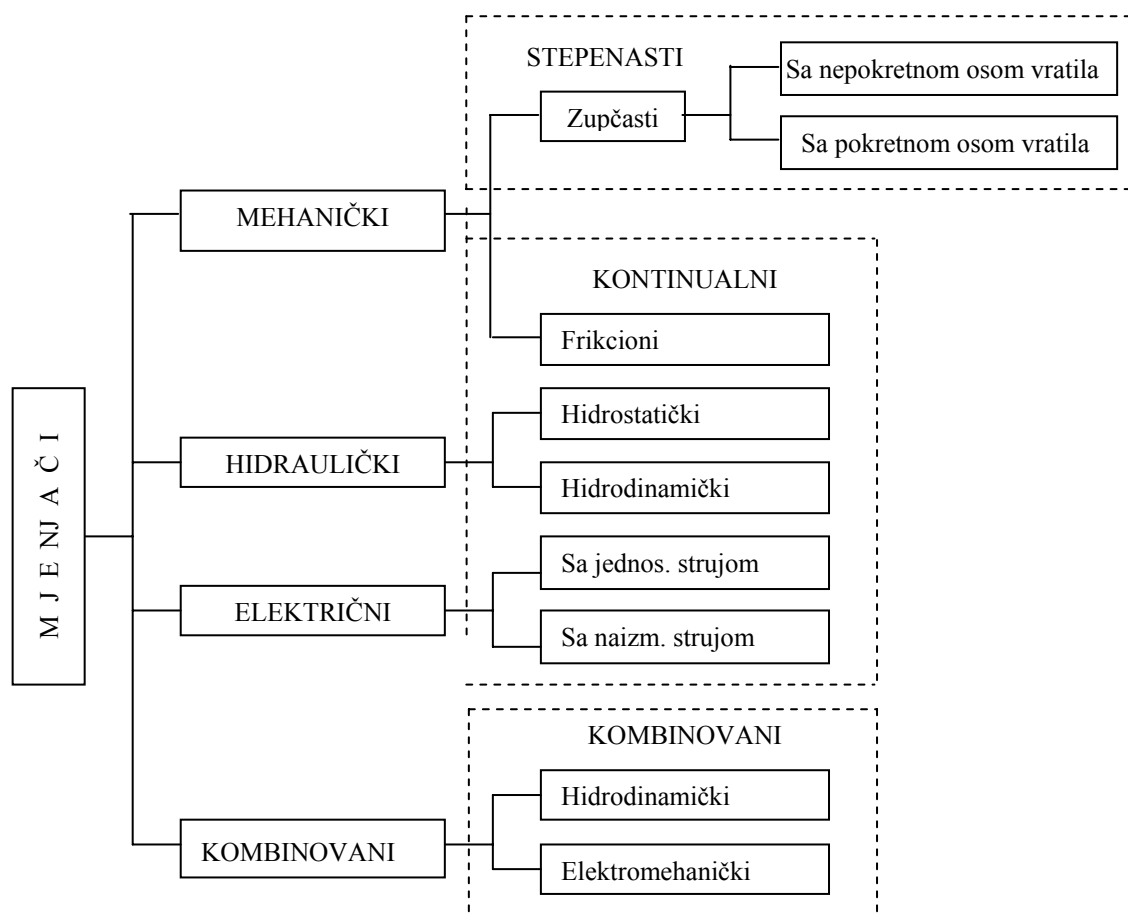
- dizelelektrične kamione sa generatorom jednosmjerne struje i
- dizelelektrične kamione sa alternatorom.

Osnovne komponente prve grupe kamiona predstavlja dizel motor koji pokreće uzbudni i glavni generator jednosmjerne struje koji napaja istosmjernom strujom paralelno spojene motore instalirane u zadnjim pogonskim točkovima damper kamiona [1], [2].

Kamioni sa alternatorom predstavljaju noviju konstrukciju kamiona tako da će akcenat ovog rada biti dat na njihovu konstrukciju i upravljanje.

2. DIZELELEKTRIČNI KAMIONI

U početku razvoja dizelelektričnih kamiona bila je prirodna upotreba generatora jednosmjerne struje jer za takav nivo snage i brzine dizelmotora nije bilo nikakvih problema transformacije. Zahtjevi za povećanjem nosivosti usloveli su povećanje snage i brzine dizelmotora, a samim tim i prenos, odnosno povećanje snage i brzine generatora jednosmjerne struje. Podjela prenosnika može da se vrši po različitim kriterijima, a naj češće prema načinu prenošenja snage. U tom smislu postoje tri osnovne vrste; mehanički, hidraulični, električni i kombinovani prenosnici snage. Pri tome treba imati u vidu da ni hidraulički ni električni ne egzistiraju bez mehaničkih komponenti. Jedna od mogućih klasifikacija prenosnika na motornim vozilima, prikazana je šematski na slici 1.

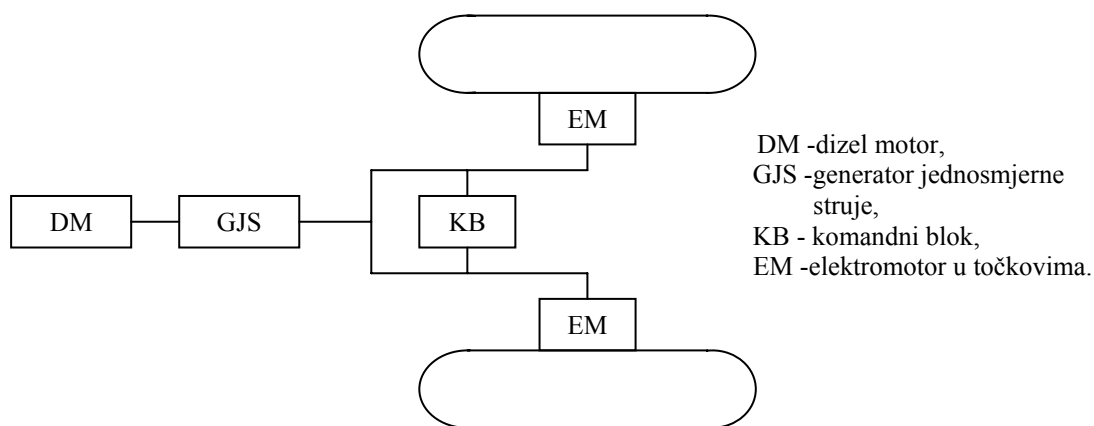


Slika 1. Klasifikacija prenosnika snage na motornim vozilima

Osnovna karakteristika svih električnih sistema prenosa snage na motornim vozilima sastoji se u tome što se ovaj sistem mora da dopuni elementima mehaničkog prenosa snage, i ovi elementi se redovno ugrađuju između elektromotora i pogonskih točkova. Osnovni razlog za ugradnju elemenata mehaničkog prenosa snage je ograničenje u pogledu najnižih brojeva obrtaja elektromotora. Zbog potrebe za postizanjem velikih prenosnih odnosa, između elektromotora i točka se, obično, ugrađuju planetarni mehanizmi (reduktori).

Kod vozila opremljenih električnim prenosnicima snage, osnovni izvor mehaničke energije je dizel motor. Ovdje se mehanička energija, pomoću električnog generatora, pretvara u električnu a ova, pomoću elektromotora, opet u mehaničku koja se prenosi na kretače, odnosno pogonske točkove vozila.

Električni prenos snage, slično hidrostatičkom, do sada je uglavnom našao primjenu samo na specijalnim vozilima velikih nosivosti ili velikih vučnih sila. Razlikuju se dva osnovna sistema; sa jednosmjernom i sa naizmjeničnom strujom. Zbog mogućnosti regulacije u širokoj oblasti u točkove se ugrađuju elektromotori jednosmjerne struje. Generatori se grade kako sa jednosmjernom tako i sa naizmjeničnom strujom. U slučaju generatora naizmjenične struje između njega i elektromotora u točkovima ugrađen je ispravljački blok koji naizmjeničnu pretvara u jednosmjernu struju. Osnovna blok šema električnog prenosnika snage prikazana je na slici 2.



Slika 2. Šema električnog prenosnika snage

U početku razvoja dizelelektričnih kamiona bila je prirodna upotreba generatora jednosmjerne struje jer za snagu i brzine ondašnjih dizelmotora nije bilo nikakvih problema transformacije. Povećanjem snage generatora uslovalo je i značajno povećanje njegovih dimenzija i težine, a uslijed povećanja brzine rotacije povećavaju se obodne sile koje djeluju na provodnike rotorskog namotaja. Sve ovo i pojava problema komutacije kod generatora jednosmjerne struje velikih snaga uslovalo je primjenu alternatora na dizelelektričnim kamionima veće nosivosti.

2.1. Mehatronički sistem pogona dizelelektričnih kamiona sa alternatorom

Primjena alternatora predstavlja znatnu uštedu u pogledu cijene i težine, a u potpunosti su izbjegnuti problemi komutacije. Alternator kao trofazna električna mašina u ulozi generatora naizmjenične struje pogonjena dizelmotorom, spreže se sa ispravljačkom jedinicom i napaja redno vezane vučne motore (pogonski točkovi kamiona) istosmjernom strujom.

Razvojem elektronike omogućeno je ujedinjavanje i snažno međudjelovanje različitih područja tehnike, čime je stvorena interaktivna kombinacija mehaničkih sistema sa

elektroničkim upravljanjem. Povezivanje podsistema u jednu konstrukcionu cjelinu (mehatronički sistem) kao što je pogon elektromotorizovanih točkova sa automatizovanim upravljanjem na dizelektričnim kamionima, urađena je u ovom trenutku prava kombinacija tehnologija potrebnih za optimalno rješenje navedenog zahtjeva.

2.1.1. Resofisticirani upravljački mehatronički sistem

Sistem upravljanja pogona dizelektričnih kamiona, prošao je kroz više faza razvoja od kojih je zadnja i najnovija Statex III, ugrađena na damper kamionima velike nosivosti. Resofisticiranjem upravljačkog sistema Statex III, moguća je primjena istog na dizelektričnim kamionima sa starijim upravljačkim sistemima kod kojih je logika fiksna, odnosno, koja je odgovarala samo određenoj nosivosti kamiona. Podešavanje parametara upravljačkom sistemu Statex III vrši se upotrebom softverskog paketa i prenosnog računara i to za kamione sa različitom nosivosti, gdje se za jednu konfiguraciju i nosivost kamiona može izvršiti naknadno podešavanje određenih parametara zavisno od profila puta, tj. zavisno od mjesta i uslova korištenja. Navedeni upravljački mikroprocesorski sistem, reguliše pogon i kočenje kamiona upravljanjem položaja različitih magnetnih kontaktora i releja.

Rad upravljačkog mikroprocesorskog sistema regulisan je softverskim programom smještenim u ROM memoriji centralne jedinice, koji prati zahtjeve rukovaoca kamiona, programskih instrukcija i signala povratnih sprega o:

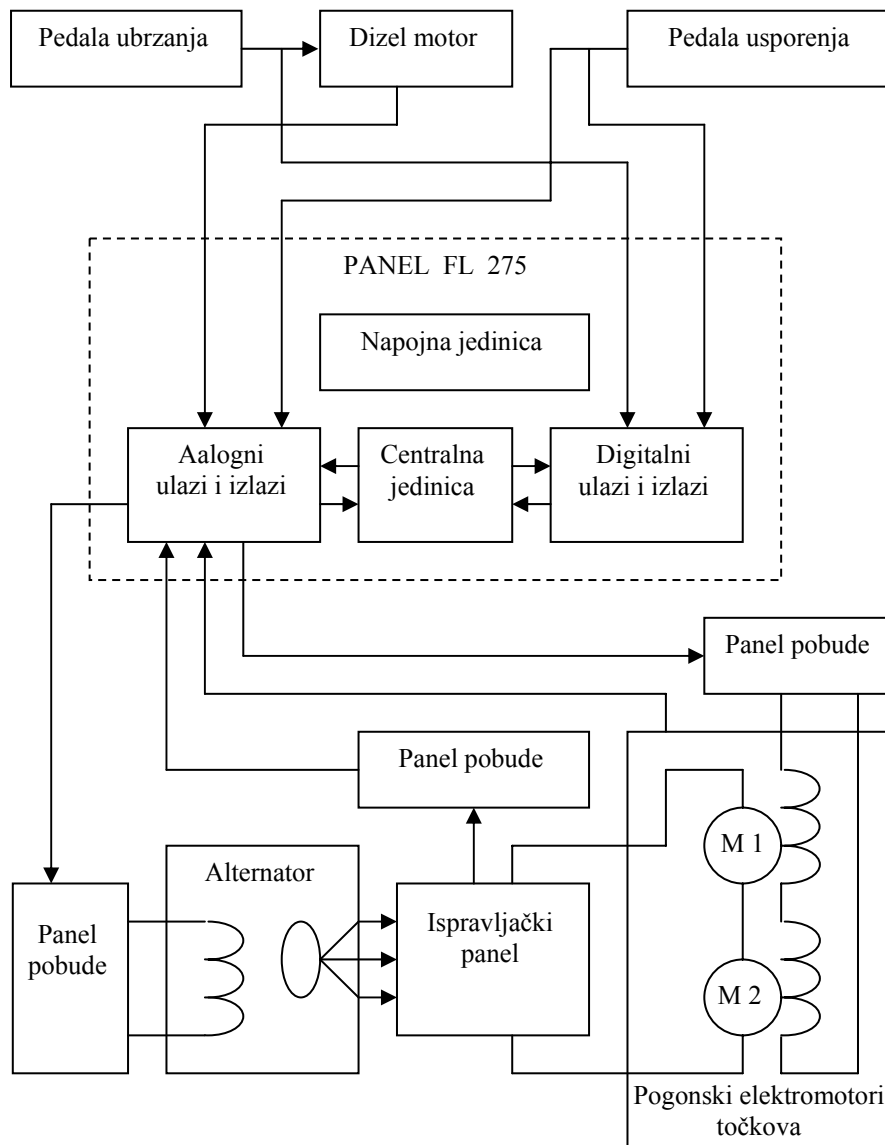
- naponu alternatora U_a ,
- naponu motora U_{m2} ,
- strujama motora I_{m1} , I_{m2} ,
- struji nezavisne pobude motora I_{mf} ,
- naponu pobude alternatora U_{af} ,
- brzini vrtnje motora (pogonskih) točkova n_m i
- brzini vrtnje dizel motora n_{dm} .

Mikroprocesor izračunava odziv i inicira odgovarajuću upravljačku akciju, odnosno:

- uspostavlja krug pogona naprijed odnosno nazad,
- uspostavlja krug kočenja,
- obezbjeđuje kontrolu granične struje tako da se održavaju zadati nivoi struja kako u režimu vuče tako i u režimu kočenja,
- obezbjeđuje približno konstantan intenzitet kočenja funkcijom produženog kočenja kao i automatsku regulaciju brzine,
- obezbjeđuje dva nivoa kontrole prekoračenja brzine i dozvoljava veće prekoračenje za vožnju praznog kamiona,
- obezbjeđuje zaštitu tercijalnih namota alternatora i zaštitu motorizovanih točkova od prekostruje,
- aktivira neophodna pogonska ograničenja, uključuje svjetlosnu signalizaciju. Svi događaji se memorišu za naknadni pregled kod održavanja-nalaženje kvara,
- obezbjeđuje informacije o stanju sistema pogona,
- obezbjeđuje automatski unos i memorisanje statističkih podataka o ostvarenim performansama u životnom vijeku, kvartalu, mjesecu i danu. Ovi statistički podaci mogu biti korisni pri utvrđivanju vremena korištenja opreme radi određivanja raspoloživosti, načina korištenja opreme radi analize ispravnosti rukovanja te planiranja preventivnog održavanja [3].

2.1.2. Rad upravljačkog sistema

Način ostvarenja funkcija upravljanja u različitim režimima rada sofisticiranog mehatroničkog sistema pogona dizelektričnih kamiona, predstavljen je dijagramski, slika 3.



Slika 3. Sofisticirani mehatronički sistem pogona dizelektričnih kamiona

- Ubrzanje

Softverski paket koji upravlja operativnim zahtjevima sistema, ujedno i nadzire trenutno stanje podsistema i prema zahtjevu vozača dozvoljava ili osporava prelaz iz jednog moda rada u drugi.

Na primjer, predpostavimo da je vozač okrenuo kontakt prekidač i uključio softverski upravljački sistem, a nakon toga startovao dizel motor.

Pritiskom pedale ubrzanja kamiona ista proizvodi dva signala (slika 3), i to:

- jedan signal proizvodi promjena položaja potenciometra pedale gasa i on preko kontrolnog sistema dizel motora vrši regulaciju njegove brzine (n_{dm}) shodno zahtjevu vozača,

- drugi signal je posljedica zatvaranja mikroprekidača ispod pedale gasa, koji preko kartice digitalnih ulaza/izlaza pokreće zahtjev za zatvaranje kruga snage za pogon naprijed, odnosno nazad. Softver dozvoljava ovo stanje samo ako nema ograničenja kao što su:
 - aktivirana kočnica(servisna ili parking),
 - dignuta korpa kamiona,
 - greška na izolaciji sistema itd.

Prelazak sistema u stanje „Ubrzanje“ znači da su svi kontaktori u ispravnom položaju i da upravljačka komanda može biti izdata. Za sve povratne sprege ranije navedene, proizvođač je definisao njihove maksimalne vrijednosti kod kojih se automatski prekida režim ubrzanja, a ograničenja odnosno razlog prekida ubrzanja se signalizira odgovarajućom signalizacijom.

- Kočenje

Kada vozač kamiona otpusti pedalu ubrzanja kontaktori ubrzanja se isključuju i mašina nastavlja kretanje po inerciji. Pritiskom pedale usporenja (slika 3) preko digitalno ulazno/izlazne kartice daje se nalog za zatvaranje kruga kočenja. Sistematski softver prelazi u stanje „Usporenje“ i ostaje u tom stanju sve dok svi neophodni kontaktori kočenja ne budu u potrebnom položaju. Upravljački impulsi šalju se pobuđivačima shodno zahtjevu vozača i nivou povratnih sprege.

Iz datog opisa vidi se da su u sistemu upravljanja radom kamiona izvršena softverska ograničenja, tako da je praktično nemoguće pogrešnom akcijom vozača sistem dovesti u nedozvoljeni režim rada.

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

U radu je opisan upravljački sistem Statex III dizelelektričnih kamionia sa alternatorom, koji su predviđeni za teške uslove rada, velikog kapaciteta, specijalno projektovani za rad na površinskim kopovima, sa mogućom primjenom istog (naknadno resofisticiranje) na dizelelektričnim kamionima sa starijim upravljačkim sistemima kod kojih je logika fiksna, odnosno, koja je odgovarala samo određenoj nosivosti kamiona. Resofisticiranjem navedenog mikroprocesorskog upravljačkog sistema, omogućuje naknadno podešavanje određenih parametara zavisno od profila puta, tj. zavisno od mjesta i uslova korištenja. Prednosti ovog upravljačkog sistema u odnosu na ranije izvedbe obezbjeđuju:

- veću raspoloživost i produktivnost kamiona,
- veće iskorištenje dizel motora,
- veću sigurnost rada mehatroničkog sistema
- produženje životnog vijeka komponenti sistema,
- manje vrijeme održavanja, itd.

Kroz ovaj rad prikazana je veza jednog mehatroničkog sistema, kao interaktivna kombinacija mašinstva, elektrotehnike i informatike, usko povezane s područjima automatizacije (upravljanja, regulacije), primjenom softverskih ograničenja upravljačkog sistema.

4. LITERATURA

- [1] General Electric: Motorized wheel electric drive equipment for Statex III, Pennsylvania 16531.
- [2] Tehnical Information series: GEA-13000, Statex III mikroprocessor-based control for motorized Systems.
- [3] Unitrig: Tehnička dokumentacija damper kamiona sa elektromotorizovanim pogonom, Tulsa, Oklahoma.