

UDK: 631.372

## UTICAJ ELEKTRONSKIH SISTEMA NA STABILNOST VANPUTNIH VOZILA

**Kosta Gligorević, Mićo V. Oljača, Lazar Ružičić,  
Rade Radojević, Miloš Pajić**

*Poljoprivredni fakultet - Beograd*

**Sadržaj:** Upotrebom elektronskih sistema u svim oblastima projektovanja i eksploatacije znatno se napredovalo na usavršavanju motornih vozila i njihovih sistema.

Elektronika je pogotovo uticala na pojedina polja razvoja motornih vozila, kao što su: upravljanje radom pogonskih agregata, upravljanje transmisijom, bezbednost rukovaoca, stabilnost i prohodnost vozila.

Elektronski sistemi za poboljšanje stabilnosti vanputnih vozila su [3], [4], [5]:

- ABS-Anti-lock Braking Sistem,
- EBD-Electronic Brake Force Distribution,
- HAC-Hill Start Assist Control,
- A-TRAC-Active Traction Control,
- TPM-Tire Pressure Monitor.

Navedenim elektronskim sistemima se znatno utiče na poboljšanje stabilnosti i povećanje prohodnosti u otežanim uslovima eksploatacije i oni su sastavni deo velikog broja samohodnih poljoprivrednih mašina i traktora novije generacije.

Upotrebom elektronskih sistema znatno se povećava i bezbednost eksploatacije mašina i vozila, tako da je njihova upotrebna vrednost višestruka.

**Ključne reči:** *elektronski sistemi, vanputna vozila, stabilnost, prohodnost, bezbednost eksploatacije.*

### UVOD

Savremena vanputna vozila podrazumevaju veliki broj elektronskih sistema [3], [4], [5] koji su integrisani i međusobno povezani kako bi omogućili bolje vozne sposobnosti i povećanje sigurnosti takvih vozila.

Krajem 80-ih godina, u Svetu, u proizvodnji vanputnih vozila i samohodnih mašina masovno počinju da se ugrađuju elektronski sistemi. Oni su se prvenstveno odnosili na upravljanje radom motora i motorni menadžment, da bi se kasnije njihova upotreba proširila i na ostale sisteme vanputnih vozila, kao što su sistem transmisije, kočioni sistem, sistem za upravljanje i hodni sistem. Danas se elektronski sistemi primenjuju u

na gotovo svim sistemima motornih vozila regulišući njihov režim rada, vršeći kontrolu i ispravljajući greške, nastale kao posledica uslova eksploatacije.

U ovom radu biće predstavljene grupe elektronskih sistema koje su konstruisane sa ciljem da poboljšaju prohodnost i stabilnost vanputnih vozila, a sastavni su deo nekoliko osnovnih jedinica motornih vozila kao što je transmisija, kočioni sistem, sistem upravljanja i hodni sistem.

Elektronski sistemi koji upotpunjuju i poboljšavaju rad kočionog sistema vozila:

- **ABS**-Antilock Braking Sistem (sistem za sprečavanje blokade točkova prilikom kočenja),
- **EBD**-Electronic Brake Force Distribution (sistem za raspodelu sile kočenja),
- **HAC**-Hill Start Assist Control (sistem za asistenciju pri kretanju uz nagibe)
- **DAC**-DownHill Control (sistem za asistenciju pri kretanju uz nagib)

Elektronski sistem koji funkcioniše u sadejstvu sa sistemom transmisije:

- **A-TRAC**-Active Traction Control (sistem za kontrolu prijanjanja),

Elektronski sistem koji je u sastavu hodnog sistema:

- **TPM**-Tire Pressure Monitor (sistem kontrole pritiska u pneumaticima).

## **1. GRUPA ELEKTRONSKIH SISTEMA SA FUNKCIJOM POBOLJŠANJA RADA KOČIONOG SISTEMA**

U ovu grupu elektronskih sistema se mogu ubrojiti sledeći sistemi:

- **ABS**-Antilock Braking Sistem,
- **EBD**-Electronic Brake Force Distribution,
- **HAC**-Hill Start Assist Control.

Prethodno navedeni sistemi koriste resurse kočionog i **ABS** sistema i oni su neophodni za njihov rad. Može se reći da ostali sistemi predstavljaju nadogradnju kočionog i ABS sistema, u vidu poboljšanja njihove funkcionalnosti i njihovog prilagođavanja pojedinim eksploatacionim uslovima koji su specifični za vanputna vozila.

**ABS** sistem je jedan od neizostavnih elektronskih sistema kod svih vozila novije produkcije. Ima zadatak da onemogući blokiranje točkova prilikom naglih i energičnih kočenja i prilikom kočenja na podlozi sa slabim prijanjanjem. Blokiranjem kočenih točkova se produžava zaustavni put vozila i smanjuje se kontrola i mogućnost upravljanja kočenog vozila u toku kočenja, zbog toga nije potrebno naglašavati pozitivne uticaje ovog sistema na stabilnost i bezbednost vozila.

### **1.1. Istorijski razvoj kočionih sistema ABS tipa**

Sa razvojem performansi, konstruktori vozila su morali [3] voditi računa o mogućnostima njihovog zaustavljanja, pri čemu je kočioni sistem takodje doživljavao stalni napredak. Prva vozila su bila kočena poteznim užadima, a osnovu savremenog kočionog sistema u stvari predstavlja hidraulična doboš kočnica. Međutim, ti kočioni sistemi su imali nedostatke: velika težina, mala izdržljivost, prevelika emisija toplote koja je dovodila do smanjenja kočionih sposobnosti itd. Klasični kočioni sistem je 70-tih godina usavršen konstrukcijom disk kočnice koja je tražila veću silu kočenja. Tako je nastao sistem za povećanje sile kočenja, tzv. servo uređaj. Na ovakav način ostvarene su

velike sile kočenja koje su izazvale i nove probleme. Došlo je do blokiranja točkova, čime je umesto da bude skraćen, put zaustavljanja produžen, a vozila su postala neupravljiva.

Zbog ove činjenice, započelo se sa radom na konstrukciji sistema protiv blokiranja točkova. Početci se vezuju za 1965. godinu, a nakon dve godine već su se desile probne vožnje. Godine 1970. se analogna tehnologija menja digitalnom, a promocija prvog ABS sistema u serijskoj proizvodnji se desila 1973. godine na sajmu automobila u Frankfurtu.

Od tada do danas, razvijene su četiri generacije ABS sistema koje već predstavljaju impozantan uspeh. Razvojem elektronike i novih materijala, po svoj prilici, nije završena revolucija u razvoju ovih sistema.

Sa primenom sistema protiv blokiranja točkova (ABS) na vanputnim vozilima i radnim mašinama započelo se početkom devedesetih godina.

Povećanje snage i ekonomičnosti motora, prvenstveno sa razvojem savremenih sistema za regulaciju rada motora i ubrizgavanje goriva, kao i sa znatnim usavršavanjem i automatizacijom sistema transmisije, omogućene su znatno veće brzine kretanja vanputnih vozila.



Sl. 1. JCB Fast-track [5]

U slučaju linije traktora JCB FastTrack (Sl. 1), pri transportnim brzinama od oko 70 km/h javljaju se identični problemi u procesu kočenja kao i kod putničkih i teretnih vozila, pa su se i njihovi kočioni sistemi razvijali u istom pravcu, tako da je i u ovom segmentu motornih vozila upotreba sistema protiv blokiranja točkova **ABS** postala neminovna.

#### 1.1.1. Princip rada ABS sistema

**ABS** sistem je sklop koji funkcioniše tako što elektronska komandna jedinica na osnovu informacija od davača, neprekidno, u veoma kratkim vremenskim intervalima, reguliše pritisak u kočnoj instalaciji i menja silu kočenja sprečavajući blokiranje točkova.

Šematski prikaz **ABS** sistema sa sastavnim delovima predstavljen je na slici 2.

Princip rada **ABS** sistema se zasniva na neprekidnom pritisku i otpuštanju izvršnih elemenata sistema za kočenje u vrlo kratkim vremenskim intervalima, sa ciljem sprečavanja blokiranja kočenih točkova. Pri maksimalnoj sili na komandu kočionog sistema u glavnom kočionom cilindru može da se razvije pritisak i do 150 bar, što može izazvati blokiranje točkova.

Na osnovu informacija od davača broja obrtaja točkova iz čijeg signala elektronska komandna jedinica (ECU) "zaključuje" da je kočeni točak blokirao, izdaje se komanda hidrauličkoj jedinici da preko elektromagnetnih ventila vrši smanjenje pritiska u kočionoj instalaciji, u vrlo kratkim vremenskim intervalima.

Upotrebom **ABS** sistema je potpuno isključena mogućnost blokiranja kočениh točkova, a efikasnost kočionog sistema se znatno poboljšava bitnim skraćanjem zaustavnog puta vozila i mogućnošću korekcije putanje kretanja.

### 1.2. Funkcija EBD sistema

Sistem **EBD** (Electronic Brakeforce Distribution) kao što je već napomenuto predstavlja nadogradnju ABS sistema i ima zadatak da pritisak u hidrauličnoj instalaciji kočionog sistema, odnosno silu kočenja na svakom točku, zasebno, prilagodi uslovima prijanjanja za podlogu. Na taj način je moguće izbeći zanošenje vozila prilikom kočenja i bezbedno zaustavljanje u uslovima kada se točkovi nalaze na podlogama sa različitim stepenom prijanjanja.

### 1.3. Funkcija HAC sistema

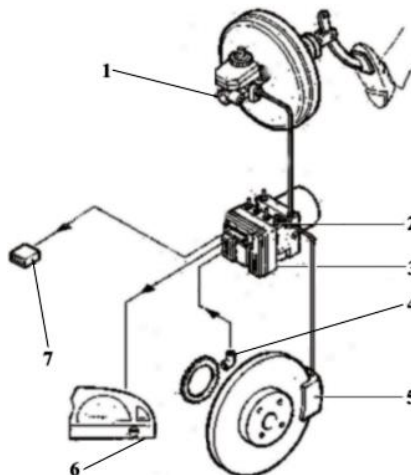
Sistem **HAC** (Hill Start Assist Control) predstavlja jednu vrtu nadogradnje, odnosno prilagođavanja kočionog sistema specifičnim uslovima eksploatacije.

Ovaj sistem omogućava rukovaocu vanputnog vozila lakše pokretanje opterećenog vozila na usponu, a sistem funkcioniše tako što nakon otpuštanja komande kočnice na usponu, radi polaska, sistem još izvesni deo vremena zadržava pritisak u hidrauličnoj instalaciji kočionog sistema i na taj način se onemogućava kretanje vozila u nazad.

Sistem koristi veliki deo resursa ABS sistema, a specifična komponenta ovog sistema je elektronski žiroskopski uređaj koji određuje položaj vozila.

### 1.4. Funkcija DAC sistema

Sistem koji je takođe zasnovan na istim resursima je **DAC** (Downhill Control). Njegova funkcija je automatsko usporavanje vozila na velikim nagibima. Sistem radi potpuno automatski i u zavisnosti od nagiba, opterećenja i brzine kretanja, nedozvoljava da vozilo nekontrolisano ubrzava. Ovaj sistem, sem što koristi resurse prethodno opisanih sistema, radi i u sprezi sa motornim menadžmentom tako da u zavisnosti od varijante sistema, usporenje vozila može biti potpomognuto takozvanom motornom kočnicom.



Sl. 2. Komponente ABS sistema: 1. glavni kočni cilindar, 2. hidraulički modulator, 3. integrisana elektronska komandna jedinica, 4. davač broja obrtaja točka, 5. izvršni element kočnog sistema, 6. kontrolna lampica, i 7. dijagnostički priključak.

## 2. ELEKTRONSKI SISTEMI U FUNKCIJI POBOLJŠANJA EKSPLOATACIONIH PERFORMANSI TRANSMISIJE VANPUTNIH VOZILA

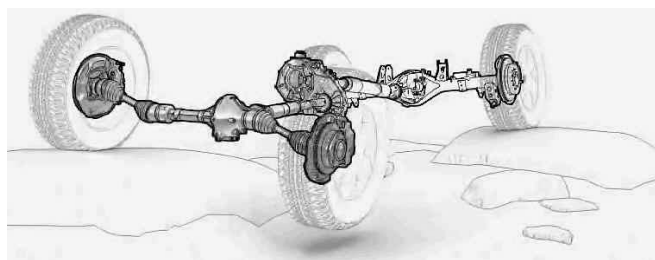
Kao što je već naglašeno u ovu grupu sistema svrstavamo **A-TRAC** sistem (Active Traction Control).

Osnovna funkcija ovog sistema je kontrola proklizavanja pogonskih točkova u uslovima smanjenog prijanjanja pneumatima za podlogu. Sistem se delom oslanja i na kočioni sistem jer se koristi dobar deo resurse ABS sistema, kao na primer senzori za određivanje broja obrtaja točkova, elektrohidraulični ventili u kočionoj instalaciji, kočioni sklop, itd.

Sistem se sastoji iz sledećih komponentata: senzora kretanja, senzora broja obrtaja pogonskih točkova, elektromagnetnog hidrauličnog cilindra, elektromagnetnih hidrauličnih ventila, elektronskog uređaja za kontrolu rad centralnog diferencijala i ECU jedinice.

Sistem funkcioniše kada se vanputno vozilo nađe na terenu sa podlogom koja ne može da obezbedi dovoljno veliki stepen athezije kao bi obrtni moment sa točkova mogao da se prenese na podlogu i na taj način ostvari kretanje vozila.

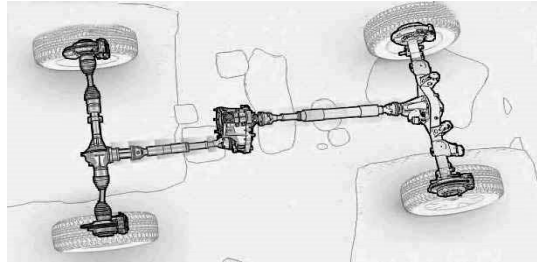
U tom slučaju umesto kretanja vozila dolazi do proklizavanja točkova, računarska jedinica ECU detektuje proklizavanje pomoću senzora obrtaja točkova i detekcije kretanja i automatski aktivira kočioni sistem preko elektromagnetnog hidrauličnog cilindra koji stvara pritisak u kočionoj instalaciji. Pritisak se pomoću elektromagnetnih hidrauličnih ventila usmerava do točka koji ima veći stepen proklizavanja (Sl. 3) i aktiviranjem kočionog sklopa, točak se koči. Kočenjem se prouzrokuje prebacivanje obrtnog momenta, preko diferencijalnog prenosnika na točak sa druge strane vozila i na taj način se omogućava iskorišćenje njegove povoljnije pozicije po pitanju athezije i omogućava se kretanje vozila. Ovo je primer kada dolazi do proklizavanja točkova na istoj (pogonskoj osovini) strani vozila.



Sl. 3. Primer upotrebe sistema A-Track [4]

U slučaju kada do proklizavanja dolazi na obe strane vozila (na obe pogonske osovine) onda se u sistem uključuje i elektronski uređaj za kontrolu rad centralnog diferencijala, koji obrtni moment preusmerava na onu pogonsku osovinu čiji pneumatici imaju bolje prijanjanje (Sl. 4), odnosno manje proklizavanje, a dalje se sve odvija po prethodno opisanom principu.

Ovi sistemi su u mogućnosti da u zavisnosti od stepena proklizavanja točkova uspeju da ukupan obrtni momenat preusmere na jedan točak ukoliko samo on ima mogućnost prijanjanja.



Sl. 4. Elektronski uređaj za kontrolu rada centralnog diferencijala u funkciji [4]

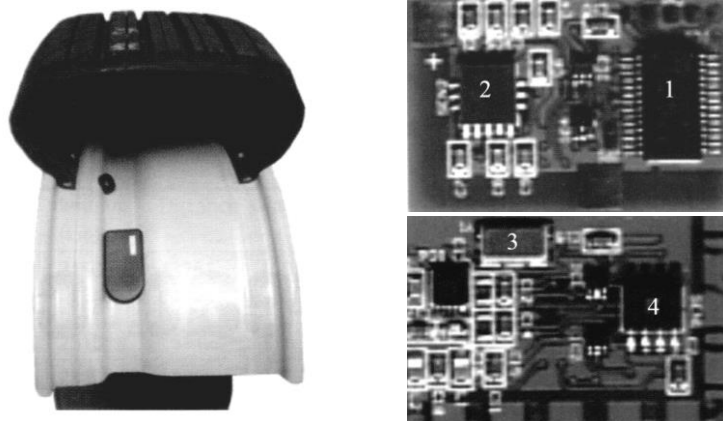
Vozila koja poseduju ovu vrstu sistema imaju neuporedivo bolje eksploatacione karakteristike na terenima sa malim stepenom prijanjanja, u odnosu na vozila koja su opremljena klasičnim mehaničkim sistemima (blokiranje diferencijala, itd.).

### 3. GRUPA ELEKTRONSKIH SISTEMA U FUNKCIJI POBOLJŠANJA EKSPLOATACIONIH PARAMETARA HODNOG SISTEMA

Mogućnost regulacije pritiska u pneumaticima u znatnoj meri može poboljšati stabilnost i prohodnost vanputnih vozila. Zato je projektovan i izrađen sistem koji ima mogućnost praćenja pritiska u pneumaticima i njegove izmene u zavisnosti od potreba.

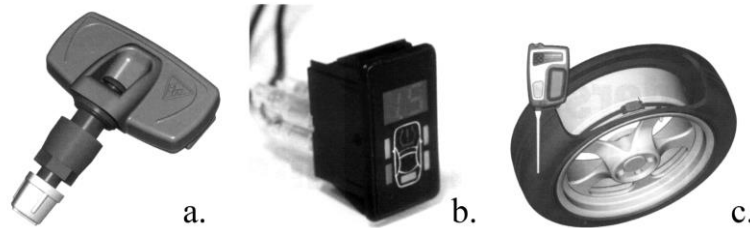
Od pritiska u pneumaticima u znatnoj meri zavisi stepen prijanjanja pneumatika. Smanjenjem pritiska povećava se aktivna površina dodira pneumatika sa podlogom i na taj način se omogućava bolja prohodnost i stabilnost vanputnih vozila. Sa druge strane prilikom kretanja vozila po čvrstoj podlozi neophodno je pritisak povećati do propisane granice, pa je upravo osnovna funkcija ovog sistema praćenje i regulacija pritiska u pneumaticima u zavisnosti od uslova eksploatacije.

Sistem se sastoji od davača pritiska vazduha u pneumaticima (Sl. 5) i u zavisnosti od konstrukcije sistema ovi davači mogu biti sastavni deo naplatka ili pneumatika. Neizostavni deo sistema je takođe i kompresorska jedinica i sistem za razvod komprimovanog vazduha preko koga se u zavisnosti od potrebe vrši povećanje ili smanjenje pritiska u pneumaticima.



Sl. 5. Položaj davača na naplatku i njegov izgled sa pripadajućim komponentama (1. mikroprocesor, 2. G senzor, 3. transmiter, 4. senzor pritiska)[1], [2]

Ovaj sistem može biti zaseban (Sl. 6), pa rukovaoc može sam pratiti stanje pritiska u pneumaticima i u zavisnosti od potrebe vršiti njegovu korekciju ili pak može biti deo centralizovanog sistema. Kod centralizovanog sistema, rukovaoc zadaje polazne parametre (npr. tip podloge po kome se vozilo kreće), a sistem zatim automatski reguliše pritisak u pneumaticima i aktivira još neke sisteme vozila radi poboljšanja prohodnosti i stabilnosti (podešavanje ogibljenja, uključivanje pogona na svim točkovima itd.).



Sl. 6. Varijanta zasebnog sistema za praćenje stanja pritiska u pneumaticima (a. davač na ventilu pneumatika, b. kontrolna jedinica, c. davač na naplatku sa izgledom kontrolne jedinice)[1], [2]

Prethodno predstavljeni sistemi imaju veliki uticaj na stabilnost, prohodnost i sigurnost eksploatacije vanputnih vozila.

### ZAKLJUČAK

Možemo zaključiti da se primenom prethodno opisanih sistema znatno poboljšavaju:

- Stabilnost vanputnih vozila na teško prohodnim terenima
- Prohodnost vanputnih vozila na terenima sa slabim stepenom prijanjanja
- Znatno se poboljšavaju karakteristike kočionog sistema u smislu skraćivanja zaustavnog puta i znatnim poboljšanjem upravljivosti vozila prilikom kočenja.
- Omogućeno je sigurnije zaustavljanje i na terenima sa smanjenim stepenom prijanjanja
- Kočioni sistem se znatno prilagođava pojedinim uslovima eksploatacije specifičnim za vanputna vozila
- Vrši se permanentno praćenje stanja pritiska u pneumaticima i na taj način se povećava stepen prijanjanja i produžavamo vek trajanja pneumatika.

Treba posebno napomenuti da opisani elektronski sistemi sem znatnog uticaja na prethodno pomenute eksploatacione karakteristike vanputnih vozila posebno pozitivno utiču i na sigurnost eksploatacije.

### LITERATURA

- [1] Jukka Hakanen-Nokian Tyres. Scientific paper: "Second generation of TPM", Tire Technology, The Annual Review of Tire Materials and Tire Manufacturing Technology, Church Street Dorking, UK, 2004.
- [2] Yutaka Hattori-New Technology Development Department, Yokohama Rubber-Japan. Scientific paper: "Understanding the tire-to-road interface via an intelligent TPM", Tire Technology, The Annual Review of Tire Materials and Tire Manufacturing Technology, Church Street Dorking, UK, 2004.
- [3] "Vehicle Dynamics", UK InterPress, UK, May 2007.
- [4] <http://www.toyota.com/fjcruiser/index.html>
- [5] <http://www.jcb.com/products/productdetail.aspx>

## INFLUENCE OF ELECTRONIC SYSTEMS ON OFF ROAD VEHICLES STABILITY

**Kosta Gligorević, Mićo V. Oljača, Lazar Ružičić,  
Rade Radojević, Miloš Pajić**

*Faculty of Agriculture - Belgrade*

**Abstract:** Application of electronic systems in all fields of design and exploitation significantly improved development of motor vehicles and their systems.

Electronics especially affected particular fields of motor vehicles development, such as: power aggregates function, transmission, operator's safety and vehicle stability.

Electronic systems for improvement of the off road vehicles stability:

- ABS-Anti-lock Braking System,
- EBD-Electronic Brake Force Distribution,
- HAC-Hill Start Assist Control,
- A-TRAC-Active Traction Control,
- TPM-Tire Pressure Monitor

These electronic systems significantly improve stability in difficult exploitation conditions and are consisting part of large number of new self propelled agricultural machines and tractors.

Application of electronic systems also increases exploitation safety of machinery and vehicles, which multiplies their value.

**Key words:** *electronic systems, out-of road vehicles, stability, safety of exploitation.*