

UDK: 303.645

IMPLEMENTACIJE SENZORA ZA METROLOGIJU I PRENOS PODATAKA U INDUSTRIJI TRAKTORA

Branka Grozdanić*, Zoran Grozdanić, Svetlana Vukas***

**) IMR - Institut, Beograd imr-institut@Eunet.rs*

****) JKP Beogradske Elektrane, Beograd zorangr@Verat.net*

Sadržaj: Savremena rešenja u traktorskoj industriji nametnula su potrebu za uvođenjem sve većeg broja fizičko – tehničkih senzora, kako pri ispitivanju i razvoju, tako i pri serijskoj proizvodnji traktora. Sam princip senzora i merenja, se nije puno promenio. Najveći napredak je u realnom monitoringu i obradi podataka, što je omogućeno sa razvojem, savremenih računarskih tehnologija i DSP procesora, moćnih performansi i malih dimenzija. Podaci mogu da se prikupljaju i obrađuju radi ispitivanja, razvoja i eksploatacije u samom traktoru, ili da se sa nekim od bežičnih protokola prenesu do centrale gde se mogu pratiti performanse traktora. Ovim se može na efikasniji način postići poboljšanje efikasnosti, pouzdanosti kao i ergonomije traktora.

Ključne reči: senzori, traktor, prenos i obrada podataka.

UVOD

Tokom protekle decenije u proizvodnji traktora se sve više uvode savremeni elektronski sistemi sa ciljem da se obezbedi poboljšanje funkcionalnosti i produktivnosti u eksploataciji poljoprivrednih mašina i traktora. Prirodna posledica uvođenja sve većeg broja elektronskih sklopova, je potreba za međusobnom komunikacijom, a u cilju prikupljanja, obrade i slanja podataka ka operateru tj. korisniku, kao i ka perifernim jedinicama. Elektronska komunikacija je u tu svrhu upotrebljena, naprimer, za koordinaciju mašinskih komponenti, ali i za razmenu informacija između njih. Korišćenje mogućnosti komunikacije između perifernih celina, nameće i potrebu za standardizacijom u samoj proizvodnji različitih sklopova traktora (PTO, hidraulični sistemi, transmisija itd.). Ova standardizacija omogućava proizvođačima različitih sklopova traktora da usaglase međusobnu kompatibilnost u implementiranju opreme.

SENZORI U SPREZI SA MAGISTRALOM ZA PRENOS PODATAKA

Današnje elektronske komunikacije primenjene u traktorskoj industriji zahtevaju znatno više standarde nego u ranijoj proizvodnji. To podrazumeva ne samo fizičku kompatibilnost ugrađenih komponenti nego i kompatibilnost pre svega u razmeni

međusobnih informacija, brzini i ispravnosti prenosa podataka, ožičenja, priključnih konektora, naponskih i strujnih nivoa, učestanosti merenja itd. Naročito važan segment u kompatibilnosti opreme je okrenut ka operateru u kabini, ili van nje (menadžerski informacijski sistem), što podrazumeva kompatibilnost u operatorskim displejima i terminalima.

Zbog ovoga je razvijen standard ISO 11783, namenjen kao elektronski komunikacioni protokol za poljoprivrednu opremu. Osnovna namena mu je da zadovolji potrebu za elektronskom komunikacijom između traktora i oruđa, između komponenti u okviru traktora ali i drugih samopogonskih poljoprivrednih mašina. Standard daje podršku i preciznim poljoprivrednim aplikacijama.

Osnova multipleksnog žičnog sistema u primenjenom standardu je zasnovana na CAN (Controller Area Network) protokolu razvijenom od strane Bosh-a, 1991 god. Elektronska kontrolna jedinica (ECU) u kombinaciji sa senzorima i aktuatorima čini deo elektronskog kontrolnog sistema. Glavni delovi ECU su mikrokontroler i ulazno-izlazni interfejs.

Kao što je ranije naglašeno sama koncepcija i osnove senzora se nisu promenile tako da se za merenje osnovnih fizičkih veličina i dalje koriste:

- u oblasti merenja pritisaka dominiraju piezorezistivni, induktivni i slični senzori koji se uglavnom koriste za merenje pritiska ulja, pritiska vezanog za sam motor u usisnoj i izduvnoj grani itd.
- merenje temperature vode, ulja i vazduha vrši se termistorima, poluprovodničkim senzorima, termoparovima, RTD otpornicima itd.
- ugao, brzina i položaj mere se inkrementalnim enkoderima, potencijometrima, Hall davačima, itd.
- naprezanje se i dalje meri mernim trakama najčešće poluprovodničkim.

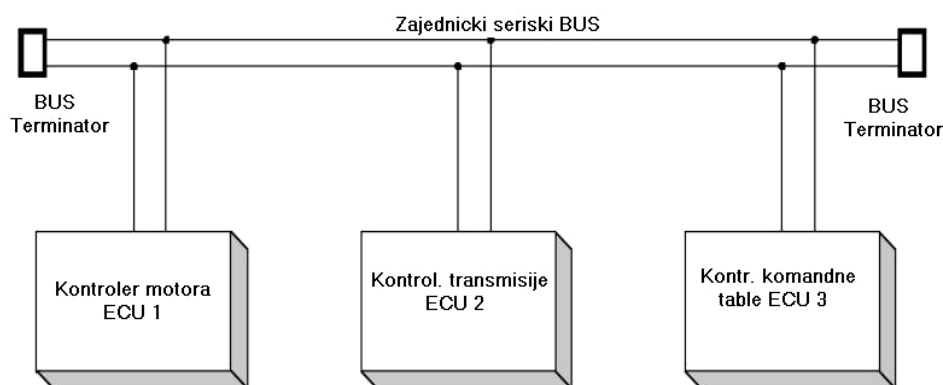
Sami senzori mogu da reprezentuju promenu praćene fizičke veličine naponskim, strujnim otpornim, frekvenciskim ili sličnim signalom koji se digitalizuje i kao takav komunicira sa ECU. Često se senzori i koncipiraju kao SMART senzori sa ugrađenim "plug in play" interfejsom. Osnova dvožične komunikacije i multipleksnog povezivanja čini osnovu koja zahteva razmenu podataka na magistrali za prenos podataka (BUS) bez konflikata koja je definisana protokolom.

Sa razvojem traktorske industrije proizvođači su razvijali različite stepene ECU jedinica:

- Chrysler Collision Det. na traktoru Deer 7000 komunicira sa pet ECU jedinica, 1992 god.
- New Holland postavlja Bosh CAN sistem na Genesis traktoru 1994 god.
- Caterpillar upotrebljava SAE J1587 link podataka na Challenger 75 i 85 traktoru 1993 god.
- Flexi Coil primenjuje SAE 1708 na njihovoj sejačici u komunikaciji sa 18 ECU jedinica
- LBS (DIN 9684) je predstavljen u Evropi 1990 god. i bio je deo razvoja Fendt Vario traktora
- standard SAE J1939 razvijen je kao podrška za komunikaciju na, i van putnim aplikacijama kao i standard DIN 9684 kao podrška za komunikaciju sa korisničkim displejom predstavljaju osnovu za standard ISO 11783

CAN (Controller Area Network) – protokol za mrežu kontrolera definiše način komunikacije duž putanje (magistrale), koja povezuje više postavljenih čvorova (nodes). Čvor predstavlja deo celog sistema, ili mreže koji ostvaruje jednu ili više funkcija u okviru njega. Čvor podrazumeva postojanje procesora (mikrokontroler), koji zavisno od svog moda rada koristi internu ili eksternu memoriju za obradu skladištenje i (ili) distribuciju podataka.

Primena CAN baziranih mreža je omogućila da se svi kontroleri, senzori i aktuatori povežu na jednu serijsku komunikacionu liniju. Sam protokol poseduje moćne mehanizme za korekciju grešaka pri prenosu. Dijagnostika stanja sistema je znatno pojednostavljena, kao i mogućnost “online” konfiguracije pojedinih kontrolnih uređaja na liniji. Prema zahtevima i ciljevima koji se postavljaju pred serijsku komunikaciju u traktorima, CAN primene se tipično dele u 3 grupe: ECU za kontrolu motora, ECU za kontrolu transmisije i ECU za komandnu tablu sl. 1.



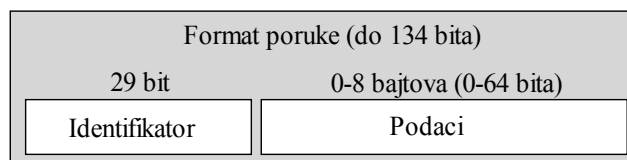
Sl. 1. Topologija BUS magistrale u traktoru

CAN protokol je zasnovan na poruci, što praktično znači da do svakog čvora u sistemu stiže poruka sa magistrale (za razliku od sistema zasnovanom na adresi u okviru koga poruka stiže samo do delova sistema sa naznačenom adresom).

Zahvaljujući tome, do svakog novopostavljenog čvora, poruke stižu odmah po njihovom postavljanju na magistralu bez potrebe rekonfiguracije sistema. CAN hardver u okviru svakog čvora ostvaruje lokalno filtriranje koje omogućuje da samo određeni čvorovi mogu da reaguju na pristiglu poruku. Najčešći tip slanja poruke sa podacima se koristi kada čvor šalje korisne podatke ostalim čvorovima u sistemu.

ISO 11783 je zasnovan na CAN 2.0b protokolu (poznatijem kao ‘prošireni CAN’ protokol) zasnovan kao 29-bitni identifikator.

Format poruke sastoji se od identifikatora i polja podataka



Slika 2.

Bitovi najmanje težine (8 bit) definišu “source” adresu - fizičku adresu jedinice koja šalje poruku, a bitovi najveće težine (3 bit) su nezavisni prioritetni bitovi. Poruka na CAN magistrali može biti sastavljena od višestrukih okvira podataka: inicijalni frejm se šalje da najavi format preostalih frejmova, ili se vezujući tip poruke šalje na specifičnu destinaciju da kontroliše protok kasnijih podataka. Adresa ECU mora biti jedinstvena i to: viša 32 bita su jedinstveno ime, a niža 32 bita je proizvođački kod.

Prioritet poruke koja se pojavljuje na magistrali se određuje arbitracijom naprimer, poruka sa numerički najmanjom vrednošću, u arbitracionom polju ima najviši prioritet. Sam proces arbitracije se dešava kada dva ili više čvorova istovremeno počnu slanje poruke. Tokom slanja oni stalno proveravaju stanje magistrale. Kada jedan čvor primeti dominantan bit u trenutku kada je sam poslao recesivan, on se povlači. Čvor koji je slao poruku sa većim prioritetom nastavlja slanje bez znanja da je “pobedio” u arbitraciji. Na ovaj način nema utroška dodatnog vremena za proces arbitracije. Čvor koji se “povukao” pokušava sa slanjem svoje poruke po završetku slanja tekuće poruke i predefinisano vreme mirovanja magistrale.

Jedna od značajnih karakteristika CAN protokola je veoma efikasno upravljanje greškama koje imaju za cilj da primete grešku u poruci koja se trenutno nalazi na magistrali, kako bi čvor koji šalje poruku ponovio slanje.

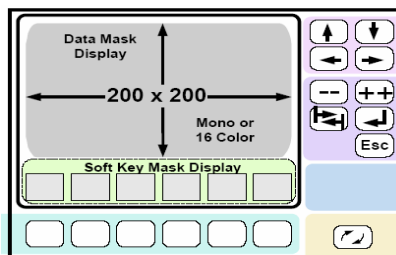
ISO 11783 podržava “task” kontrolne aplikacije. Zadaci se nalaze u okviru pojedinačnih ECU. Zadaci se mogu učitati od strane “management computera” (sl. 4) pre rada na terenu. Podržana su tri moda rada “taska” zasnovanog na vremenu, rastojanju i poziciji. Tipična primena je u razvoju i recepturi napr. za upravljanje sistema za useve itd. Traktori se klasifikuju u odnosu na njihove mrežne mogućnosti na:

- Klasu 1 - osnovne informacije i osvetljenje
- Klasu 2 - dodaje potpunije informacije o sistemu
- Kasu 3 - dodaje mogućnost primene za kontrolu priključaka, PTO, hidrauličnih ventila itd.

Primeru radi prošireni skup informacija može slati poruke sa ECU motora o recimo sadržanim obrtnim momentima što može olakšati rad na koncipiranju nove transmisije radi povećanja performansi traktora. Prednost CAN razmene podataka u okviru standarda je i u mogućnosti brže indentifikacije otkaza kao i predikciji istog.

Važan deo sistema u razmeni podataka je njihova vizuelizacija za samog operatera. Virtualni terminal (VT) prikazuje informacije korisniku ali mu i omogućava unos istih u sistem. VT je za ECU obično “slave” uređaj, a iz perspektive korisnika VT se može koristiti za prikaz podataka jedne ili više ECU. VT podržava konfigurisanje maski za različite korisnike. VT podržava grafički i tekstualni prikaz.

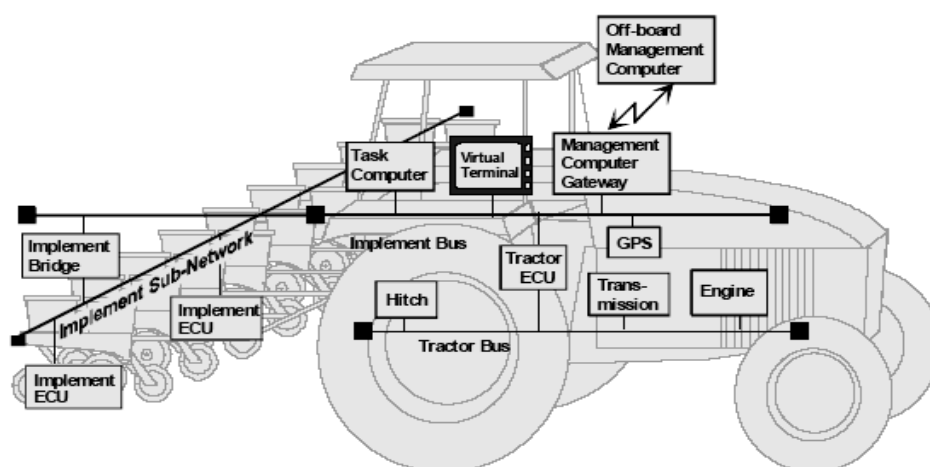
Na slici je prikazan terminal sa korisničkim tasterima za navigaciju, editovanje i kontrolu kao i signalizaciju definisanih sistema



Slika 3. Virtualni terminal

Ožičenje BUS magistrale se ostvaruje upredenim kablovima posebno razvijenim za standard ISO 11783, sa maksimalno 125 kb/s bez oklopljenih vodova, i do 250 kb/s sa oklopljenim vodovima. Ograničenja u topologiji BUS magistrale su: 40m dužine pojedinačnog segmenta, 0.1m minimalne dužine između ECU. "T" konfiguracija mreže se izbegava, sa limitom od 30 ECU jedinica na pojedinačnom segmentu pa do maksimalno 256 ECU za međusobno povezane segmente.

Slika 4. prikazuje blokovski prikaz sistema za merenje od perifernih ECU jedinica sa senzorikom, do "task" kontrolera i virtuelnog terminala.



Slika 4.

CAN serijski interfejs, originalno razvijan za potrebe automobilske industrije nalazi sve širu primenu i u drugim oblastima industrijske automatizacije. Buduća kretanja na polju sensorike i prenosa signala će se svakako kretati u daljem nadograđivanju magistrale podataka.

Poseban aspekt u budućem prenosu podataka je bežični prenos podataka koji je zasnovan na nekoliko standarda: za wireless LAN, IEEE 802.11b ili viši ("WiFi") (IEEE,1999b); wireless PAN, IEEE 802.15.1(Bluetooth)(IEEE,2002) i IEEE 802.15.4 (ZigBee)(IEEE,2003).

Kao primer ugrađene bežične opreme može da se navede supervizorska kontrola rada i navođenja traktora (Charles i Stenz, 2003 god.; Ribeiro et al.; 2003 god.; Chungetal., 2001 god.) u obradi poljoprivrednih površina.

Veliki proizvođači traktora New Holland, John Deere, Deutz-Fahr i AGCO grupa sve više posvećuju svoj program razvoju preciznog ratarstva, kao i implementiranje GPS senzora u samim traktorima. GPS (Global Positioning System) je sastav namenjen navigaciji i pozicioniranju. Primenom GPS-a postižu se značajne uštede u potrošnji goriva, zatim postiže se mogućnost povećanja radne brzine, (a samim tim smanjuje se vreme potrebno za obradu određene parcele), kao i povećanje preciznosti rada, što rezultira uštedom finansijskih sredstava.

ZAKLJUČAK

U gore navedenim slučajevima uočavaju se prednosti savremenih merno upravljačkih sistema u traktorskoj industriji i to: niska cena, sposobnost funkcionisanja u različitim okruženjima, podrška radu u realnom vremenu, izuzetno visoka pouzdanost, jednostavna upotreba itd. Ovaj rad predstavlja kratku i načelnu sistematizaciju implementiranih rešenja.

LITERATURA

- [1] ISO 11783 Electronic communications protocol for agricultural equipment
- [2] Implementacija CAN protokola - Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu
- [3] Electronic Systems (Chapter 10b) - Scott A. Shearer, Ph.D., P.E.

IMPLEMENTATION SENSORS FOR METROLOGY, AND DATA TRANSFER IN TRACTOR INDUSTRY

Branka Grozdanić*, Zoran Grozdanić, Svetlana Vukas***

**IMR - Institut, Beograd imr-institut@Eunet.rs*

***JKP Beogradske Elektrane, Beograd zorangr@Verat.net*

Abstract: Contemporary solutions in industry of tractor necessitated the need for introducing an increasing number of physical - technical sensors, as the testing and development, and as the serial production of tractors. The very principle of the sensor and measuring, not much changed. The greatest improvement in real monitoring and data processing, which enables the development, modern computer technology and DSP processors, powerful performance and small size. Data can be collected and processed for testing, development and exploitation of the tractor, or with some of the wireless protocol to transfer the headquarters where you can track the performance of tractors. This can be more effectively achieved by improving the efficiency, reliability and ergonomics of tractors.

Key words: *sensors, tractor, data transmission and processing.*