

Značenje i primena inteligentnih senzora

SINIŠA G. MINIĆ¹, MILOŠ VORKAPIĆ²,
BOGDAN POPOVIĆ²

Pregledni rad
UDC:681.586.73

U ovom radu je definisan senzor. Napravljena je podela senzora i njihova primena. Tehnološki razvoj je vrlo složen. Bez upotrebe senzora nemoguće je obavljati najjednostavnije aktivnosti. Rad se bavi ispitivanjem kakve su mogućnosti proizvodnje i na domaćem tržištu. Uvođenjem inteligentnih senzora; senzoru se pridodaju sofisticirane sposobnosti, kao što je kompatibilnost sa komunikacionim sistemima, unapređenje logičke mogućnosti.

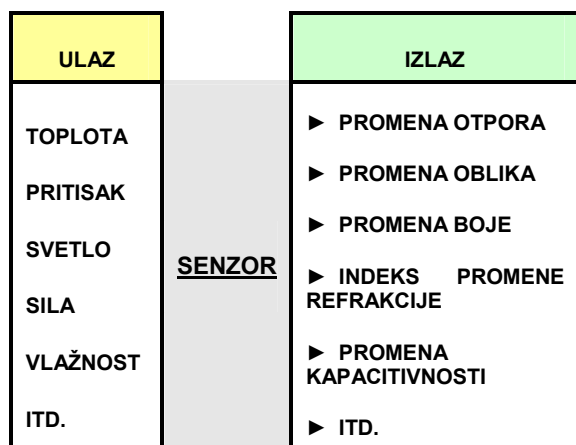
Ključne reči: inteligentni senzor, tehnologija, komunikacija, transdjuser, transmittir

1. ŠTA JE SENZOR?

Definicija senzora koja se može naći u rečniku je veoma jednostavna [1]: Senzor je entitet koji reaguje na fizičku pobudu i prenosi rezultirajući impuls.

Bez senzora, nema podataka. Nema podataka za kontrolu temperature u stanu, za robote koji prave kompjutere, za kontrolni sistem koji je spustio letelicu na Mesec, za sistem paljenja u automobilu, za svetlo koje se uključuje kada se zatvore vrata frižidera, za ventilacione sisteme zgrada...

Primeri različitih senzorskih [1] ulaz/izlaz veza su pokazani na slici 1.



Slika 1 – Različite senzorske ulaz/izlaz veze

Adresa autora: PMF¹, Prirodno-matematički fakultet, Kneza Miloša 7, Kosovska Mitrovica, IHTM - CMTM², Centar za mikroelektronske tehnologije i monokristale, Njegoševa 12, 11000 Beograd

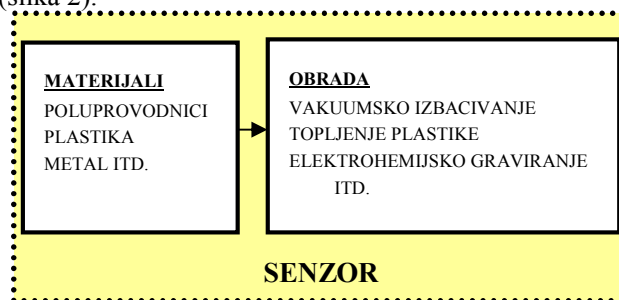
Rad primljen: 20. 01. 2010.

2. SENZOR ILI PRETVARAČ

Termini „senzor” i „pretvarač” se često koriste, gotovo uporedo, zato je neophodno da se objasni razlika. *Senzor* komunicira sa svojom okolinom na taj način što meri neke promene u samoj toj okolini. *Pretvarač* je, uglavnom, definisan kao uređaj koji uzima neki oblik ulaznih informacija obično u obliku energije i pretvara ga u drugi oblik energije.

3. TEHNOLOGIJA SENZORA

Bitno je takođe da se napravi razlika između senzora i „senzorske tehnologije”. Senzor je uređaj koji prikuplja i šalje ulazne podatke; tako da nešto što bi se nazvalo tehnologijom senzora radi nje same ne postoji. Senzorska tehnologija je konglomerat materijala i procesnih tehnika koje zajedno rade da bi obezbedile neophodnu funkcionalnost kontrolnim sistema, bazama podataka (slika 2).



Slika 2 – Materijali i tehnologije obrade stvaraju senzore

4. INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA SENZORA

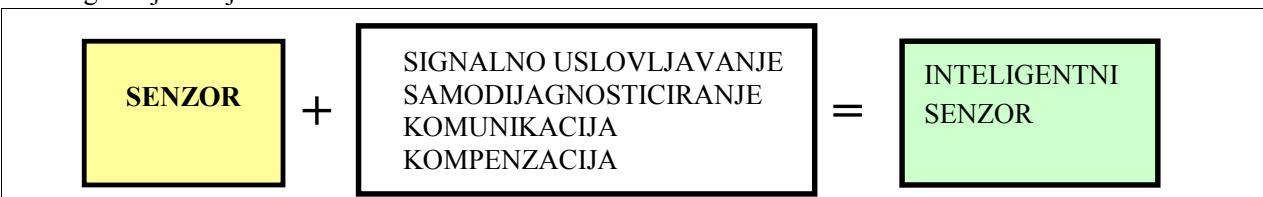
Industrijsku revoluciju je krasilo verovanje da mašine i uređaji sa prostim ili komplikovanim mehaničkim poboljšanjima mogu da obezbede rad u mnogo pouzdanijem obliku nego što je to do tada činio ljudski fizič-

ki rad. Mašine za poboljšanje uslova života i produktivnosti rada nastajale su velikom brzinom. Kao rezultat ovih mašina rođeni su i prvi „sistemi” kao što su automobili, avioni, kućni klima uređaji,... Celokupan koncept registrovanja koji obuhvata senzore i pretvarače predstavlja osnovu tehnologije „inteligentnih” senzora, koja podrazumeva sprovođenje ove dve funkcije na najefikasniji i najisplativiji mogući način (slika 3).

5. SENZORI I NJIHOVA PRIMENA

Najprikladnija opšta podela senzora je na osnovu uloge koje imaju. Unutar svake funkcionalne

klasifikacije nalazi se nebrojeni broj komercijalnih tipova senzora od kojih neki manje a neki više obavljaju baš tu funkciju pod kojom su klasifikovani. Hiljade različitih tipova senzora i prekidača mogu se nabaviti kod proizvođača ali postoji samo 5 senzornih funkcija: prisustvo/odsustvo, pozicioniranje, pregled, merenje stanja i identifikacija. Mnogi različiti tipovi senzora mogu se koristiti sa ciljem sprovođenja iste funkcije; ideja je da se odabere onaj koji to radi najbolje. Pogledajmo 5 osnovnih potreba senzora [2] i kratak opis svake od njih (slika 4).



Slika 3 – Blok dijagram inteligentnog senzora

| | |
|-------------------------|--|
| PRISUTNO/ODSUTNO | DETEKTUJU DA LI JE OBJEKAT PRISUTAN ILI NE |
| POZICIONI | ODREĐUJU TAČAN POLOŽAJ U OKVIRU POSTAVLJENIH PARAMETARA |
| INSPEKCIONI | POTVRĐUJU SPECIFIČNU KARAKTERISTIKU ODREĐENOG OBJEKTA |
| MERAČI STANJA | PRATE I PREDVIĐAJU PERFORMANSE MAŠINE I/ILI SISTEMA |
| IDENTIFIKACIJA | PRATI DELOVE MNOŠTVA UREĐAJA DA BI ODREDILI KOJE OPERACIJE MORAJU BITI IZVRŠENE NA NJIMA |

Slika 4 – Zahtevi osetljivog interfejsa

Prisutno/odsutni senzori [3] odgovaraju na pitanje sistema: „da li tamo postoji objekat ili ne?” Ovi senzori obično funkcionišu na principu on-off signala. Oni mogu da budu elektromehanički (prekidači i ograničeni prekidači) ili elektronski, i veliki broj njih je neophodan u svakoj mašini ili sistemu. Oni su najčešće u upotrebi ali imaju kritičan efekat na kvalitet proizvoda. Kvaranjem jedne ovakve naprave može biti obustavljen rad cele mašine. Tipična primena ovih sprava je kod sigurnosnih vrata koje signaliziraju kada su vrata otvorena svetlosnim signalom.

Pozicioni senzori [3] određuju ne samo da li je objekat prisutan, već tačno gde se nalazi u okviru postavljenih parametara, da li se kreće i u kakvom je odnosu sa nekim drugim objektom koji se u prostoru nalazi ukoliko je neophodno da se taj odnos bliže odredi i kontroliše. Odgovarajući kvalitet senzora je

neophodan ukoliko senzori treba da određuju udaljenost od određene linije, poredak ili rotaciju kao i kretanje u određenom pravcu ili pokret. Proizvodi koji uopšteno služe za izvršavanje ovih funkcija sadrže sledeće tipove senzora: linearne izlazne pozicione senzore, rotacione izlazne pozicione senzore i senzore za određivanje broja obrtaja u minuti. Primena pri određivanju nivoa tečnosti [4] je takođe pozicioni tip aplikacije, u kojima pozicija nivoa tečnosti definiše naspram visine i veličine celog rezervoara.

Inspekcioni senzori [3] su prefinjeniji kao i sama aktivnost pregleda (ovi senzori često imaju namenu da zamene ljudsku inspekciju) nego što je to slučaj sa pozicioniranjem i zahtevaju potvrdu da određeni objekat poseduje neku karakteristiku (osobinu, kvalitet), kao što je najbitniji deo, ili neke od sitnijih komponentata koje robot montira na štampanoj ploči. Potreba za ovim sensorima javlja se kao odgovor na neophodnost kvalitetne kontrole proizvoda. Tipični proizvodi koji mogu da obavljaju ovu funkciju uključuju senzore za određivanje udaljenosti, senzore za merenje pritiska [5], vizuelno optičke senzore, merače napona i prekidače.

Senzori u kategoriji **merača stanja** mere veliki broj ulaza, stanja ili osobina [3]. Mogu biti jednostavni on-off uređaji ili složeni instrumenti za merenje. Izlazne informacije koje ovi senzori daju mogu biti ili digitalne ili analogne; temperaturni senzori, senzori za pritisak, merači napona, senzor koji meri protok vazduha, merači vlažnosti, detektori gasa i detektori prisustva hemikalija i svi oni su samo nekolicina primera. Senzori za kondiciono merenje pri-

menjuju se i u medicini kod merenja krvnog pritiska, kontrole kiseonika i tako dalje.

Poslednja osobina koju senzori treba da imaju je mogućnost **identifikacije**. Na prvi pogled ova kategorija liči na osobinu inspekcije koji je ograničen tačno određenim karakteristikama objekta; identifikacija u tom smislu je proces za sebe. Proizvodi [6] u okviru kojih se ova funkcija primenjuje su čitači bar kodova, vizuelni senzori, fotoelektrične kontrole, čitači magnetnih kartica...

6. TEKUĆE TEHNOLOGIJE SENZORA

Tehnologija senzora je zapravo zbirka različitih tipova sličnih materijala i procesnih tehnologija. Senzori [3] na bazi silicijuma čine većinu senzora koji se komercijalno mogu nabaviti danas, uglavnom zbog ekonomske isplativosti. Podela tehnologija [7] bi generalno izgledala kao na slici 5.

| |
|--|
| A. Osnovne elektromehaničke |
| B. Zasnovan na poluprovodniku |
| 1. Piezootporna |
| 2. Magnetootporna |
| 3. Hall-ova efikasna |
| 4. Induktivna |
| 5. Tankoslojna mikrostruktura |
| a. mehanička |
| 6. Detektori temperaturne otpornosti (RTD) |
| 7. Galijum Arsenid |
| C. Optoelektronska |
| 1. Fotoelektrični način |
| 2. Optoelektronski način |
| 3. Fiberoptički način |
| D. Piezoelektrična |
| 1. Čvrsto stanje |
| 2. Polimer |
| E. Biohemijska |
| F. Elektrohemijska |
| G. Organska/enzimaska |

Slika 5 - Komercijalno dostupne tehnologije senzora

7. PIEZOOTPORNOSTI TEHNOLOGIJA

Zahvaljujući mehaničkim i poluprovodničkim osobinama piezootporni senzori [8] pritiska se daleko najviše koriste u industrijskim i laboratorijskim merenjima. Merenje pritiska, a preko njega i protoka, nivoa pa čak i temperature su najčešća merenja koja se vrše, pa je stoga pouzdanost i tačnost ovih merenja od prvenstvenog značaja.

Zato piezootporni poluprovodnici mogu biti korišćeni kao senzori pritiska. Piezootpornici su ugrađeni u prostu homogenu mono-kristalnu sredinu. Silicijum [9] je najčešće korišćena kristalna sredina, zato što je on visoko elastičan u granicama njegovog radnog raspona i pokazuje male promene dimenzije padom temperature.

Silicijumski senzori - većina senzora danas su na bazi silicijuma. Ovi senzori [10] obuhvataju glavne karakteristike poluprovodničkih materijala, kao što su silicijum ili galijum arsenid, ili kombinaciju „najvažnijih karakteristika” i karakteristike „tankih filmova” koji se nanose na silicijum da bi stvorili potreban senzitivni efekat. „Glavne karakteristike” poluprovodničkih materijala kao što je silicijum biće omogućene upotrebom silicijuma kao osetljivog materijala.

Većina tehnologija za izradu silicijumskih senzora pritiska su preuzete iz mikroelektronike čime je dobijena jeftina i masovna proizvodnja. Monokristalni silicijum ima odlične mehničke karakteristike jer se ponaša skoro kao idealno elastični materijal.

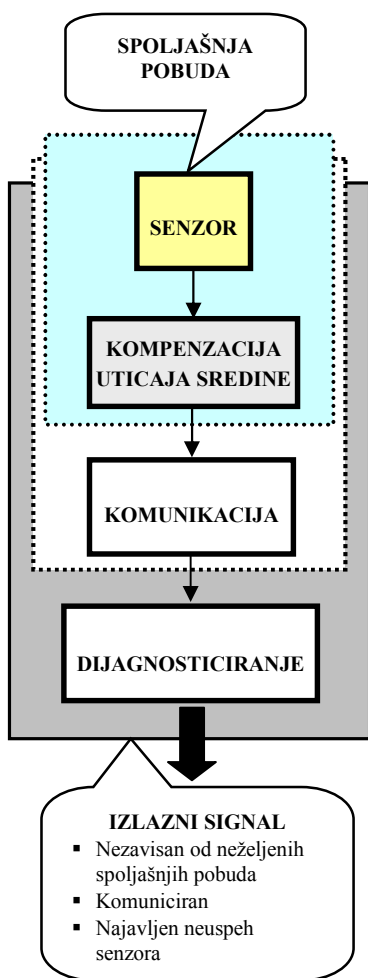
8. INTELIGENTNA OSETLJIVOST

Inteligentna **osetljivost** obuhvata sofisticaciju u dve oblasti: prvo, u senzorima i funkcijama (razne vrste osetljivosti) koje vrše, i, drugo, u okviru sistema u kome rade. Senzor se često promovise kao „inteligentan” [11] kada njegov proizvođač oseća da su njegovi elektronski elementi sofisticiraniji od drugih sličnih proizvoda na tržištu. Pravljenje senzora „inteligentnijim” je u stvari samo drugi način dodavanja vrednosti za kupca. Neke od vrednosti koje se mogu dodati senzoru da učine njegov rad inteligentnim su relativno jednostavne. Na primer, većina solidnih senzora danas radi u sprezi sa kompjuterima ili mikroprocesorima koji rade na digitalnim impulsima, ali većina senzora je analogna. Tako, pretvaranjem analognog signala u digitalni, senzor je sposoban za pametnije operacije i tada može preuzeti neke od logičkih funkcija koje bi se inače nalazile u mikroprocesoru. Sofisticiranije sposobnosti mogu se takođe dodati senzoru, kao što je kompatibilnost sa multipleks komunikacionim sistemima, unapređene logičke mogućnosti, i senzorsko samodijagnosticanje.

9. FUNKCIJE INTELIGENTNOG SENZORA

Konverzija - Ovo je osnovni senzor, gde se stanje pretvara u merljivi električni ili elektronski signal (slika 6). Senzori [12] na nivou konverzije mogu uključivati vrlo sofisticirane tehnologije da bi otkrili specifične, teško osetljive parametre (kao što je prisustvo specifičnih gasova) i zatim pretvoriti ta otkrića u merljive signale. Mnogi tipovi senzora za merenje

uslova (za temperaturu, protok vazduha, pritisak, itd.) spadaju u ovu kategoriju kao i fotodetektor i većina senzora koji imaju primenu prisutno/odsutno.



Slika 6 – Konačni „inteligentni” senzor

Kompenzacija uticaja sredine - daje dve sposobnosti osetljivom uređaju (slika 6). Prvo, senzor [12] može biti sposoban da se koriguje promenama u sredini u kojoj radi, i obezbedi izlazni signal koji to reflektuje, čineći ga kompatibilnijim sa sistemom, i uklanjajući neke od izračunatih sekundarnih opterećenja iz osetljivog sistema.

Drugo, senzori kompenzovanog uticaja okoline mogu uključiti kola da sebe zaštite od uticaja sredine na njihov rad. To bi uključivalo privremenu zaštitu koja je važna za senzore koji se koriste u električno „bučnim” sredinama.

Komunikacija - Na ovom nivou, senzor [12] sam počinje da komunicira sa sistemom na način koji je razumljiv i prihvatljiv za taj sistem, bez prolaska kroz srednji interfejs (slika 6). Na osnovnom nivou, to može biti isto tako jednostavno kao što je promena analognog signala u digitalni.

Dijagnosticiranje - senzori [12] mogu da informišu sistem, bilo sami ili kada im se obrati, da imaju ili da će uskoro imati probleme u radu. Oni mogu da obezbede neku vrstu izlaza koji obaveštava sistem da su popustili. Ova druga funkcija bi bila važna u sistemu koji sadrži mnogo senzora (slika 6).

10. PRIMER SENZORSKOG KUĆIŠTA (CMTM TRANSDJUSER PRITISKA)

Kada je senzorski element jednom zaštićen, on će morati da radi da bi „opstao” u sredini krajnje primene. Uslovi pod kojima senzor mora da radi su:

- temperaturni ekstremi,
- udar,
- vibracija,
- vlažnost,
- visina,
- nizak/visok pritisak,
- koncentracija soli,
- hermetičnost,
- električno pražnjenje,
- korozivne tečnosti,
- izloženost radijaciji,
- kombinacija gore navedenih uslova.

Zbog relativno teških radnih uslova, drugi zahtevi primene koji se mogu razmatrati pri projektovanju senzorskog kućišta uključuju:

- potrebu za minijaturnim uređajima,
- mogućnost dodavanja logičkog kola za priključivanje,
- potrebu da se izdrže električne smetnje.

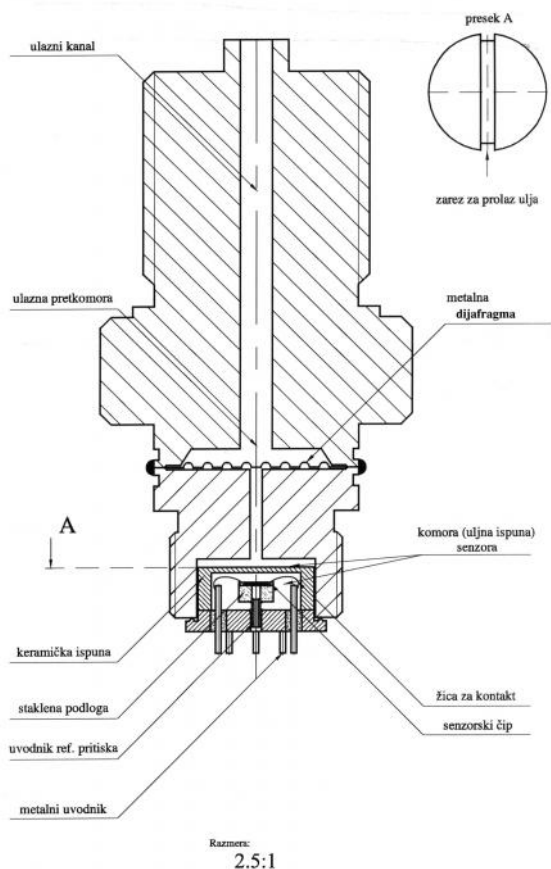
Na slici 7, dat je šematski prikaz transdjusera pritiska CMTM, kao domaćeg proizvođača senzora i transmitera, sa relativnim senzorom pritiska.

Glavni delovi transdjuserskog kućišta [13] su procesni priključak, nosač senzora sa senzorskom komorom i separaciona membrana. Procesni priključak i nosač senzora se izrađuju od Č.4574 (nerđajući vatrootporni čelik), dok se separaciona membrana izrađuje od folije AISI 316.

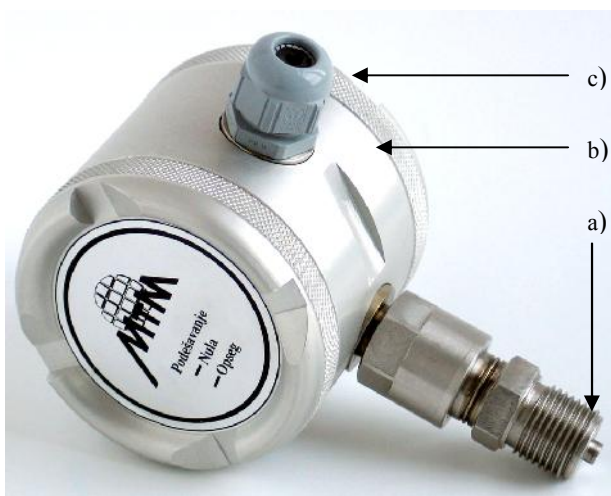
Separaciona membrana se postavlja između procesnog priključka i nosača senzora i pomoću plazma zavarivanja se formira metalno kućište transdjusera. Senzorska komora nosača senzora se puni uljem. Na kraju, se senzor pritiska zavaruje na podnožje nosača senzora i time se formira transdjuser pritiska.

Primena: Procesni priključak služi za povezivanje transdjusera pritiska sa procesnom instalacijom i time dovođenje pritiska spoljnog fluida do separacione membrane. Separaciona membrana [14] prenosi pritisak iz ulaznog kanala na uljnu ispunu nosača

senzora. A time i senzor, ali ne dozvoljava ulazak spoljnog fluida i time štiti senzor od njegovog uticaja. Nosač senzora se konstruiše tako da se lako može ispuniti uljem i da se senzor pritiska lako može zavariti



Slika 7 – Šematski prikaz poprečnog preseka transdjusera pritiska



Slika 8 – Transmitter pritiska: a) transdjuser pritiska, b) kutija elektronike, c) konektor, (proizvođač IHTM-CMTM)

Za izlazni signal se koristi standardni industrijski strujni izlaz 4-20mA. Izlaz sa senzora je naponski, na transdjuser pritiska se povezuje elektronski sklop koji vrši obradu signala i njegovo pretvaranje u strujni signal. Transdjuser pritiska sa pratećom elektronikom se naziva transmitter pritiska (slika 8).

11. SENZORI I INDUSTRIJSKO TRŽIŠTE

Mnoge primene forsiraju potrebu za manjim senzorima sa većom funkcionalnošću. Industrijsko tržište stvara najteže izazove za senzore danas.

Piezootporni senzori (pritiska) se ugrađuju na najkritičnijim mestima u industrijskim postrojenjima, električnim centralama, transportu gasa i nafte, hidrauličnim uređajima sa visokim pritisicima i brzim akuatorima, u eksplozivnim sredinama itd.

Međutim u svim ovim postrojenjima dolazi do oscilacija, udara, rezonantnih pojava, koji ne mogu da se predvide, a mogu da dovedu do preopterećenja i pucanja senzora. Pri tome može da dođe i do izlivanja i mešanja raznih fluida, što pored štete predstavlja i veliku opasnost.

Vrlo su česte i poznate pojave koje izazivaju hidraulični udari. Prilikom nagle promene protoka, usled zatvaranja ventila, delovanja pumpe ili nekog nepredviđenog prekida toka, dolazi do skoka i oscilacija pritiska.

Sa mnogim različitim vrstama opreme koja radi na različitim naponima i frekvencijama, električne smetnje su još jedan čest razlog za potencijalnu uzbunu u industrijskim primenama. Pored toga što su zaptiveni, senzori za ovo tržište moraju često izdržati pravo fizičko „zlostavljanje”. Konstrukcija sensor-skog kućišta (transdjusera) mora takođe da uzme u obzir mogućnost bezbedne montaže senzora da bi se izbeglo njegovo izbijanje. Visoke temperature se često podrazumevaju, pošto se senzori koriste na opremi koja radi neprekidno, u prehrambenoj industriji, a senzori su često izloženi učestanim isparavanjima baza i kiselina.

Na tržištu automobila promene temperature, prljavština na putu, led, ulje, para i izloženost gorivu su samo neki od opasnosti koje senzori sreću pod haubom automobila. I zbog toga što proizvođači automobila moraju da ispune mnoge bezbednosne zahteve, automoto senzorski paketi moraju biti izdržljivi i pouzdani kao ostatak vozila.

12. ZAKLJUČAK

Sve češća primena inteligentnih senzora zavisi od pouzdanosti, reagovanja u realnom vremenu, razvoja softvera i budućeg širenja tehnologije.

Dok gledamo unapred u „veoma” inteligentne senzore, treba pomenuti novu oblast tehnologije senzora

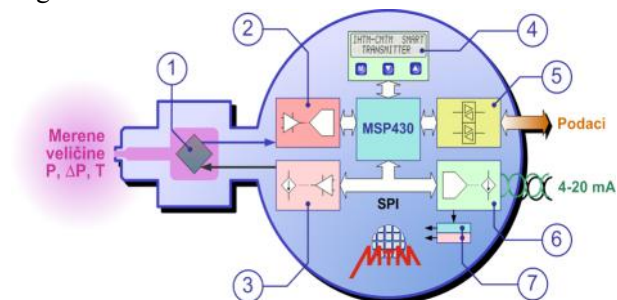
koja se ispituje u laboratorijama: fuzija senzora. Fuzija senzora [15], koja još uvek predstavlja veoma futuristički poduhvat, uključuje veoma sofisticiranu softversku mrežu koja koristi kombinaciju izlaza višestrukih senzora kako bi obezbedila više informacija za sistem nego što bi se to postiglo ulazima pojedinačnih senzora. Drugim rečima, učinak bi bio veći od ukupnog zbira pojedinačnih delova. Softverski sistem u primeni fuzije senzora bi „analizirao” izlaze pojedinačnih senzora, uporedio ih i bio u mogućnosti da odredi uslove ili situacije bazirane na višestrukim ulazima koje se ne bi mogle odrediti ako se zasnju na bilo kom ulazu pojedinačno.

Ako ideju o fuziji senzora razmotrimo jedan korak dalje, to će nas naravno dovesti do mreže nerava ili drugih tipova veštačke inteligencije koje počinju da inkorporišu „učenje” u sisteme kontrole. Rezultat ovoga bi mogao da bude razvoj ne samo sistema koji postižu procese automatizacije već takođe efikasnije proizvodnje ili tehnike za obradu.

Zaključili smo da „inteligentan senzor” nije konačan, jer na inteligentne senzore možemo da gledamo kao na tehnologiju u stalnom napredovanju i pokušajima da senzor spojimo sa pretvaračem na najfunktionalniji način.

Kako naše mogućnosti u oblasti razvoja senzora postaju sve prefinjenije tako i senzori postaju sve „inteligentniji”, što će imati za posledicu da senzori brzo zastarevaju i da se zamenjuju novijom generacijom senzora.

Kao primer dajemo osvajanje nove tehnologije proizvodnje transmitera, tzv. SMART transmiteri koji su projektovani i proizvedeni na tehnologiji sopstvenog senzora u IHTM-CMTM-u.



Slika 9 - Blok šema elektronskog sklopa inteligentnog industrijskog transmitera: 1) senzor, 2) kondicioniranje signala, 3) pobuda senzora, 4) elementi korisničkog interfejsa, 5) serijski port, 6) analogni strujni izlaz, 7) napajanje

Blok [4] šema jednog inteligentnog transmitera prikazana je na slici 9. Ona je, izuzimajući senzore, sasvim slična za transmitere različitih fizičkih veličina. Kod realnih inteligentnih transmitera strujni izlaz postoji samo kod onih sa HART protokolom. Kod

njih je digitalni signal superponiran na analogni strujni signal, koji služi i za napajanje transmitera.

Kod transmitera koji rade sa drugim industrijskim interfejsima najčešće ne postoji analogni strujni izlaz i kod njih su napajanje i komunikacioni signali razdvojeni (slika 10 – Realizovani inteligentni transmieter pritiska).

U budućnosti će senzori igrati veoma važnu ulogu u pružanju pomoći da sakupimo, sortiramo i analiziramo informacije. Naše fabrike, kancelarije, automobili, bolnice, škole, domovi i centri za rekreaciju će zavisiti od efikasne upotrebe senzora u funkciji udobnosti, sigurnosti i produktivnosti.



Slika 10 – Inteligentni transmieter pritiska (proizvodnja IHTM-CMTM)

LITERATURA

- [1] Kinghorn, Ian, Smart sensor technology - the next generation, ABB Industrial Systems, Paper Technology v. 35 n 2 Mar 1994. str 39-41, 1994.
- [2] Turner, J.D., Sensor technology drives vehicles into the future, Univ of Southampton Inst of Transducer Technology, Highfield, Engl., 1993.
- [3] Luttenbacher, D.; Roth, S.; Robert, M.; Humbert, C.; Intelligent sensor: Object approach, Universite Henri Poincare Nancy 1, Vandoeuvre, Fr, Control Engineering Practice v 3 n 6 Jun 1995. str 805-812, 1995.
- [4] M. Frantlović, M. Vorkapić, B. Miljković, B. Popović, M. Matić, D. Tanasković, M. Smiljanić, Z. Đurić, IHTM inteligentni industrijski transmieter nivoa tečnosti sa dva senzora apsolutnog pritiska, 53. konferencija ETRAN, Vrnjačka Banja, Jun 2009.
- [5] M. Frantlović, V. Jovanov, B. Miljković, Inteligentni industrijski transmieteri pritiska i drugih procesnih veličina, XVI, TELFOR 2008, Beograd, 25-27. 11. 2008, pp. 7.14-1-4, ISBN978-86-7466-337-0
- [6] Thomas Dean, James Allen, Yiannis Aloimonos, Artificial intelligence; theory and practice Redwood City. Calif.: Benjamin/Cummings Pub. Co., 1995., ISBN: 0805325476

- [7] Bowen, Mark; Smith, Gerry, Considerations for the design of smart sensors, Lucas Advanced Engineering Cent, West Midlands, Proceedings of the EUROSENSORS VIII/4, Toulouse, Fr, Sensors and Actuators, A: Physical v 47 n 1-3 pt 4 Mar-Apr 1995. str 516-520, 1995.
- [8] B. Puers and W. Sansen, Compensation Structures for Convex Corner Micromachining in Silicon, Sensors and Actuators, A21-A23, (1990) pp. 1036-1041.
- [9] M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 1997.
- [10] Wright, John D.; Chemical sensors: past, present and future, Univ of Kent, Kent, Engl, Chemistry in Britain v 311 n 5 May 1995. str 374-377, 1995.
- [11] Manus, Henry; Validating data from smart sensors, Oxford Univ, Oxford, Engl., Control Engineering v 41 n 9 Aug 1994. str 63-66, 1994.
- [12] Adeofe, Leke; Artificial intelligence and subjective experience, Florida Int Univ, Miami, FL, USA, Proceedings of the 1995 Southcon Conference, Lauderdale, FL, USA, Southcon Conference Record 1995. str 403-408, 1995.
- [13] V. Jovanov, M. Frantlović, Optimizacija procesa merenja za digitalnu kompenzaciju piezootpornog senzora pritiska proizvodnje IHTM-CMTM", Proc. 51st Conference ETRAN, Herceg Novi - Igalo, June 4 - 8, 2007, pp. MO3.3-1-4
- [14] M. M. Smiljanić, Ž. Lazić, Z. Đurić, K. Radulović, Dizajn i modelovanje modifikovanog senzora niskih pritisaka SP-6 IHTM-CMTM, Proc. 51st Conference ETRAN, Herceg Novi - Igalo, June 4 - 8, 2007, pp. MO3.2-1-4
- [15] H. L. Offereins, K. Kuhl and H. Sandmaier, Methods for the Fabrication of Convex Corners in Anisotropic Etching (100) Silicon in Aqueous KOH, Sensors and Actuators, Vol. A25, No.1-3, Oct.1990-Jan. 1991., pp. 9-13.
- [16] M. Prudenziati, Thick film sensors, Amsterdam New York: Elsevier, 1994, ISBN: 0444897232
- [17] M. Elwenspoek, Etching Technology, UETP-MEMS, FSRM, Switzerland, 1995.
- [18] D. Stanković, Fizičko tehnička merenja, Beograd, 1997.

SUMMARY

MEANING AND APPLICATION OF INTELLIGENT SENSORS

In this work is defined by the sensor. It is made the division of the sensors and their application. Technology development is very complex. Without the use of sensors is impossible to perform the simplest activities. The paper deals with examining what are the possibilities of production in the domestic market. The introduction of intelligent sensors, sensor is attached to the sophisticated skills, such as compatibility with communications systems, improve the logical possibilities.

Key words: *intelligent sensor, technology, communication, transducer, transmitter*