



KONČAR
INSTITUT
za elektrotehniku



-Radionica-
Istraživanje i razvoj
elektromagnetskih senzora

u organizaciji:

**Fakulteta elektrotehnike i računarstva,
Sveučilište u Zagrebu**

uz potporu:

Sveučilišta u Zagrebu

u suradnji s:

**KONČAR - Institut za elektrotehniku d.d.,
INETEC - Institut za nuklearnu tehnologiju d.o.o.,
HCR-CTRO d.o.o.**

Odjel za instrumentaciju i mjerenja Hrvatske sekcije IEEE

8. svibnja 2014., Zagreb, FER, D-160

-Radionica-
Istraživanje i razvoj
elektromagnetskih senzora

8. svibnja 2014., Zagreb, FER, D-160

u organizaciji:
Fakulteta elektrotehnike i računarstva,
Sveučilište u Zagrebu

Organizator

Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu

Uz potporu

Sveučilišta u Zagrebu

U suradnji s

KONČAR - Institut za elektrotehniku d.d.

INETEC - Institut za nuklearnu tehnologiju d.o.o.

HCR-CTRO d.o.o.

Odjel za instrumentaciju i mjerenja Hrvatske sekcije IEEE

Programski odbor

Vedran Bilas, predsjednik

Hrvoje Džapo

Darko Vasić

Mario Cifrek

Igor Lacković

Zvonimir Šipuš

Ante Elez

Vrijeme održavanja: četvrtak, 8. svibnja 2014.

Mjesto održavanja: FER, D-160

Radionica je namijenjena studentima Fakulteta elektrotehnike i računarstva i otvorena svim slušateljima.

Četvrtak, 8. svibnja 2014., FER, D-160

| Otvorenje i uvod | | str. |
|-------------------------|--|------|
| 10:00... ...10:05 | Znanje, istraživanje, razvoj i inovacije Vedran Bilas, <i>FER</i> | 6 |
| Sekcija I | | |
| 10:05... ...10:25 | Senzori zasnovani na mjerenju električne impedancije: teorijska pozadina i primjeri Igor Lacković, <i>FER</i> | 7 |
| 10:25... ...10:45 | Prijenos signala ljudskim tijelom kapacitivnom metodom Željka Lučev Vasić, Igor Krois, Silvio Hrabar, Mario Cifrek, <i>FER</i> | 8 |
| 10:45... ...11:05 | Primjena kapacitivnih senzora u industriji i biomedicini Hrvoje Džapo, <i>FER</i> | 9 |
| 11:05... ...11:25 | Magnetoelastični senzori Darko Vasić, Vedran Bilas, <i>FER</i> | 10 |
| Pauza | | |
| Sekcija II | | |
| 11:40... ...12:00 | Elektromagnetska indukcija u detekciji mina Davorin Ambruš, Darko Vasić, Vedran Bilas, <i>FER</i> , Nikola Pavković, <i>HCR-CTRO d.o.o.</i> | 11 |
| 12:00... ...12:20 | Vrtložne struje u nerazornim ispitivanjima Petar Mateljak, <i>INETEC - Institut za nuklearnu tehnologiju d.o.o.</i> | 12 |
| 12:20... ...12:40 | Metoda za otkrivanje kvarova namota rotacijskih strojeva Ante Elez, Stjepan Car, <i>KONČAR – Institut za elektrotehniku d.d.</i> | 13 |
| 12:40... ...13:00 | Optički svjetlovodni senzori Zvonimir Šipuš, Dubravko Babić, Marko Bosiljevac, Tin Komljenović, <i>FER</i> | 14 |

Znanje, istraživanje, razvoj i inovacije

Vedran Bilas, *FER*

Elektromagnetske senzore susrećemo u svim domenama ljudske djelatnosti, od istraživanja života i medicine, do sigurnosnih, energetske ili transportnih sustava. Na različite načine i s različitom složenošću kombiniraju znanja od elektromagnetizma i modeliranja do elektroničkih sustava, obrade signala i inteligentnih sustava.

Prikazom aktivnosti nekoliko istraživačkih skupina FER-a i hrvatskih poduzeća pokazujemo kako se, u interakciji s korisnikom, temeljna znanja i ekspertiza vrhunskih istraživanja mogu pretvarati u nova rješenja i proizvode. Znanjem i inicijativom pokreću se novi iskoraci i otvaraju nove prilike.



Vedran Bilas je redoviti profesor na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija Fakulteta elektrotehnike i računarstva. Radi kao istraživač, edukator i inovator u području inteligentnih i umreženih senzora. Certificirani je učitelj poduzetništva, među pionirima poduzetničke edukacije studenata tehničkih studija.

Senzori zasnovani na mjerenju električne impedancije: teorijska pozadina i primjeri

Igor Lacković, *FER*

Senzori zasnovani na mjerenju električne impedancije nalaze primjenu u najrazličitijim područjima. Intenzivno se istražuju i nove primjene osobito vezano uz istraživanja žive stanice, što predstavlja najveći tehnološki izazov 21. stoljeća. Impedancijska spektroskopija je metoda mjerenja dielektričnih svojstava (specifična vodljivost i permitivnost) materijala u ovisnosti o frekvenciji. Mjerenja dielektričnih svojstava bioloških materijala posebno su zahtjevna jer su uz složene elektrokemijske pojave na sučelju elektroda-biološki materijal, sama svojstva materijala općenito nehomogena, anizotropna, disperzivna, nelinearna te temperaturno ovisna. U prezentaciji se obrađuju osnovni teorijski pojmovi vezani uz dielektrična svojstva materijala, posebice bioloških, metode njihovog mjerenja, modeliranje te konkretni primjeri primjena impedancijski zasnovanih senzora. Modeliranje impedancije se ilustrira kako na modelima s koncentriranim parametrima tako i primjenom metode konačnih elemenata u programskom paketu COMSOL Multiphysics. Primjeri: mjerenje duljine korijenskog kanala zuba, mjerenje vlage drveta, mjerenje impedancije, struje i napona tijekom elektroporacije tumora, impedancijski biosenzori bez označavanja.



Igor Lacković izvanredni je profesor na Fakultetu elektrotehnike i računarstva sveučilišta u Zagrebu. Njegovi znanstvenoistraživački interesi su u području elektroničke instrumentacije i biomedicinskog inženjerstva, posebice analiza bioloških signala, impedancijska spektroskopija, matematičko modeliranje bioelektričnih pojava, istraživanje utjecaja jakog električnog polja na stanice i tkiva, te elektroporacija i njene primjene. Sudjelovao je na većem broju međunarodnih i domaćih projekata (FP7, COST, Tempus, bilateralni). Objavio je više od 50 radova u časopisima i zbornicima znanstvenih skupova. Član je HDMBT (predsjednik), IEEE (SM'13), IFMBE, ISEBI.

Prijenos signala ljudskim tijelom kapacitivnom metodom

Željka Lučev Vasić, Igor Krois, Silvio Hrabar, Mario Cifrek, *FER*

Sustavi za prijenos signala ljudskim tijelom (*intradody communication*, IBC) koriste čovjeka kao dio komunikacijskog kanala između odašiljača i prijamnika (kapacitivnog senzora) smještenih na površinu, u neposrednu blizinu, ili implantiranih unutar tijela korisnika. IBC uređaji ne smiju ometati funkcije ljudskog organizma, niti aktivnosti korisnika te moraju biti lagani i otporni na elektromagnetske smetnje i preslušavanje. Zbog toga IBC sustavi rade na nižim frekvencijama nego standardni bežični sustavi i sukladno tome imaju manju potrošnju i manji domet. Zbog manje potrošnje vijek trajanja baterija korištenih za napajanje je dulji, a mogućnost zagrijavanja i iritacije tkiva korisnika su manji. Moguće primjene IBC tehnologije su vrlo široke: od biotelemetrije i medicine do komunikacije između različitih elektroničkih uređaja i sigurnosnih sustava.

Kod kapacitivne metode, prijenos signala se ostvaruje tako da odašiljač mijenja napon između svoje signalne i referentne elektrode, što dovodi do promjene električnog polja u neposrednoj blizini odašiljača. U prisutnosti slabog električnog polja ljudsko tijelo se ponaša kao vodič i prenosi dio signala, a povratni put signala od prijamne referentne elektrode do odašiljačke referentne elektrode se zatvara kapacitivno putem okoline (zrak i razni drugi objekti u neposrednoj blizini prijamnika i odašiljača). Na snagu primljenog signala utječu međusobni položaj odašiljača i prijamnika (međusobna udaljenost i vidljivost), broj elektroda spojenih na tijelo, površina referentne elektrode prijamnika i karakteristike okoline. Signal se komunikacijskim kanalom širi elektrostatski, indukcijski ili radijacijom. Na frekvencijama približno do 10 MHz dominira elektrostatska komponenta signala, a nakon toga joj udio u ukupnom signalu naglo pada. Povišenjem frekvencije povećava se radijacija, te se iznad 70 MHz tijelo ponaša kao antena. Indukcijska komponenta je najizraženija oko 40 MHz, gdje čini oko 30% ukupnog signala.



Željka Lučev Vasić, dipl. ing. zaposlena je kao znanstvena novakinja na FER-u od 2007. Njeni profesionalni i znanstveni interesi uključuju prijenos signala ljudskim tijelom i biomedicinsku instrumentaciju. Koautorica je poglavlja u knjizi s međunarodnom recenzijom, članka u CC časopisu te više članaka s međunarodnih znanstvenih skupova. Članica je IEEE, IFMBE i HDMBT te recenzentica za veći broj časopisa i znanstvenih skupova. Aktivno govori i piše engleski jezik, a služi se talijanskim i njemačkim.

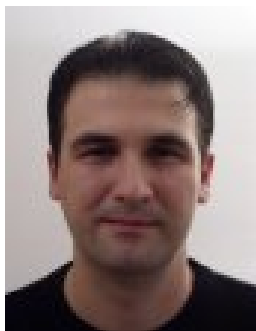
Primjena kapacitivnih senzora u industriji i biomedicini

Hrvoje Džapo, FER

Kapacitivni senzori rade na načelu promjene kapaciteta između promatranih parova elektroda, što omogućuje mjerenje različitih fizikalnih veličina, poput udaljenosti, položaja, pomaka, vlage, razine tekućine, ubrzanja, brzine rotacije, sastava materijala i sl. Do promjene kapaciteta dolazi uslijed utjecaja vanjskog objekta na električno polje između elektroda, promjene geometrije elektroda ili razmaka između njih, promjene električnih svojstava materijala u bliskoj okolini elektroda itd. Načelo kapacitivnog senziranja danas se intenzivno koristi u sučeljima između čovjeka i računala, poput zaslona osjetljivih na dodir, ali i u različitim primjerima industrijskih aplikacija. Posebno interesantne mogućnosti primjene kapacitivnih senzora nude višeelektrodni sustavi za električnu kapacitivnu tomografiju (*electrical capacitive tomography*, ECT), kojima je cilj primjenom složenih matematičkih postupaka iz mjerenja rekonstruirati raspodjelu permitivnosti i/ili odrediti prisustvo vodljivih objekata u promatranom volumenu ili na poprečnom presjeku. ECT svoju primjenu nalazi u nadzoru industrijskih procesa, praćenju protoka fluida u cijevima i sl.

Na mjerne sustave koji se koriste kod prilagodbe signala s kapacitivnih senzora postavljaju se posebni zahtjevi s obzirom da je u mnogim praktičnim primjenama potrebno mjeriti malene vrijednosti i promjene kapaciteta s visokom razlučljivošću, a uz značajan utjecaj vanjskih smetnji i parazitnih parametara na mjerne rezultate. Za modeliranje karakteristika kapacitivnih senzora potrebno je koristiti specijalizirane numeričke alate za proračun elektromagnetskog polja, dok je za rekonstrukciju prostorne raspodjele električnih parametara promatranog prostora iz mjerenja ECT pristupom potrebno koristiti metode rješavanja inverznog problema, koje su u općem slučaju slabo uvjetovane i ne daju jednoznačno i upotrebljivo rješenje, bez valjano provedenog postupka regularizacije.

U okviru predavanja bit će prezentirani neki konkretni primjeri istraživanja novih mogućnosti primjene kapacitivnih senzora, poput senzora za praćenje disanja ispitanika, sustava za praćenje osoba i predmeta u ograničenom prostoru te sustava za detekciju stvaranja ledenog pokriva na prometnicama.



Doc.dr.sc. Hrvoje Džapo zaposlen je od 1999. na FER-u na Zavodu za elektroničke sustave i obradbu informacija. Njegovi znanstveni i profesionalni interesi obuhvaćaju područja elektroničke mjerne instrumentacije, senzoričke, ugradbenih računalnih sustava, bežičnih senzorskih mreža, obradbe signala i informacija, strojnog učenja te numeričkih postupaka u elektromagnetizmu. Autor je više članaka u CC časopisima i članaka s međunarodnih znanstvenih skupova te je recenzent za

veći broj časopisa i znanstvenih skupova. Član je organizacija IEEE, IFMBE i HDMBT, a u razdoblju od 2009.-2014. obnašao je dužnost predsjednika Odjela za instrumentaciju i mjerenja Hrvatske sekcije IEEE. Aktivno govori i piše engleski jezik, a služi se i francuskim jezikom.

Magnetoelastični senzori

Darko Vasić, Vedran Bilas, *FER*

Pored jakosti magnetskog polja i temperature, mehanička naprezanja feromagnetskog materijala su najvažniji faktor koji utječe na promjenu njegovih magnetskih svojstava. Magnetostriksijski efekti opisuju međusobni utjecaj naprezanja objekta i magnetizacije njegovog materijala. Magnetomehanička veza između magnetske indukcije i jakosti polja s jedne, te mehaničkog naprezanja i promjene dimenzija s druge strane je nelinearna. Za praktičnu primjenu u sensorima ili aktuatorima korisno je magnetostriktivni materijal dovesti u magnetoelastično područje rada pažljivim odabirom narinutog naprezanja i magnetskog polja. U tom području magnetomehaničke relacije se mogu linearizirati, što značajno olakšava njihovu upotrebu.

Magnetoelastični senzori rade na principu promjene magnetskih svojstava ili mehaničke rezonantne frekvencije magnetostriktivnog materijala uslijed promjena u mjerenoj veličini. Primjena i istraživanja magnetoelastičnih senzora pokrivaju širok raspon mjerenih veličina poput: mehaničkih naprezanja, tlaka, vlažnosti, temperature, viskoznosti, gustoće, elastičnosti, pH vrijednosti i prisutnosti kemijskih tvari (ugljični dioksid, amonijak). Posebno je zanimljiva mogućnost bežičnog očitavanja takvih senzora (npr. mjerenjem promjena impedancije ili inducirano napona zavojnice uslijed promjene magnetske permeabilnosti ili mehaničkih oscilacija materijala). Takvi telemetrijski sustavi su korisni kada je izravna veza sa sensorom teška ili neizvediva (npr. brzi pokretni dijelovi strojeva) ili kada je potrebno istovremeno očitavati više sličnih senzora.

U ovome predavanju će se objasniti osnovni magnetostriksijski efekti, princip rada magnetoelastičnih senzora te nekoliko tipičnih aplikacija. Kroz primjer razvoja magnetostriksijskog mjerila sile na FER-u, prikazat će se upotreba tri različita magnetostriktivna materijala i razmotrit će se osnovni zahtjevi za elektroničko sklopovlje za akviziciju signala takvih senzora.



obrade signala.

Darko Vasić je docent na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Istraživač je u više međunarodnih znanstvenih projekata i stručnih projekata u suradnji s gospodarstvom. Njegovo područje istraživanja su neinvazivne i nerazorne elektromagnetske mjerne metode, inteligentni senzori, sustavi s umreženim sensorima, elektronička instrumentacija za rad u teškim uvjetima, metode rješavanja inverznih problema, te metode detekcije i

Elektromagnetska indukcija u otkrivanju mina

Davorin Ambruš, Darko Vasić, Vedran Bilas, *FER*
Nikola Pavković, *HCR-CTRO d.o.o.*

Elektromagnetski induktivni (EMI) senzori koriste se za otkrivanje različitih vrsta ukopanih mina još od razdoblja II svj. rata. U današnje vrijeme, EMI senzori se i dalje smatraju primarnim alatima za blisko otkrivanje mina u humanitarnom razminiranju. Iako suvremeni detektori mina s obzirom na svoje tehničke značajke u pogledu osjetljivosti, robusnosti i ergonomičnosti uporabe daleko nadmašuju tradicionalne detektore iz ranijih godina, osnovni princip rada u osnovi je ostao nepromijenjen. Detekcija mina uporabom elektromagnetske indukcije zasnovana je na detekciji slabog polja vrtložnih struja koje u električki vodljivim dijelovima mine inducira vremenski promjenjivo magnetsko polje odašiljačke zavojnice. Obradom signala s prijamne zavojnice formira se signal detekcije metala, koji se prema određenim kriterijima može koristiti za detekciju ukopane mine, odnosno klasifikaciju i identifikaciju detektiranih metalnih predmeta.

Osnovni problem detekcije mina u humanitarnom razminiranju proizlazi iz potrebe za vrlo visokom osjetljivošću (vjerojatnošću detekcije) kako bi se u minski sumnjivom području detektirale sve vrste minsko-eksplozivnih sredstava, pa tako i "plastične" protupješačke mine s ekstremno malim količinama metala (<1g). Budući da detektor metala u načelu ne može razlikovati upaljač mine od bezopasnog metalnog predmeta koji leži u polju, rezultat je ogromna stopa lažnih nalaza (često > 1.000), koja čitav postupak razminiranja čini iznimno sporim, skupim i opasnim. U posljednje vrijeme, razvijaju su napredne EMI metode koje imaju za cilj smanjiti stopu lažnih nalaza kroz stvaranje dodatnih informacija o metalnom predmetu iz osnovnog signala detektora metala.

U ovome predavanju predstaviti će se osnovni i napredni koncepti u detekciji metala za otkrivanje mina u humanitarnom razminiranju. Na praktičnim primjerima prikazati će se pojedine faze u razvoju novih EMI senzora: matematičko modeliranje senzora i metalnih predmeta; inverzne postupke za estimaciju parametara modela i dobivanje dodatnih informacija o predmetu detekcije, te metode dizajna elektroničkog sklopovlja i obrade signala.



Davorin Ambruš je istraživač na Fakultetu elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom više od deset godina istraživačkog i inženjerskog rada u industriji, stekao je bogato iskustvo u razvoju i primjeni napredne elektroničke instrumentacije i elektroničkih sustava u različitim granama industrije. Njegovo područje istraživanja su niskofrekvencijske elektromagnetske mjerne metode, inteligentni senzori, elektronička instrumentacija za rad u teškim uvjetima, te metode detekcije i obrade signala.

Vrtložne struje u nerazornim ispitivanjima

Petar Mateljak, *INETEC - Institut za nuklearnu tehnologiju d.o.o.*

INETEC – Institut za nuklearnu tehnologiju d.o.o. se bavi razvojem i proizvodnjom opreme te nerazornim ispitivanjima u industrijskim postrojenjima. Uz stalnu prisutnost u nuklearnom sektoru, INETEC aktivno sudjeluje i u drugim područjima, prvenstveno naftnoj i petrokemijskoj industriji. Sustavi koje INETEC razvija i koristi za nerazorna ispitivanja obuhvaćaju manipulatore, sonde, instrumente i programska rješenja za automatizirano prikupljanje i obradu podataka. Budući da se ispitivanja provode u specifičnim uvjetima, potrebno je razviti specijalizirane uređaje i metodologiju koja će omogućiti pouzdano ispitivanje svake pojedine komponente industrijskog postrojenja.

Jedna od vitalnih komponenti postrojenja na kojima se redovito provode ispitivanja su generatori pare. To su izmjenjivači topline koji se u pravilu sastoje od nekoliko tisuća cijevi kroz čije stjenke se odvija prijenos topline iz primarnog u sekundarni krug nuklearne elektrane. Za vrijeme remonta postrojenja, svaka od tih cijevi je podvrgnuta redovitom ispitivanju s ciljem utvrđivanja stanja i, prema potrebi, provođenja korektivnih radnji. U tu svrhu se koriste sonde zasnovane na primjeni vrtložnih struja. Suvremene tehnike ispitivanja cijevi generatora pare nuklearne elektrane dijele se prema vrsti sonde primijenjene u postupku ispitivanja. U praksi je uobičajeno korištenje: standardne diferencijalne sonde („bobbin“ sonde), rotirajuće sonde te sonde polja („array“ sonde).

Tema ovog predavanja je opis metodologije i opreme koje INETEC koristi te iskustva koje INETEC posjeduje u razvoju i nerazornim ispitivanjima vitalnih komponenti nuklearnih elektrana i drugih industrijskih postrojenja.



Petar Mateljak je diplomirao 2010. godine na Fakultetu elektrotehnike i računarstva u Zagrebu (FER). U razdoblju od studenoga 2010. do svibnja 2011. zaposlen je na Zavodu za automatiku i računalno inženjerstvo kao suradnik na projektu „Višekriterijsko upravljanje vjetroagregatom“, a od lipnja 2011. u INETEC – Institutu za nuklearnu tehnologiju kao razvojni inženjer na poslovima dizajniranja sustava upravljanja za industrijske manipulatore. 2013. godine upisao je poslijediplomski doktorski studij na Fakultetu elektrotehnike i računarstva i radi na istraživanju u području primjene ultrazvuka u nerazornim ispitivanjima.

Metoda za otkrivanje kvarova namota rotacijskih strojeva

Ante Elez, Stjepan Car, *KONČAR – Institut za elektrotehniku d.d.*

Metoda za otkrivanje kvarova namota rotacijskih strojeva, koja omogućuje jednoznačno otkrivanje najčešćih kvarova rotacijskih (izmjeničnih) strojeva izrazito široke primjene.

Metoda otkriva:

- oštećenja kaveznog namota asinkronih strojeva
- međuzavojne kratke spojeve namota rotora asinkronih strojeva s kliznim kolutima
- međuzavojne kratke spojeve uzbudnog namota sinkronih strojeva
- međuzavojne kratke spojeve namota statora asinkronih i sinkronih strojeva
- ekscentricitet

Sušтина metode je serijskim spajanjem mjernih svitaka, ugrađenih u stroj, ukloniti iz mjerene veličine magnetsko polje prisutno u ispravnom stroju. Na taj način će mjerena veličina isključivo ovisiti o magnetskom polju koje uzrokuje kvar (detaljnije u kratkom opisu patenta).

Ova inovativna metoda predstavlja značajan odmak od sadašnjeg stanja tehnike. Jednom metodom omogućeno je otkrivanje kvarova namota na rotoru i statoru te ekscentricitet kod asinkronih i sinkronih strojeva. Osjetljivost na pojavu kvara je nekoliko stotina puta veća u odnosu na najčešće primjenjivanu dijagnostičku metodu. Navedene značajke od iznimne su važnosti te omogućuju rano otkrivanje kvarova i primjenu u sklopu on-line sustava nadzora i zaštite, a ne samo u dijagnostici.

Metoda je višestruko nagrađivana na međunarodnim inovatorskim izložbama, a primijenjena je u četiri inovativna proizvoda za koje postoji značajan interes na svjetskom tržištu. Metoda je jednostavna i komercijalno isplativa za velike i male strojeve.



Ante Elez rođen je 14. svibnja 1979. g. u Splitu, Hrvatska. Tehničku školu završio je 1998. g. u Splitu, a diplomirao na Fakultetu elektrotehnike i računarstva (Sveučilište u Zagrebu), Zavodu za elektrostrojarstvo i automatizaciju 2003. Nakon diplome zaposlio se je u KONČAR - Institutu za elektrotehniku d.d., gdje radi i danas te se bavi razvojem, istraživanjem i monitoringom u Zavodu za rotacijske strojeve. Pohađao je i poslijediplomski studij na Fakultetu

elektrotehnike i računarstva, gdje je prvo 2008. završio magistarski studij, a potom i doktorski studij te 2010.g. stekao titulu doktora tehničkih znanosti. Znanstvene aktivnosti usmjerene su na mjerenja, proračune i analizu parametara električnih strojeva. Autor je i koautor brojnih članaka objavljenih u časopisima, znanstvenim i stručnim konferencijama i skupovima kod kuće i inozemstvu te dobitnik mnogih priznanja i nagrada. Zajedno s razvojnim timom iz Zavoda za rotacijske strojeve razvio je desetak inovativnih proizvoda za mjerenje, dijagnostiku i monitoring rotacijskih strojeva.

Optički svjetlovodni senzori

Zvonimir Šipuš, Dubravko Babić, Marko Bosiljevac i Tin Komljenović,
FER

Optički komunikacijski sustavi razvijaju se vrtoglavo brzinom od 80-ih godina prošlog stoljeća. S vremenom optičke komponente postaju sve kompleksnije i učinkovitije, dok im se cijena smanjuje zahvaljujući masovnoj proizvodnji i širokoj primjeni. Paralelno s razvojem optičkih komunikacijskih sustava, razvijaju se i optički svjetlovodni senzorski sustavi koji su preuzeli mnoge principe rada i komponente upravo iz komunikacijskih sustava. Mnogobrojne su prednosti optičkih senzora nad klasičnim sensorima. Optički svjetlovodni senzori su lagani i malih su dimenzija što omogućava njihovu ugradnju u različite sustave. Vrlo bitna prednost im je otpornost na elektromagnetske smetnje čime omogućavaju nadgledanje sustava tamo gdje klasični senzori ne bi bili od koristi. Svjetlovodni senzori eliminiraju potrebu za napajanjem, a nadgledanje sustava može biti kilometrima udaljeno od mjesta na kojem se senzor nalazi. Precizni su, a moguće je i multipleksirati veći broj senzora čime se postiže distribuirano mjerenje željene veličine. Danas se svjetlovodni senzori često koriste u energetici, naftnoj industriji, medicini i u nadzoru građevinskih objekata poput mostova, tunela, brana i pametnih zgrada.

U prezentaciji će se razmatrati izrada svjetlovodnih senzorskih sustava za mjerenje vibracija, naprezanja i temperature u svrhu daljinskog nadzora opreme u elektroenergetskim postrojenjima. Upravo su nepovoljni tehnički uvjeti (visokonaponsko okruženje, jake elektromagnetske smetnje, otežanost dovođenja napajanja, mogućnost električnog proboja kod metalnih senzora) potakli razvoj svjetlovodnih senzora za nadzor elektroenergetskih postrojenja, posebice elektrana, velikih elektromotora, transformatora i dalekovoda. U prezentaciji će biti prikazani svjetlovodni senzori razvijeni u Laboratoriju za primijenjenu optiku.

Detalji o znanstvenim, inovacijskim i nastavnim aktivnostima vezanim uz Laboratorij za primijenjenu optiku nalaze se na <http://www.fer.unizg.hr/zrk/aolab>.



Zvonimir Šipuš (rođen 1964. g.) redoviti profesor je na Zavodu za radiokomunikacije i voditelj Laboratorija za primijenjenu optiku na FER-u. Znanstvenoistraživačka djelatnost Zvonimira Šipuša vezana je uz svjetlovodne komunikacijske i senzorske sustave (posebice uz razvoj optičkih senzora za elektroenergetska postrojenja i uz razvoj optičkih komponenti za novu generaciju pristupnih mreža), uz numeričke metode u elektromagnetizmu, te uz razvoj mikrovalnih antena i antenskih nizova.



Svibanj, 2014.