

Prototip:

Induktivni tangencijalni senzor pomeraja

Rukovodilac projekta: prof. dr Ljiljana Živanov

Odgovorno lice: Milica Kisić

Autori: Milica Kisić, Nelu Blaž, Kalman Babković, Mirjana Damnjanović, Ljiljana Živanov

Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32016

Godina: 2016.

Primena: Novembar 2016. god.

Kratak opis

Merenje pomeraja fizičkih objekata je od suštinskog značaja za mnoge primene: kod procesa povratne sprege, za procene koeficijenta korisnog dejstva i performansi, za kontrolu saobraćaja, u robotici, kod sigurnosnih sistema, itd. Merenjem pomeraja mogu se izmeriti druge veličine (kao što su položaj, pritisak, sila, brzina, itd), zbog čega su senzori pomeraja jedni od najšire korišćenih senzora.

U ovom tehničkom rešenju je opisana realizacija senzora za merenje tangencijalnog pomeraja duž jedne ose. Senzor se sastoji od planarnog induktora i feritne pločice. Princip rada senzora se zasniva na promeni induktivnosti senzora pri pomeranju feritne pločice u odnosu na induktor. Prototip senzora je teorijski analiziran, a nakon toga je fabrikovan i eksperimentalno okarakterisan korišćenjem analizatora impedanse. Merenje senzora je izvršeno bežičnim putem korišćenjem spoljašnjeg induktora kao antene.

Tehničke karakteristike:

Realizovani prototip senzora se sastoji od dva dela: nepokretnog dela (induktora) i pokretnog dela (feritne pločice). Induktor je fabrikovan u tehnologiji štampanih ploča (eng. *Printed Circuit Board – PCB*). Kao magnetski materijal korišćen je komercijalno dostupan ferit (Epcos, B66289P0000X187). Dimenzije induktora su: 17,5 mm x 9,5 mm x 1,5 mm, a dimenzije feritne pločice 15 mm x 16 mm x 3 mm. U početnom položaju, feritna pločica je postavljena tako da preklapa polovinu površine induktora. Realizovani prototip senzora omogućava merenje tangencijalnog pomeraja duž jedne ose do 10 mm i to bežičnim putem pomoću spoljašnjeg namotaja (antene). Analizom dobijenih rezultata merenja utvrđeno je da pomeranje feritne pločice od 10 mm uzrokuje promenu rezonantne frekvencije sistema (senzora i antene) za 24,4 MHz, odnosno osetljivost realizovanog senzora je 2,44 MHz/mm. Promenom dimenzija senzora mogao bi se promeniti opseg merenja pomeraja. Realizovani senzor ima jednostavnu strukturu, jeftin proces izrade, a pri tome je postignuta velika osjetljivost i dobra linearnost izlazne karakteristike.

Tehničke mogućnosti:

Prezentovani senzor omogućava merenje tangencijalnog pomeraja duž jedne ose. Jedna od mogućih primena realizovanog tehničkog rešenja bi mogla da bude u vozilima za podešavanje visine servo upravljača za jednostavno, kompaktno, robusno i pouzdano pozicioniranje farova.

Realizatori:

Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Korisnici:

Fakultet tehničkih nauka (FTN), Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Podtip rešenja:

M85 – Prototip

Uvod

Projektovanje i fabrikacija senzora pomeraja kontinualno rastu usled njihovih brojnih primena, kao što su primene u robotici, u industriji, za procene koeficijenta korisnog dejstva i performansi, za kontrolu saobraćaja, u sigurnosnim sistemima,... Merenje pomeraja se može izvršiti korišćenjem različitih radnih principa i senzora: kapacitivnih, potencijometrijskih, induktivnih, optičkih, magnetostriktivnih, itd¹.

Jedna vrsta senzora pomeraja su kapacitivni senzori za čiju izradu se koriste različiti procesi fabrikacije i materijali²⁻⁴. Fiber optički senzori koriste snop svetlosti za merenje bočnih pomeraja⁵⁻⁷. Laserski senzor pomeraja se može

¹ Jacob Fraden, "Handbook of Modern Sensors", fourth edition, Springer, 2010.

² Mohsin I. Tiwana, Aridh Shashank, Stephen J. Redmond, and Nigel H. Lovell, "Characterization of a Capacitive Tactile Shear Sensor for Application in Robotic and Upper Limb Prostheses", *Sensors and Actuators A*, Vol. 165, 2011, pp. 164–172.

³ Jiro Kuroki, Tadahiko Shinshi, Lichuan Li, and Akira Shimokohbe, "A Micro-Magnetic Bearing Using Capacitive Axial Displacement Sensing", *Precision Engineering*, Vol. 30, 2006, pp. 54–62.

⁴ Moojin Kim, Wonkyu Moon, Euisung Yoon, and Kwang-Ryeol Lee, "A New Capacitive Displacement Sensor with High Accuracy and Long-Range", *Sensors and Actuators A*, Vol. 131, 2006, pp. 135–141.

⁵ John L. Remo, "Solid State Optic Vibration Displacement Sensors", *Optical Engineering*, Vol. 35, No. 10, 1996, pp. 2798–2803.

⁶ Haiming Wang, "Collimated Beam Fiber Optic Position Sensor: Effects of Sample Rotations on Modulation Functions", *Optical Engineering*, Vol. 36, No. 1, 1997, pp. 8–14.

⁷ Chi Wu, "Fiber Optic Angular Displacement Sensor", *Review of Scientific Instruments*, Vol. 66, 1995, pp. 3672–3675.

⁸ Ying Wang and Hong Hao, "Damage Identification of Slab-Girder Structures: Experimental Studies", *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, Vol. 3, No. 2, January 2013, pp. 93–103.

⁹ Jun Li, Hong Hao, Keqing Fan, and James Brownjohn, "Development and Application of a Relative Displacement Sensor for Structural Health Monitoring of Composite Bridges", *Structural Control and Health Monitoring*, Vol. 22, No 4, April 2015, pp. 726–742.

¹⁰ Chavdar S. Roumenin and Siya V. Lozanova, "Linear Displacement Sensor using a New CMOS Double-Hall Device", *Sensors and Actuators A*, Vol. 138, 2007, pp. 37–43.

¹¹ Christian Schott, Robert Racz, Fredy Betschart, and Radivoje S. Popovic, "A New Two-Axis Magnetic Position Sensor", IEEE International Conference on Sensors - IEEE Sensors 2002, Orlando, FL, United States, 12–14 June 2002, pp. 911–915.

¹² Xiaotao Han, Quanliang Cao, and Min Wang, "A Linear Hall Effect Displacement Sensor Using a Stationary Two-pair Coil System", Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), 2011 IEEE, 10–12 May 2011, pp. 1–4.

¹³ Darko Vyroubal, "Eddy-Current Displacement Transducer With Extended Linear Range and Automatic Tuning", *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 58, No. 9, September 2009, pp. 3221–3231.

¹⁴ Qipeng Li and Fan Ding, "Novel Displacement Eddy Current Sensor with Temperature Compensation for Electrohydraulic Valves", *Sensors and Actuators A*, Vol. 122, No. 1, July 2005, pp. 83–87.

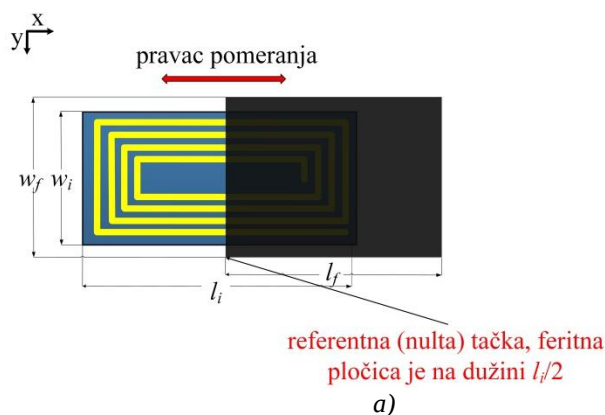
koristiti za merenje relativnog pomeraja između ploča i nosača (greda) za detektovanje smicanja bočnih veza⁸. Senzor pomeraja sa Vitstonovim mostom je razvijen za kontrolu smicanja bočnih veza između ploča i nosača u mostovima⁹. Uređaji sa pretvaračima čiji rad se bazira na Holovom efektu i pokretljivom magnetu predstavljaju neka od rešenja za merenje linearnog pomeraja¹⁰⁻¹². Za merenje linearnih pomeraja koriste se i linearni varijabilni diferencijalni transformator (eng. *linear variable displacement transducer – LVDT*) i senzori na bazi vrtložnih struja¹³⁻¹⁶.

Planarni induktivni senzori imaju širok opseg primene: za detektovanje pozicije ili merenja pomeraja u industrijskim primenama, u procesima koji zahtevaju nedestruktivne procene bez oštećenja mernih delova i materijala. Realizovani su senzori pomeraja čiji su principi rada zasnovani na induktivnom principu i konvertovanju pomeraja i promena nagiba u klizištima, u promene međusobne induktivnosti^{17,18}. Par induktora oblika meandar se može koristiti za merenje normalnih ili tangencijalnih komponenti pomeraja¹⁹.

U ovom tehničkom rešenju je predstavljen senzor za merenje tangencijalnih pomeraja duž jedne ose. Prezentovani senzor se sastoji od induktora i feritne pločice koja je pokretljiva u odnosu na induktor. Pomeranje feritne pločice se meri beskontaktnim putem promenom minimalne vrednosti faze impedanse sistema antena-senzor.

Dizajn i princip rada senzora

Slika 1 ilustruje dizajn induktivnog senzora pomeraja i princip rada senzora. Induktor je fabrikovan u PCB tehnologiji i projektovan je kao pravougaoni spiralni tip geometrijskih parametara datih u tabeli 1.



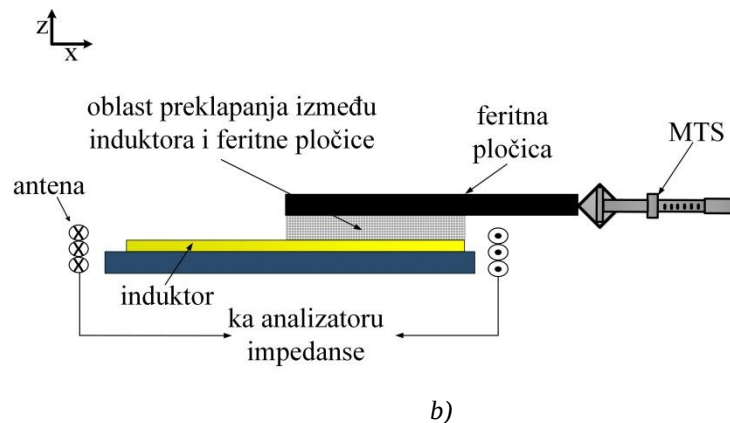
¹⁵Saroj Kumar Mishra, Gayatree Panda, and Debi Prasad Das, "A Novel Method of Extending the Linearity Range of Linear Variable Differential Transformer Using Artificial Neural Network," *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, Vol. 59, No. 4, May 2010, pp. 947-953.

¹⁶Amit Roy, Md. Rokunuzzaman, Md. Golam Rabbani, Pintu Prodip Roy, "Construction of Low Cost Linear Variable Differential Transformer and its Calibration", *Journal of Control System and Control Instrumentation*, Vol. 1, No. 1, 2015, pp. 1-6.

¹⁷Nanying Shentu, Hongjian Zhang, Qing Li, and Hongliang Zhou, "Research on Electromagnetic Induction-Based Deep Displacement Sensor", *IEEE Sensors Journal*, Vol. 11, No. 6, July 2011, pp. 1504–1515.

¹⁸Sorin Fericean and Reinhard Droxler, "New Noncontacting Analog Proximity and Inductive Linear Displacement Sensors for Industrial Applications", *IEEE Sensors Journal*, Vol. 7, No. 11, November 2007, pp. 1538–1545

¹⁹Snezana M. Djuric, Laszlo F. Nagy, Mirjana S. Damnjanovic, Nikola M. Djuric, and Ljiljana D. Zivanov, "A Novel Application of Planar-Type Meander Sensors", *Microelectronics International*, Vol. 28, No. 1, 2011, pp. 41 – 49.



Slika 1. Induktivni tangencijalni senzor: a) pogled odozgo i b) poprečni presek

Tabela 1 Geometrijski parametri induktora

Induktor	
dužina, l_i	17,5 mm
širina, w_i	9,5 mm
razmak između provodnika	0,15 mm
broj zavojaka	7
širina provodnih linija	0,25 mm
debljina provodnih linija	0,033 mm

Komercijalno dostupna feritna pločica³ (Epcos, B66289P0000X187), geometrijskih parametara datih u tabeli 2, je pozicionirana na centru spoljašnje ivice induktora duž x -ose. Feritna pločica se pomera u odnosu na fiksiran, nepomični induktor duž x -ose. Kako bi se postiglo precizno pomeranje feritne pločice duž jedne ose, korišćen je pozicioner (eng. *Manual Translation Stage* – MTS). Pomeranjem feritne pločice duž x -ose menja se površina preklapanja između induktora i feritne pločice, samim tim se menja i induktivnost induktora, kao i rezonantna frekvencija sistema antena-senzor. Promena rezonantne frekvencije sistema se koristi kao mera tangencijalnog pomeranja. Senzor je projektovan na taj način da je širina feritne pločice duž y -ose, $w_f = 16$ mm, veća u odnosu na širinu induktora, $w_i = 9,5$ mm, kako bi se održala ista površina preklapanja duž y -ose. Vertikalno rastojanje između induktora i feritne pločice je 1,6 mm. Performanse senzora mogu da budu poboljšane smanjujući vertikalno rastojanje između induktora i feritne pločice, ali je međusobno rastojanje odabrano na osnovu praktičnih primena senzora. Dužina unutrašnjeg otvora projektovanog induktora je 12,2 mm što određuje maksimalni merni opseg senzora, kako bi se uvek obuhvatao isti broj segmenata i postigla što linearnija karakteristika senzora.

Tabela 2 Geometrijski parametri feritne pločice

Feritna pločica	
dužina, l_f	15 mm
širina, w_f	16 mm
debljina	3 mm

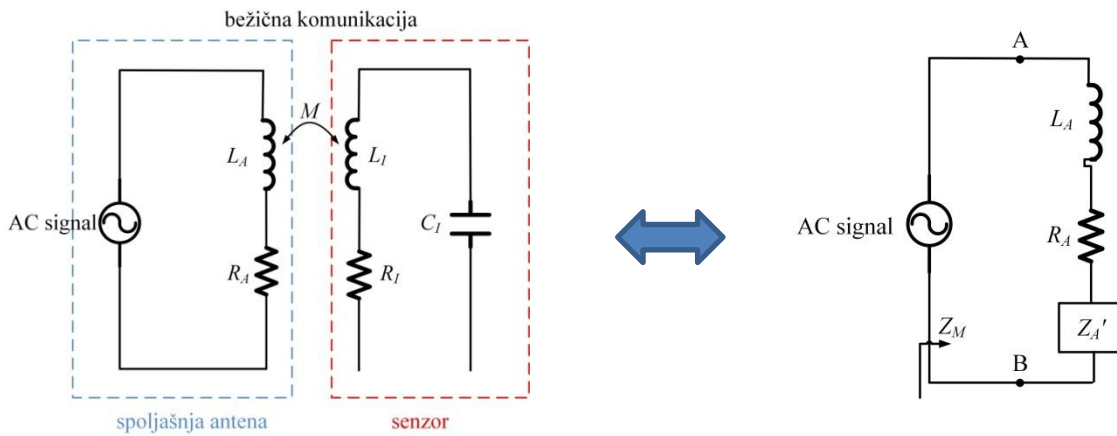
Dizajn mehanizma detektovanja

Rezonantna frekvencija induktora je

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_I C_I}}, \quad (1)$$

gde su L_I i C_I induktivnost i kapacitivnost induktora, respektivno. Kao što se iz jednačine (1) može videti, induktivnost induktora L_I je jedan od dva osnovna člana koja određuju rezonantnu frekvenciju. Stoga, promena induktivnosti može dovesti do promene rezonantne frekvencije, f_r .

Promena rezonantne frekvencije senzora se može meriti pomoću spoljašnjeg induktora – antene. Na slici 2 je prikazano ekvivalentno kolo sistema koje se sastoji od bežičnog pasivnog senzora i spoljašnje antene povezane na merni uređaj.



Slika 2. Ekvivalentno kolo sistema koje se sastoji od bežičnog pasivnog senzora i spoljašnje antene povezane na merni uređaj

Impedansa mernog sistema sa antenom, odnosno impedansa koja se meri na krajevima antene između priključaka A i B na mernom uređaju uz prisustvo senzora je

$$Z_M(\omega) = R_A + j\omega L_A + Z_A'(\omega), \quad (2)$$

$$Z_M(\omega) = R_A + j\omega L_A + \frac{k^2 \omega^2 L_A L_I}{R_I + j(\omega L_I - \frac{1}{\omega C_I})} \quad (3)$$

gde $Z_A'(\omega)$ predstavlja dodatni kompleksni član impedanse usled induktivne sprege koji se dodaje na impedansu antene, L_A predstavlja induktivnost, a R_A otpornost antene, respektivno, R_I otpornost induktora, a M međusobnu induktivnost između induktora.

Iz jednačine (2) vidimo da je impedansa sistema (spoljašnje antene i senzora) na rezonantnoj frekvenciji senzora (kada je imaginarni deo impedanse senzora jednak nuli)

$$Z_M(\omega_0) = R_A + j\omega_0 L_A + \frac{k^2 \omega_0^2 L_A L_I}{R_I} \quad (4)$$

Faza impedanse sistema na rezonantnoj frekvenciji senzora je

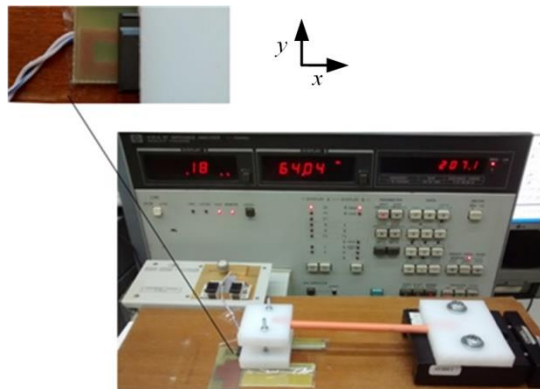
$$\varphi = \arctg \frac{\text{Im}\{Z_M(\omega_0)\}}{\text{Re}\{Z_M(\omega_0)\}}, \quad (5)$$

$$\varphi = \arctg \frac{\omega_0 L_A}{R_A + \frac{k^2 \omega_0^2 L_A L_I}{R_I}} \quad (6)$$

gde je k koeficijent sprege između induktora i antene.

Merna postavka i rezultati merenja

Testiranje senzora je izvršeno korišćenjem merne postavke prikazane na slici 3.

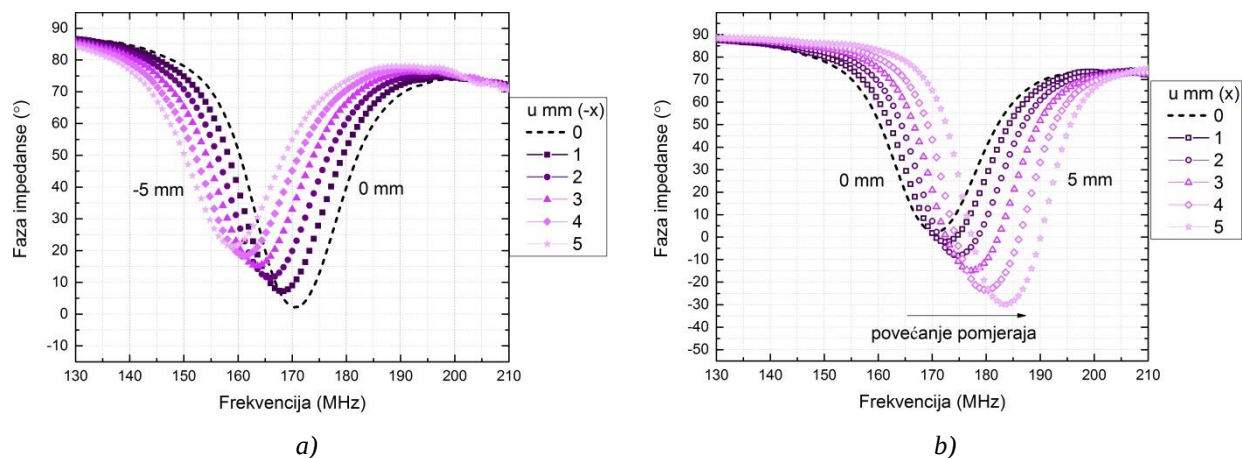


Slika 3. Merna postavka sa postavljenim sistemom, MTS-om i analizatorom impedanse

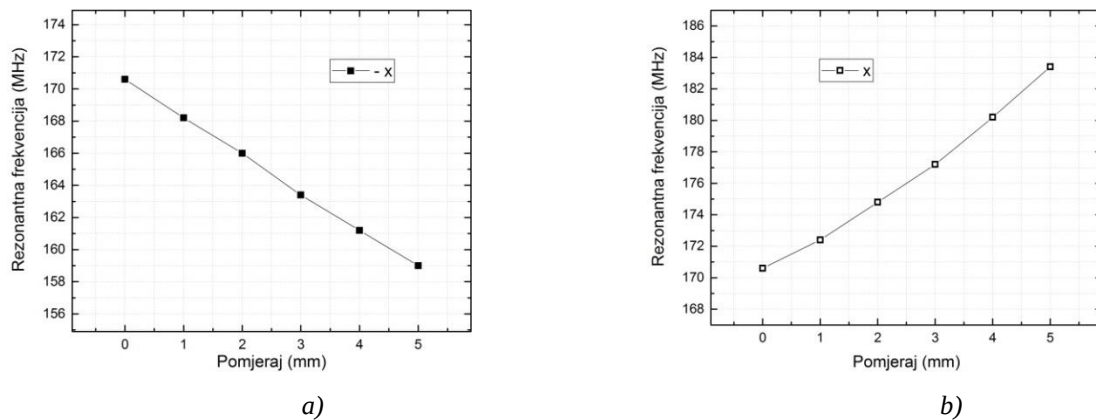
Oko senzora je postavljen spoljašnji namotaj-antena kako bi se izvršilo bežično merenje. Pokretljiva feritna pločica je postavljena u plastično kućište kako bi se omogućilo njeno pomeranje iznad induktora uz fiksno vertikalno

rastojanje. Plastično kućište sa feritnom pločicom je postavljeno iznad induktora i monirano na MTS. Referentna (nulta) tačka je položaj u kome je feritna pločica postavljena tačno iznad centra spoljašnje ivice induktora duž x -ose. Prototip sistema je testiran povezivanjem krajeva antene na analizator impedanse HP4191A, a merenje je izvršeno do 250 MHz. Kao antena je korišćen jedan spiralni namotaj rezonantne frekvencije 246 MHz. Feritna pločica je pomerana u oba smera duž x -ose sa korakom od 1 mm.

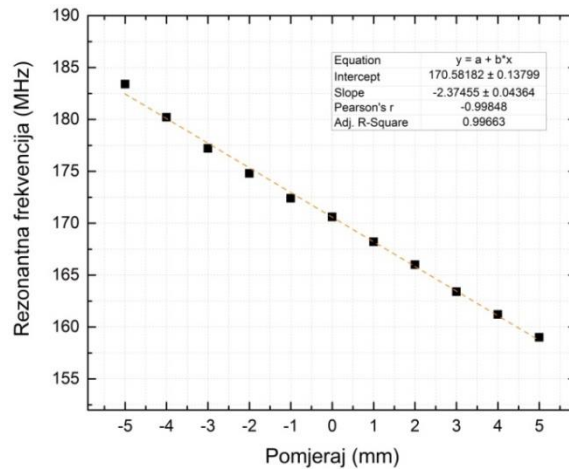
Na slici 4 su prikazane izmerene faze impedanse sistema za tangencijalna pomeranja do 5 mm u oba smera ($-x$ i $+x$). Rezonantna frekvencija sistema je određena preko minimalne vrednosti faze impedanse sistema. Faze impedanse sistema za pomeraje u suprotnom i u smeru x -ose su prikazane na slici 5. Pri nultom položaju, feritna pločica preklapa polovinu površine induktora. Pri pomeranju feritne pločice u suprotnom smeru x -ose, površina preklapanja između induktora i feritne pločice se povećava, induktivnost raste i rezonantna frekvencija se smanjuje (slike 4a i 5a). Pri pomeranju feritne pločice u smeru x -ose, površina preklapanja između induktora i feritne pločice se smanjuje, induktivnost opada i rezonantna frekvencija se povećava (slike 4b i 5b).



Slika 4. Bežično izmerene faze impedanse sistema za nekoliko tangencijalnih pomeranja: a) u smeru suprotnom od x -ose i b) u smeru x -ose



Slika 5. Karakteristika rezonantne frekvencije u odnosu na pomeranje u: suprotnom smeru x -ose i b) u smeru x -ose



Slika 6. Izmerena rezonantna frekvencija u zavisnosti od tangencijalnog pomeranja u celom merom opsegu

Izmerena karakteristika sistema u mernom opsegu od 10 mm, zajedno sa približnom linearnom karakteristikom senzora, je prikazana na slici 6. Dobijena je osetljivost realizovanog prototipa senzora od

$$S = \frac{\Delta f_r}{\Delta d} = \frac{24,4 \text{ MHz}}{10 \text{ mm}} = 2,44 \text{ MHz / mm} . \quad (7)$$

U kompleksnim industrijskim procesima, merenje pomeraja pokretnih objekata poželjno je detektovati bez mehaničkog kontakta. Prezentovani prototip senzora bi se nakon ugradnje u odgovarajuće kućište za zaštitu od elektromagnetskih smetnji mogao koristiti za različite primene. Dizajn senzora tangencijalnog pomjeraja se može izmeniti tako da se može koristiti za merenje duž dve (tri) ose korišćenjem dva (tri) suprotno dizanirana induktora.

Induktivni tangencijalni senzor pomeraja je razvijen na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, u okviru tekućeg projekta br. TR-32016 kod Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Štampano –2016.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndeap@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01-сл

Ваш број:

Датум: 2016-11-03

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 25. редовној седници одржаној дана 26.10.2016. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 10. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 10.2.7: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Др Обрад Алексић, научни саветник ИМСИ, Универзитет у Београду
- Др Иванка Станимировић, научни сарадник, ИРИТЕЛ, Универзитет у Београду

Назив техничког решења:

" ИНДУКТИВНИ ТАНГЕНЦИЈАЛНИ СЕНЗОР ПОМЕРАЈА "

Аутори техничког решења: Милица Кисић, Нелу Блаж, Калман Бабковић, Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Декан

Проф. др Раде Дорословачки

Recenzija predloženog tehničkog rešenja

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma za priznanje tehničkog rešenja

Prototip:

Induktivni tangencijalni senzor pomeraja

Broj projekta: TR-32016

Rukovodilac projekta: dr Ljiljana Živanov

Odgovorno lice: Milica Kisić

Autori: Milica Kisić, Nelu Blaž, Kalman Babković, Mirjana Damjanović, Ljiljana Živanov
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32016

Godina: 2016.

Primena: 2016.

Realizatori: Fakultet tehničkih nauka

Korisnici: Fakultet tehničkih nauka (FTN), Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Podtip rešenja: M85 – Prototip

Obrazloženje

Senzori za merenje pomeraja imaju veliku primenu u različitim granama industrije, u procesnoj industriji, medicini, robotici,... Realizovane su različite vrste senzora pomeraja, uz različite principe rada, materijale i procese izrade.

Autori ovog tehničkog rešenja su predstavili prototip senzora pomeraja čiji rad se zasniva na induktivnom principu. Opisani su dizajn i fabrikacija senzora, a nakon toga je izvršeno testiranje realizovanog prototipa senzora i određena je njegova karakteristika.

Za realizaciju senzora korišćena je tehnologija štampanih ploča i komercijalno dostupan ferit. Merenje senzora je izvršeno bežičnim putem, odnosno korišćen je spoljašnji induktor kao antena. U realizovanoj strukturi senzora induktor je fiksiran, a feritna pločica je pomerana duž jedne ose u odnosu na induktor, pri fiksnom rastojanju između njih. Merena je promene faze impedanse sistema (antena i senzor) pri tangencijalnom pomeranju feritne pločice. Tangencijalni pomeraj je

meren do 10 mm kako bi se obuhvatio istim broj zavojava induktora u cilju postizanja što bolje linearnosti senzora.

Prototip se sastoji od dva dela: stacionarnog induktora i pokretljive feritne pločice. Pri pomeranju feritne pločice dolazi do promene induktivnosti induktora. Promena zavisi od položaja feritne pločice. Dimenzije feritne pločice duž y -ose su veće u odnosu na induktor kako bi površina preklapanja između njih zavisila samo od položaja feritne pločice duž x -ose. Pri nultom položaju feritna pločica je postavljena tako da pokriva polovinu površine induktora. Nakon toga, feritna pločica je pomerana u oba smera duž x -ose do ± 5 mm sa koracima od 1 mm. Pri većem preklapanju induktora i feritne pločice, induktivnost induktora se povećava, a na taj način se rezonantna frekvencija sistema antena-senzor smanjuje. Za merenje impedanse sistema korišćen je analizator impedanse. Određene su karakteristika i osetljivost sistema. Pri pomeranju feritne pločice od 10 mm rezonantna frekvencija sistema se promeni za 24,4 MHz što odgovara osetljivosti od 2,44 MHz/mm.

U tehničkom rešenju je prikazano projektovanje, fabrikacija, a nakon toga i eksperimentalno testiranje realizovanog prototipa senzora, čime je potvrđena njegova ispravnost rada. Za realizaciju senzora nisu potrebni kontakti i žice što omogućava jednostavniju fabrikaciju i instalaciju sistema.

Na osnovu navedenog, predlažem da se prototip induktivnog senzora pomjeraja prihvati kao tehničko rešenje-prototip.

U Beogradu,

28.11.2016.

Recenzent:



Dr Obrad Aleksić, naučni savetnik

Institut za multidisciplinarna
istraživanja, Beograd

Recenzija predloženog tehničkog rešenja

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma za priznanje tehničkog rešenja

Prototip:

Induktivni tangencijalni senzor pomeraja

Broj projekta: TR-32016

Rukovodilac projekta: dr Ljiljana Živanov

Odgovorno lice: Milica Kisić

Autori: Milica Kisić, Nelu Blaž, Kalman Babković, Mirjana Damnjanović, Ljiljana Živanov
Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Srbija

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja TR-32016

Godina: 2016.

Primena: 2016.

Realizatori: Fakultet tehničkih nauka

Korisnici: Fakultet tehničkih nauka (FTN), Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija

Podtip rešenja: M85 – Prototip

Obrazloženje

Senzori za merenje pomeraja predstavljaju jedne od značajnijih senzora koji imaju široku primenu u svakodnevnom životu i različitim granama industrije.

U ovom tehničkom rešenju su prikazani projektovanje i fabrikacija induktivnog tangencijalnog senzora pomeraja. Izvršeno je eksperimentalno testiranje senzora i određene su njegove karakteristike.

U predloženom tehničkom rešenju je realizovan jednostavan senzor koji se sastoji od induktora i feritne pločice. Induktor je realizovan u tehnologiji štampanih ploča (PCB). Korišćena je komercijalno dostupna feritna pločica.

Induktivnost induktora se menja uz prisustvo i položaj magnetskog materijala, a promenom induktivnosti induktora menja se i njegova rezonantna frekvencija. Merenje promene rezonantne frekvencije senzora je izvršeno beskontaktni putem pomoću spoljašnjeg induktora kao antene. Feritna pločica je pomerana u odnosu na stacionarni induktor duž jedne ose u opsegu

do ± 5 mm sa koracima od 1 mm. Karakterizacija realizovanog prototipa senzora je izvršena pomoću analizatora impedanse HP4191A. Na osnovu rezultata merenja određena je karakteristika i osetljivost sistema. Izmerena karakteristika sistema ima dobru linearnost i osetljivost od 2,44 MHz/mm.

Bitna prednost ovog realizovanog tehničkog rešenja u poređenju sa sensorima iste namene je ta što se merenje vrši beskontaktnim putem pomoću antene. Izrada ovakvog jednostavnog senzora omogućava primenu i postavljanje senzora u uslovima gde bi kontaktno povezivanje pomoću žica bilo otežano ili čak i neizvodljivo.

Realizovano tehničko rešenje omogućava merenje tangencijalnog pomeraja do 10 mm. Promenom dizajna realizovanog prototipa senzora se može promeniti i merni opseg. Rezultati merenja su u saglasnosti sa teorijskom analizom, čime je potvrđena validnost projektovanog senzora.

Na osnovu priložene dokumentacije, induktivni tangencijalni senzor pomeraja predstavlja originalni naučno-istraživački doprinos, pa predlažem da se ovo tehničko rešenje usvoji.

U Beogradu,

28.11.2016.

Recenzent:



Dr Ivanka Stanimirović, naučni saradnik

IRITEL, Beograd



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Република Србија
Деканат: 021 6350-413; 021 450-810; Централа: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2016-12-07

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 26. редовној седници одржаној дана 30.11.2016. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 11. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 11.6.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М85) под називом:

"ИНДУКТИВНИ ТАНГЕНЦИЈАЛНИ СЕНЗОР ПОМЕРАЈА"

Аутори техничког решења: Милица Кисић, Нелу Блаж, Калман Бабковић, Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Раде Дорословачки

