



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: fdnecan@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
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 11.10.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење (М85) под називом:

"МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА КОРИШЋЕЊЕМ БЕЖИЧНОГ СЕНЗОРА"

Аутори техничког решења: Милан Радовановић, Бојана Мојић-Ланте, Катарина Цвејин, Владимир Срдић, Горан Стојановић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Раде Дорословачки



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: findean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
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 10.2.13: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Проф. др Зоран Јакшић, научни саветник, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду
- Др Горан Бранковић, научни саветник, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду

Назив техничког решења:

"МЕТОДА ЗА МЕРЕЊЕ ТЕМПЕРАТУРЕ ВАЗДУХА КОРИШЋЕЊЕМ БЕЖИЧНОГ СЕНЗОРА"

Аутори техничког решења: Милан Радовановић, Бојана Мојић-Ланте, Катарина Цвејин, Владимир Срдић, Горан Стојановић.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан



Проф. др Раде Дорословачки

Nova metoda: Metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog senzora

Rukovodilac projekta: dr Vladimir Srđić

Odgovorno lice: dr Milan Radovanović

Autori: Milan Radovanović, Katarina Cvejin, Bojan Mojić-Lante, Vladimir Srđić, Goran Stojanović

Razvijeno: U okviru projekta III45021

Godina: 2016.

Kratak opis

Metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog LC senzora sastoji se od: pasivnog LC senzora, antenskog namotaja, instrumenta *Vector Network Analyzer E5071B* i infracrvene kamere *ULIRVision*. Senzor je proizveden u LTCC (*Low Temperature Co-Fired Ceramics*) tehnologiji i sastoji se od paralelne veze induktora i češljastog kondenzatora. Induktivni deo senzora zaštićen je slojem keramike prilikom proizvodnje senzora, dok je kapacitivni deo senzora ostao slobodan. Nakon toga, da bi senzor mogao uspešno da detektuje promenu temperature, koja se detektuje kroz promenu kapacitivnosti senzorske strukture, kapacitivni deo je presvučen slojem bizmuta dopiranog barijum-titanatom (BBT). Permitivnost BBT se povećava sa promenom temperature gotovo linearno do temperature 170 °C, što takođe utiče na promenu kapacitivnosti senzora, a samim tim i na rezonantnu frekvenciju koja se detektuje pomoću antenskog namotaja i *Vector Network Analyzer*-a. IC kamera tipa *ULIRVision TI1600* je korišćena za precizno merenje temperature vazduha na površini senzora. Merenja su vršena u laboratorijskim uslovima u rasponu temperatura od 25 °C do 165 °C.

Tehničke karakteristike:

Radna temperatura: od 0 °C do 165 °C

Primena: merenje temperature vazduha

Komponente sistema: LC senzor, antenski namotaj, *Vector Network Analyzer*, IC kamera, fen toplog vazduha

Tehničke mogućnosti:

Omogućava veoma precizno detekciju temperature vazduha do temperatura od oko 165 °C. Sam senzor može da izdrži znatno veće temperature čak do 800-900 °C, ali je trenutno ograničenje sloj BBT. Uz neke manje modifikacije BBT sloja, očekivano je da bi senzor mogao da se prilagodi za merenje temperatura do 500 °C.

Realizator:

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za energetiku, elektroniku i telekomunikacije, Katedra za elektroniku i Tehnološki fakultet.

Merenja temperature su veoma značajna za uspešno funkcionisanje brojnih elektronskih uređaja koji nas okružuju u svakodnevnom životu. Štaviše, skoro svaki industrijski proces zahteva merenje temperature u rasponu od sobne temperature do nekoliko stotina stepeni Celzijusa. Postoje različite metode za merenje temperature koje se koriste u praksi: termoparovi, uređaji kojima se menja otpornost sa promenom temperature (termistori), kapacitivni senzori, infracrveni senzori, bimetalni uređaji, uređaji na bazi tečnosti^{1,2,3}.

Mnogi radovi koji se odnose na primene rezonantnih induktivno-kapacitivnih (LC) senzora objavljeni su u poslednjoj deceniji, jer ovi senzori eliminišu potrebu za fizičkom vezom, odnosno omogućavaju bežično praćenje određenih parametara^{4,5}. Zbog male veličine i stabilnih karakteristika, LC senzori su posebno pogodni za primenu u industrijskim okruženjima. Do sada, veliki broj istraživanja uspeo je da unapredi pasivne senzorske tehnologije LC senzora i proširi svoje aplikacije u mnogim oblastima, uključujući senzore pritiska⁶, vlage^{7,8} i senzore temperature⁹.

Pasivne elektronske komponente izrađene u LTCC tehnologiji kao što su kondenzator¹⁰ i induktor¹¹ pokazali su izuzetno stabilne osobine u ekstremnim uslovima okruženja. Ovo je takođe veoma važna prednost predloženog senzora imajući u vidu sve prednosti LTCC tehnologije, kao što su paralelni proizvodni proces i niska cena (PCB je na primer takođe jeftina tehnologija, ali sa ozbiljnim ograničenja za višeslojne strukture i izlaganje ekstremnim uslovima), mogućnosti korišćenja visoko provodne i jeftine metalizacije (srebro), brza izrada prototipova, stabilnost, kompaktne strukture, integracija, itd. Osim toga, iz tehničkih razloga, kao što su jako mala poroznost, stabilne osobine na visokom temperaturama, ova tehnologija je jako pogodna za primenu u merenjima temperature¹². Nanokristalni bizmut dopiran barijum titanatom ($\text{Ba}_{0.9}\text{Bi}_{0.066}\text{TiO}_3$, BBT)

¹ B. Baker, Single supply temperature sensing with thermocouples, *Microchip Technology Inc*, 2002.

² L. Cathles, L. M. Cathles, M. Albert, A physical based method for correcting temperature profile measurements made using thermocouples, *Journal of Glaciology*, 2007, 53, 298-304.

³ E. Birdsell, J. Park, M. Allen, Wireless ceramic sensors operating in high temperature environments, *40th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference*, Fort Lauderdale, FL, 2004.

⁴ Y. Wang, Y. Jia, Q. Chen, Y. Wang, A Passive Wireless Temperature Sensor for Harsh Environment Applications, *Sensors*, 2008, 8, 7982-7995.

⁵ M. Nabipour, B. Y. Majlis, A new passive telemetry LC pressure and temperature sensor optimized for TMPS, *Journals of Physics Conference Series – International MEMS Conference*, 2006, 34, 770-775.

⁶ M. Fonseca, J. English, M. Von Arx, M. Allen, Wireless micromachined ceramic pressure sensor for high-temperature applications, *J Microelectromechanical Systems*, 2002, 11, 337-343.

⁷ T. Harpster, S. Hauvespre, M. Dokmeci, K. Najafi, Passive humidity monitoring system for in situ remote wireless testing of micropackages, *J. Microelectromech. Syst.*, 2002, 11, 61-67.

⁸ A. Oprea, N. Barsan, U. Weimar, M.L. Bauerfeld, D. Ebling, J. Wollenstein, Capacitive humidity sensors on flexible RFID labels, *Sensors and Actuators*, 2008, B 132, 404-410.

⁹ R. Rodriguez, Y. Jia, A wireless inductive-capacitive (L-C) sensor for rotating component temperature monitoring, *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 2011, 4, 325-337.

¹⁰ Mis E, Dziedzic A, Piasecki T, Kita J, Moos R. Geometrical, electrical and stability properties of thick-film and LTCC microcapacitors, *Microelectron Int* 2008;25:37-41.

¹¹ Bak M, Dudek M, Dziedzic A, Kita J. Chosen electrical and stability properties of laser-shaped thick-film and LTCC inductors, In: *Proceedings of 2nd European system integration technology conference*, London-Greenwich, September; 2008. p. 101-3.

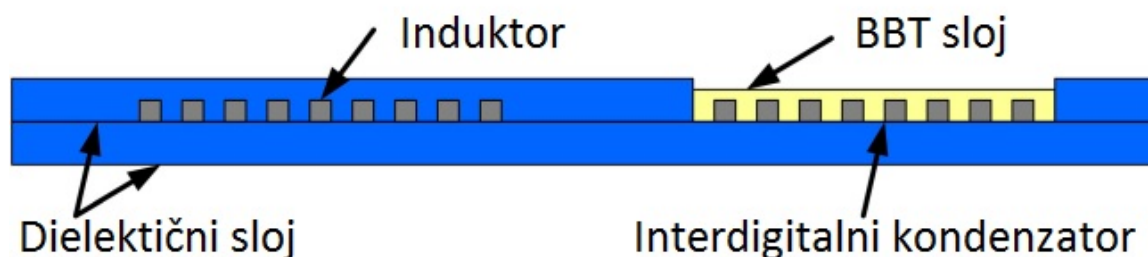
¹² Jackson M, Pecht M, Book Lee S, Sandborn P. Integral, embedded and buried passive technologies; 2003.

sa kojim su presvučene elektrode interdigitalnog kondenzatora se sintetizuje kao što je opisano u radu ¹³.

Princip rada i metoda merenja

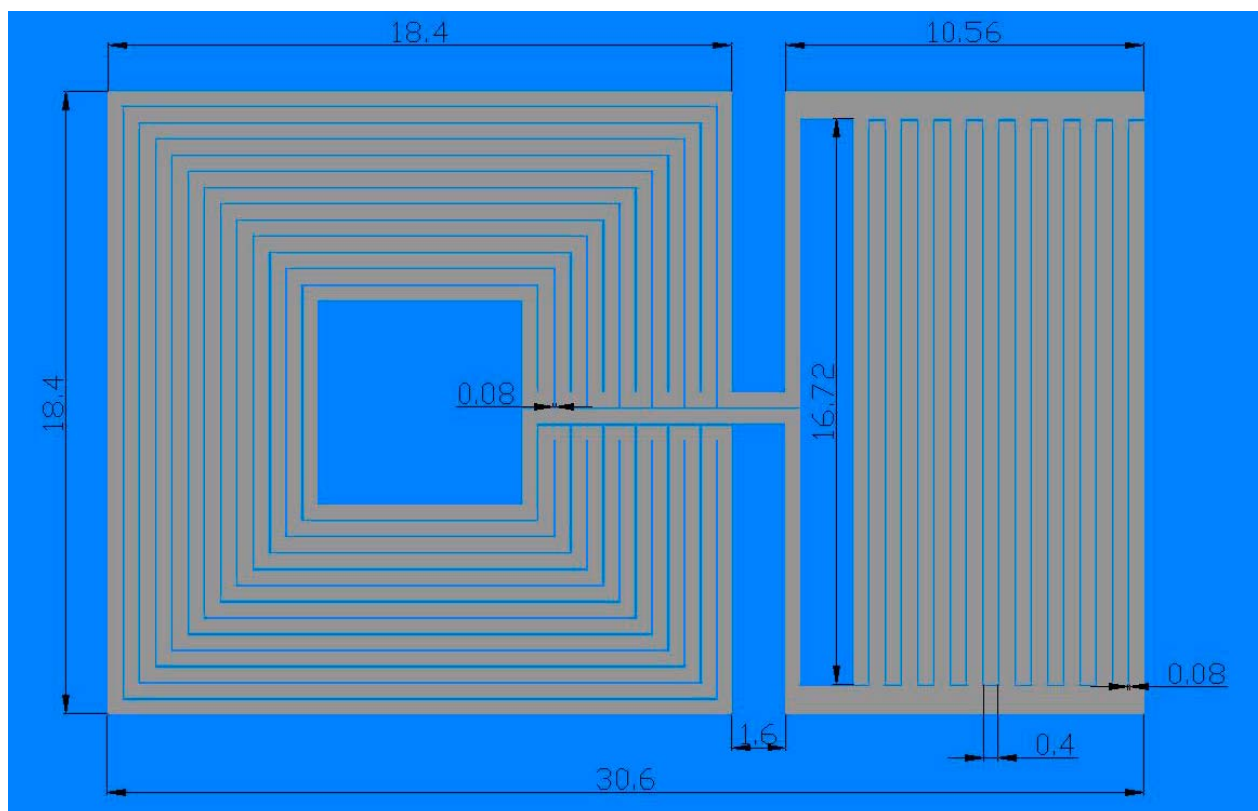
Princip rada senzora

Poprečni presek senzora koji je ovde opisan proizveden je u jednom metalnom sloju i predstavlja paralelnu vezu induktora i interdigitalnog češljastog kondenzatora (Slika 1). U ovom slučaju induktivnost LC senzora ostaje konstantna, tako što je induktivni deo senzora prekriven dielektričnim slojem. Nasuprot tome, kapacitivnost interdigitalnog kondenzatora menja se sa varijacijom permitivnost sredine (izložene kroz mali prozor sa gornje strane senzora). Promena kapacitivnosti će prouzrokovati promenu rezonantne frekvencije senzora. Dimenzije senzora koji je ovde opisan, prikazane na slici 2 i izražene su u milimetrima. Interdigitalni kondenzator ima 18 elektroda (prstiju) dužine 16,72 mm. Širina provodne linije za induktor i kondenzator je 0,4 mm. Razmak između dve susedne provodne linije je 0,08 mm.



Slika 1. Poprečni presek induktivno-kapacitivnog (LC) senzora.

¹³ K. Cvejic, B. Mojic, N. Samardzic, V. V. Srdic, G. M. Stojanovic, Dielectric studies of barium bismuth titanate as a material for application in temperature sensors, *J. Mater Sci: Mater Electron*, 2013, 24, 1243–1249.



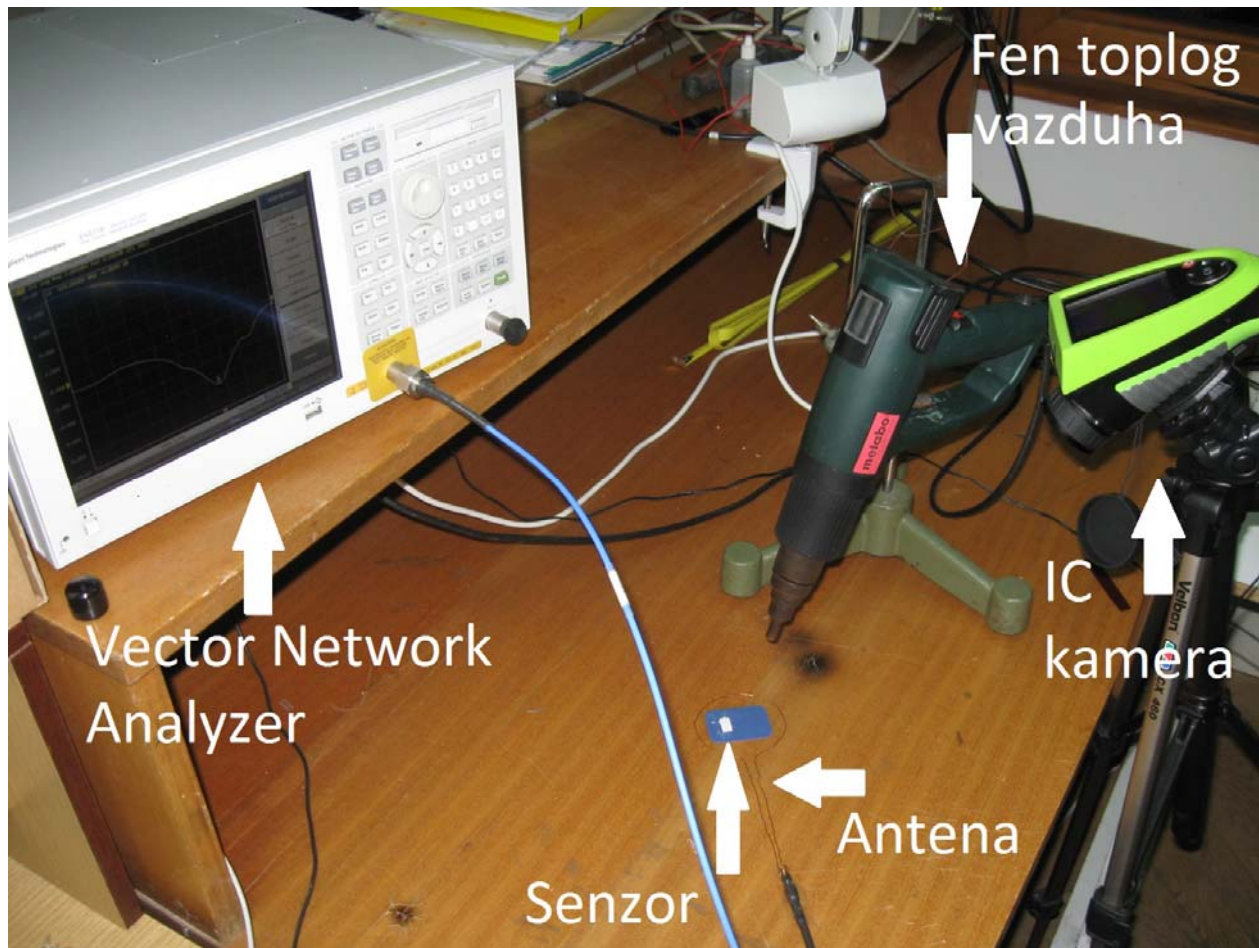
Slika 2. Dimenzije LC senzora izražene u mm.

Elektrode interdigitalnog kondenzatora su presvučene sa nanokristalnim bizmutom koji je dopiran barijum titanatom - $\text{Ba}_{0.9}\text{Bi}_{0.066}\text{TiO}_3$ (BBT). Debljina BBT filma je $10\text{ }\mu\text{m}$. BBT je izabran kao materijal sa skoro linearnom promenom permitivnosti sa temperaturom u željenom temperaturnom opsegu [12], dok je u isto vreme ekološki materijal (ne sadrži olovo - Pb).

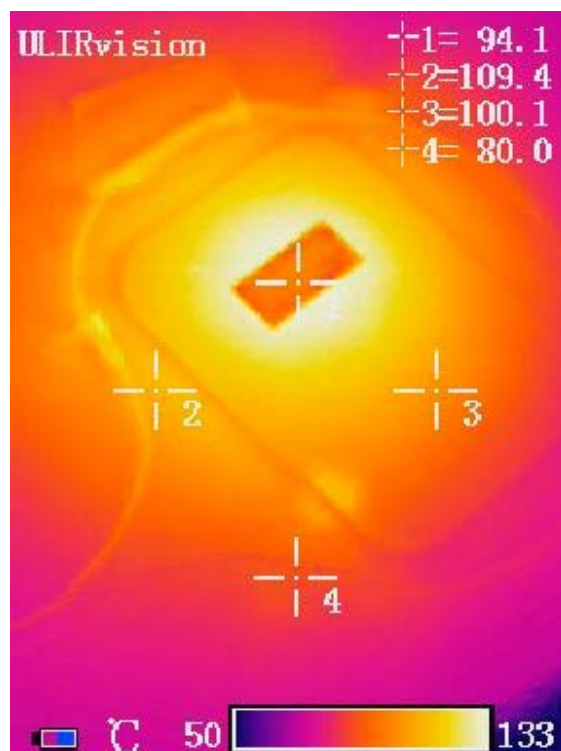
Metoda merenja

Merenja S-parametara vršena su korišćenjem instrumenta *Vector Network Analyzer* E5071B, koji ima frekventni opseg od 300 kHz do 8.5 GHz. Da bi izmerili S-parametre na povišenoj temperaturi, senzor je zagrevan korišćenjem fena toplog vazduha proizvođača *Metabo*. U cilju utvrđivanja tačne temperature na kojoj se obavlja merenje, korišćena je infracrvena kamera *UlrVision TI1600* (Zhejiang ULIRVision Technology CO. Ltd., Hangzhou, China), jer je promena rezonantne frekvencije u korelaciji sa promenom temperature BBT sloja, i bilo je veoma važno izmeriti temperature BBT sloja. Čitava merna postavka se može videti na slici 3. Infracrvena kamera koja je korišćena u eksperimentu ima tačnost od $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ili $\pm 2\%$ u temperaturnom opsegu od $20 - 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ i kalibrisana je pre upotrebe. Slika 4 je snimljena IC kamerom i prikazuje izgled senzora tokom zagrevanja kao i temperature u četiri obeležene tačke. Za potrebe merenja, temperatura je uzeta na površini BBT sloja senzora, prikazana kao tačka 1. Zagrevanje senzora vršeno je u

temperaturnom opsegu od 25 ° C do 165 ° C, a promene S11 - parametara su merene korišćenjem antenskog namotaja koji je bio postavljen oko senzora.

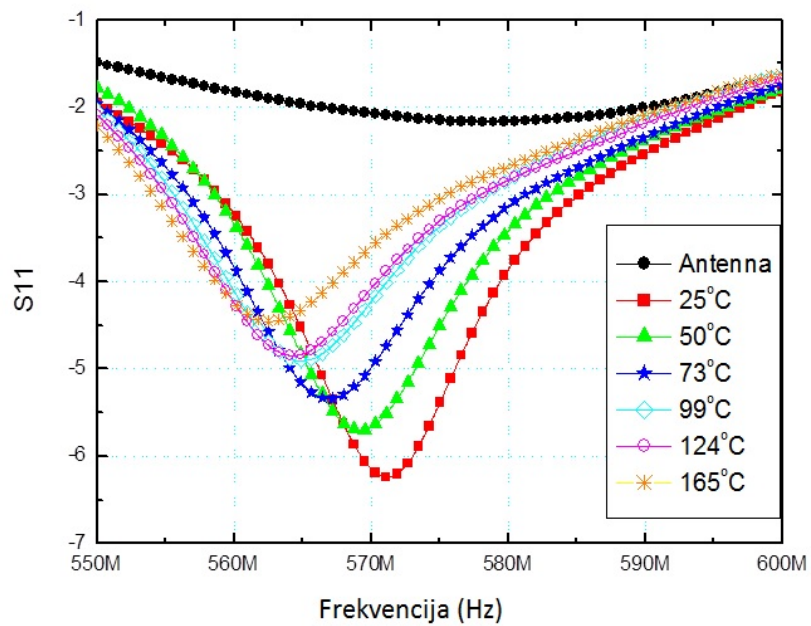


Slika 3. Eksperimentalna postavka za merenje temperature vazduha (senzor, antenski namotaj, Vector Network Analyzer E5071B, fen toplog vazduha i IC kamera).

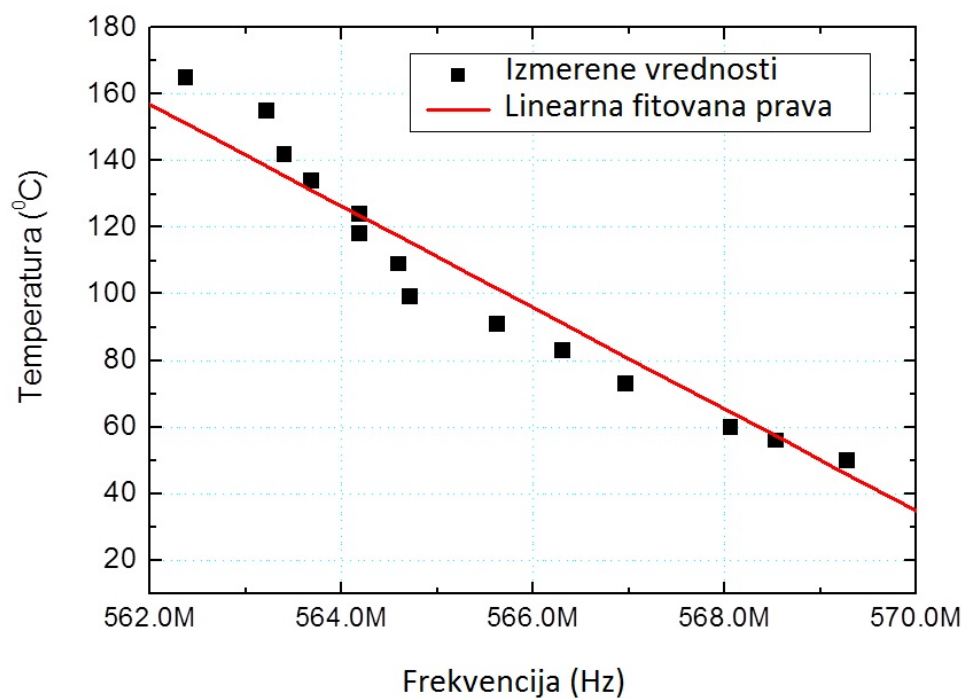


Slika 4. Slika snimljena tokom zagrevanja senzora pomoću IC kamere.

Temperaturna zavisnost S11 parametra senzora je prikazana na slici 5. Povećanjem temperature u rasponu od 25 ° C do 165 ° C, vrednost S11 parametra je istovremeno opala sa 571,06 MHz na 562,37 MHz. Ukupna promena temperature je 140 ° C, dok je promena S11 parametra 8,69 MHz. Na osnovu toga, osetljivost senzora je izračunata i iznosi 62,07 kHz / 1 ° C, što je veoma visoka osetljivost i ukazuje na to da se merenja temperature sa predstavljenim senzorom može uraditi veoma precizno. Postoji značajno proširenje krive i smanjenje pika S11 parametra kao posledica povećanja temperature. To proističe iz povećane otpornosti induktora i povećane provodljivosti izolacione keramike. Zavisnost rezonantne frekvencije senzora i promene temperature je grafički prikazano na slici 6. Kao što se vidi, odnos rezonantne frekvencije i temperature je skoro linearan, jer fitovana linearna prava odstupa vrlo malo od izmerenih vrednosti. Rezonantna frekvencija se smanjuje sa povećanjem temperature senzora. Ovo je posledica činjenice da se relativna permitivnost za analizirani BBT sloj povećava sa povećanjem temperature do nekog dielektričnog maksimuma. Kao rezultat toga, kapacitivnost LC senzora se povećava i u skladu sa jednačinom $f_r = 1/(2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C})$, rezonantna frekvencija se smanjuje. Važno je napomenuti da se rezonantna frekvencija nalazi u veoma visokom frekventnom opsegu, čime merenje sa nekim poznatim uređajima (na primer HP4194A) nije bilo moguće, i zbog toga je korišćen VNA za eksperimentalnu karakterizaciju (jer može da pokrije frekventni opseg do 8,5 GHz).



Slika 5. Parametar S11 u funkciji frekvencije i temperature.



Slika 6. Promena rezonantne frekvencije LC senzora u funkciji temperature.

Tehnički podaci

Primena:

Opisana je metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog LC senzora čiji je kapacitivni deo presvučen slojem BBT koji ima osobinu da mu se permitivnost povećava sa povećanjem temperature. Predstavljeni senzor je veoma jednostavan za izradu. Prednost LC senzora je da se merenje temperature može obaviti bežično i bez kontakta. Pored toga, predloženi senzor nema problema sa trajanjem baterija jer je pasivan i ne zahteva dodatno napajanje. Senzor je proizveden korišćenjem LTCC tehnologije, i stoga se može koristiti na veoma visokim temperaturama i u okruženju sa povećanom vlagom, radijacijom, itd. S druge strane, BBT sloj koji je korišćen je ekološki, i predstavlja materijal sa skoro linearnim povećanje permitivnosti u funkciji temperature. Na osnovu naših merenja može se zaključiti da se predložena metoda može uspešno koristiti za merenje temperature u širokom temperaturnom opsegu od 25 °C do 165 °C.

Tehničke karakteristike:

Radna temperatura: od 0 °C do 165 °C

Primena: merenje temperature vazduha

Komponente sistema: LC senzor, antenski namotaj, Vector Network Analyzer, IC kamera, fen toplog vazduha

Metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog senzora je razvijena od strane Fakulteta tehničkih nauka i Tehnološkog fakulteta iz Novog Sad u okviru III45021 projekta

Štampano – Decembar 2016.

РЕЦЕНЗИЈА ПРЕДЛОЖЕНОГ ТЕХНИЧКОГ РЕШЕЊА

Предмет: Мишљење о испуњености критеријума за писање техничког решења

Нова метода:

Метода за мерење температуре ваздуха коришћењем бежичног сензора

Број пројекта: ИИИ45021

Руководилац пројекта: ред. проф. др Владимир Срдић

Одговорно лице: др Милан Радовановић

Аутори: Милан Радовановић, Катарина Цвејин, Бојан Мојић-Ланте, Владимир Срдић, Горан Стојановић

Развијено: у оквиру пројекта ИИИ45021

Година: 2016

Примена: 01.12.2016

Реализатори: Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Технолошки факултет

Корисници: Факултет техничких наука, Нови Сад

Подтип решења: Нова метода - M85

Образложење

Трендови минијатуризације, повећане поузданости и високе спољне радне температуре намећу примену керамичких материјала за израду електронских кола. Између осталих технолошких приступа, LTCC (*Low Temperature Co-fired Ceramic*) технологија доказала је своје супериорне перформансе у различитим применама, почев од сензора притиска и температуре, све до медицинских апликација. Кондензатори произведени од керамике на бази баријум титаната често се користе у тим системима због својих одличних диелектричних својстава. Поред тога, многи комерцијални вишеслојни кондензатори садрже одређену количину бизмута због његовог значајног утицаја на смањење температуре синтеровања. Бизмут такође утиче на побољшање коефицијента отпора и диелектричних својстава.

Описана метода за мерење ваздуха коришћењем бежичног, пасивног LC сензора може бити коришћена у различитим апликацијама за мерење високих температура у опсегу од 25 °C до 165 °C. Добра особина ове методе је што се за мерење температуре помоћу бежичног сензора не

захтева директна веза, већ се промена фреквенције сензора односно температуре мери бежично, коришћењем антенског намотаја.

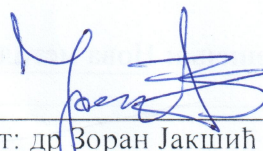
Поред тога, описана метода може се користити за мерење температуре у екстремним условима или пак у контаминираној средини, јер се веза са сензором може остварити бежично. Велика предност методе је и што сензор не захтева додатно напајање, па му животни век није ограничен трајањем батерија.

За електричну карактеризацију сензора, односно мерење електричних карактеристика, коришћен је *Vector Network Analyzer* (E50713) на који је повезан антенски намотај. За загревање сензора, односно ваздуха коришћен је фен топлог ваздуха произвођача *Metabo*, док је за одређивање тачне вредности температуре коришћена веома прецизна ИЦ камера *UltrVision TI1600*.

На основу достављеног материјала, а у складу са одредбама Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, који је донео национални савет за научни и технолошки развој Републике Србије, рецензент оцењује да резултат односно решење под називом: „Метода за мерење температуре ваздуха коришћењем бежичног сензора“, испуњава услове да буде признат као техничко решење ранга М85.

Метода за мерење температуре ваздуха коришћењем бежичног сензора развијена је од стране Факултета техничких наука и Технолошког факултета из Новог Сада у оквиру пројекта ИИИИ45021

У Београду, 29. 12. 2016.



Рецензент: др Зоран Јакшић

Научни саветник, Институт за хемију, технологију и металургију, Универзитет у Београду

RECENZIJIA PREDLOŽENOG TEHNIČKOG REŠENJA

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma za pisanje tehničkog rešenja

Nova metoda:

Metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog senzora

Broj projekta: III45021

Rukovodilac projekta: red. prof. dr Vladimir Srđić,

Odgovorno lice: dr Milan Radovanović

Autori: Milan Radovanović, Katarina Cvejic, Bojan Mojić-Lante, Vladimir Srđić, Goran Stojanović

Razvijeno: u okviru projekta III45021

Godina: 2016

Primena: 01.12.2016

Realizatori: Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Tehnološki fakultet

Korisnici: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Podtip rešenja: Nova metoda - M85

Obrazloženje

Problem koji se tehničkim rešenjem rešava: Danas gotovo da ne postoji elektronski uređaj koji nema bar jedan senzor temperature. Pored toga postoje i jako zahtevne industrijske i medicinske aplikacije gde je potrebno jako precizno odrediti temperaturu vazduha ili sredine. Poseban izazov kod projektovanja senzora zapravo predstavljaju senzori koji se koriste za merenje visokih temperatura, jer visoke temperature jako utiču na električne karakteristike senzora što onda dovodi u pitanje tačnost samog merenja. Za merenje visokih temperatura koristi se više različitih senzora od termoparova, bimetala, kapacitivnih senzora, pa do IC kamera.

Stanje rešenosti tog problema u svetu: Bežični pasivni senzor, poznat kao induktivno-kapacitivni (LC) senzor, razvijen je da prati promene uslova životne sredine kao što su temperatura, vlažnost i pritisak. Ovaj tip senzora menja svoju kapacitivnost u zavisnosti od parametara okoline, što rezultira promenom njegove rezonantne frekvencije. Promena rezonantne frekvencije senzora se daljinski meri pomoću antenskog namotaja. Postoji više različitih tipova LC senzora koji se razlikuju po dizajnu induktora ili kondenzatora.

Karakteristike predloženog rešenja: Senzor koji je opisan izrađen je u LTCC (*Low Temperature Co-Fired Ceramics*) tehnologiji a kapacitivni deo senzora presvučen je tankim slojem barijuma koji je dopiran bizmut titanatom (BBT). Na ovaj način, temperatura menja permitivnost BBT sloja što direktno izaziva promenu kapacitivnosti interdigitalnog kondenzatora. S-parametri senzora su mereni korišćenjem instrumenta *Vector Network Analyzer E50713*, na koji je povezan antenski namotaj koji je postavljen oko senzora. Razvijeni senzor može da radi u temperaturnom opsegu od 25 °C do 165 °C. Prednost opisanog senzora je to što je pasivan i nisu mu potrebne baterije za napajanje.

Zaključak: Na osnovu uvida u priloženu dokumentaciju, a u skladu sa odredbama Pravilnika o postupku i načinu vrednovanja i kvantitativnom iskazivanju naučnoistraživačkih rezultata istraživača, koji je doneo nacionalni savet za naučni i tehnološki razvoj Republike Srbije, recenzent ocenjuje da rezultat odnosno rešenje pod nazivom: „Metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog senzora“, ispunjava uslove da bude priznat kao tehničko rešenje Nova metoda – ranga M85.

Metoda za merenje temperature vazduha korišćenjem bežičnog senzora je razvijena od strane Fakulteta tehničkih nauka i Tehnološkog fakulteta iz Novog Sad u okviru III45021 projekta.

U Beogradu, 29.12.2016.



Recenzent: dr Goran Branković

Naučni savetnik, Institut za multidisciplinarna
istraživanja, Univerzitet u Beogradu