

Merna metoda:

Metoda za određivanje kompleksne permitivnosti praškastih i tečnih dielektričnih materijala u frekvencijskom opsegu od 500 MHz do 50 GHz

Rukovodilac projekta: prof. dr Vladimir Srđić

Odgovorno lice: Nelu Blaž

Autori: Nelu Blaž, Milica Kisić, Mirjana Damnjanović, Ljiljana Živanov
Fakultet tehničkih nauka (FTN), Novi Sad;

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja III - 45021

Godina: 2015.

Primena: 2015.

Kratak opis

Poznavanje permitivnosti je veoma važno prilikom dizajniranja i odabira materijala za izradu integriranih pasivnih komponenti. Takođe, poznavanje permitivnosti je bitan faktor prilikom dizajniranja i izrade senzora baziranih na kapacitivnom efektu. Sve veći broj komponenti i senzora se pravi od materijala dobijenih od nanočestičnog praha. Kako osobine sinterovanih uzoraka zavise od veličine nanočestica praha to karakterizacija prahova dobija veoma na značaju.

Za određivanje kompleksne permeabilnosti u frekvencijskom opsegu od 500 MHz do 50 GHz n biće korišćena merna metoda koja uključuje merenje upotrebom dielektričnog kita Agilent 85070E i vektorskog analizatora mreža Agilent PNA N5230A. Ograničenje ove metode je da dimenzije čestica praha moraju da budu manje od 0,3 mm (300 μ m) ali to je prednost ove metode za karakterizaciju nanočestičnih prahova.

Za ova ispitivanja dielektrični merni uzorak mora biti u tečnom agregatnom stanju ili u vidu praha. Količina uzoraka nije definisana ali uzorak mora minimalno da je 5 mm ispod sonde i barem 2-3 mm oko sonde.

Programski alat koji je priložen uz dielektrični kit omogućava određivanje realnog i imaginarnog dela permitivnosti kao i tangens ugla gubitaka ispitivanog materijala.

Tehničke karakteristike:

Merni sistem, koji se sastoji od vektorskog analizatora mreža Agilent PNA N5230A, elektronskog kalibracionog kita N4693A, spreznog visokofrekvencijskog koaksijalnog kabla i programskog alata omogućavaju brzo i precizno određivanje kompleksne permitivnosti materijala. Pre početaka karakterizacije materijala merni sistem je potrebno kalibrisati i to se vrši uz pomoć kratkospojenog adaptera, posude sa demineralizovanom vodom i termometra za određivanje temperature demineralizovanom vode.

Tehničke mogućnosti:

Prikazani merni sistem omogućava određivanje kompleksne permitivnosti dielektričnih materija u tečnom agregatnom stanju kao i materijala u vidu praška. Merenja je moguće sprovesti na sobnoj temperaturi, u okviru frekventnog opsega od 500 MHz (ili 200 MHz u zavisnosti od primenjene sonde) do 50 GHz (ili 20 GHz u zavisnosti od primenjene sonde).

Realizatori:

FTN, Novi Sad

Korisnici:

Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

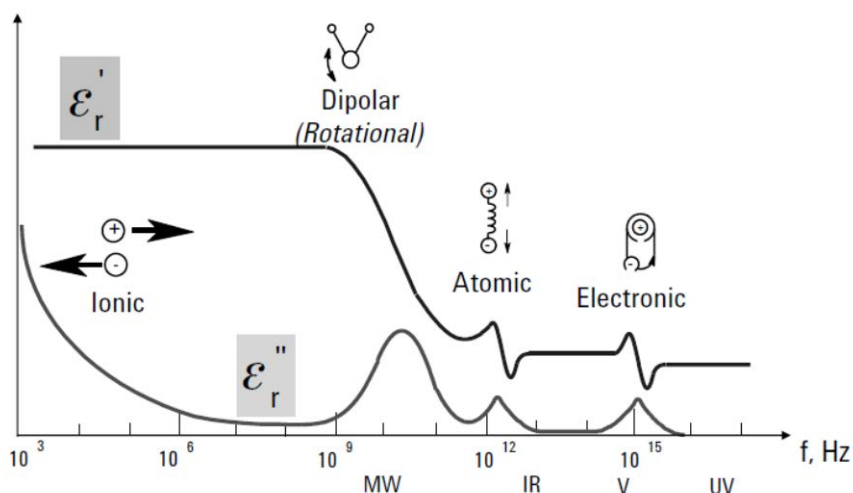
Podtip rešenja:

M85 - Nova merna metoda.

Uvod

Performanse mikrotalasnih kola veoma zavise od svojstva podloge i provodnog materijala od kojeg su sačinjene elektronske veze. Veoma je važno da se precizno odredi permitivnost pojedinih materijala od kojih se izrađuju elektronske komponente i kola. Sve veći broj komponenti i senzora se pravi od materijala dobijenih od nanočestičnog praha kako osobine sinterovanih uzoraka zavise od veličine nanočestica praha to karakterizacija prahova dobija veoma na značaju. Permitivnost tečnih uzoraka može biti od interesa pre svega prilikom izrade različitih vrsta senzora baziranih na kapacitivnoj metodi.

Na mikroskopskom nivou, nekoliko dielektričnih mehanizama mogu doprineti dielektričnim karakteristikama. Orijentacija dipola i jonsko provođenje imaju snažnu interakciju na mikrotalasnim frekvencijama. Molekuli vode, na primer, su stalni dipoli, čija rotacija prati naizmenično električno polje. Ovi mehanizmi prouzrokuju gubitke - što objašnjava zašto se hrana zagreva u mikrotalasnoj rerni. Atomi i elektronski mehanizmi su relativno slabi, i obično konstantni mikrotalasnom opsegu. Svaki dielektrični mehanizam ima takozvanu reakcionu ili rezonantnu frekvenciju. Sa povećanjem frekvencije sporiji mehanizmi opadaju i prepuštaju primat bržim u doprinosu ϵ' . Faktor gubitaka ϵ'' će shodno tome imati odgovarajući maksimum na svakoj kritičnoj frekvenciji. Amplituda i reakciona ili rezonantna frekvencija za svaki mehanizam je jedinstvena za svaki materijal ponaosob. Rezonantni efekat je uglavnom povezan sa elektronskim ili atomskom polarizacijom a relaksacioni efekat je uglavnom povezan sa orjentacionom polarizacijom, Slika 1, [Agilent Basics of Measuring the Dielectric Properties of Materials, Application Note].



Slika 1. Promena realnog (ϵ_r') i imaginarnog (ϵ_r'') dela kompleksne permitivnosti u zavisnosti od učestanosti sa naznačenim mehanizmima polarizacije

Postoje različite metode za određivanje permitivnosti materijala na visokim frekvencijama ali su one uglavnom zasnovane na rezonantnom efektu čime je automatski ograničen broj tačaka u frekvencijskom opsegu u kojima se može odrediti permitivnost ispitivanog materijala. Metode u kojima se primenjuje koaksijalna sonda nemaju to ograničenje već mogu da mere permitivnost u proizvoljnom broju tačaka odnosno ograničenje je broj mernih tačaka koliko ukupno podržava sam instrument (kod savremenih mernih instrumenata broj tačaka se kreće preko deset hiljada u celokupnom frekvencijskom mernom opsegu).

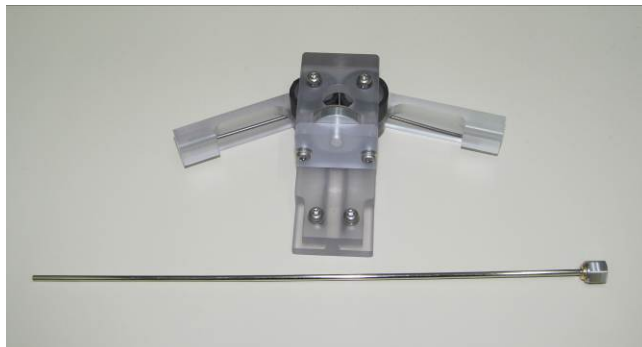
Merna metoda

Koaksijalna sonda sa otvorenim završetkom jeste u suštini sekcija transmisionne linije sa otvorenim krajem. Permitivnost materijala se meri tako što se sonda uranja u ispitivanu tečnost ili praškasti materijal odnosno naslanja se na glatku površinu materijala u čvrstom agregatom stanju. Polje na završetku sonde prodire u ispitivani materijal i menja se u dodiru sa njim. Reflektovani signal (S_{11}) može se izmeriti i povezati sa ϵ_r^* .

Za ovu mernu metodu korišćene su dve koaksijalne sonde sa otvorenim završetkom:



a)



b)

Slika 2. Merne koaksijalne sonde za određivanje kompleksne permitivnosti na višim frekvencijama sa odgovarajućim kratkospojnim adapterima: temperaturna sonda sa adapterom a) i Slim sonda sa adapterom b).

Ove dve vrste sonde su izabrane pre svega zbog različitog frekvencijskog opsega koji pokrivaju. Temperaturna sonda je optimizovana za rad u frekvencijskom opsegu od 200 MHz do 20 GHz dok *slim* sonda je predviđena za rad od 500 MHz do 50 GHz. Druga bitna razlika između ove dve sonde je u tome što se sa *slim* sondom može određivati permitivnost samo uzoraka u tečnom agregatnom stanju dok temperaturna sonda može pored tečnosti da određuje permitivnost materijala u čvrstom agregatnom stanju i materijala u vidu praškova.

Metoda podrazumeva primenu mernog sistema koji se sastoji od vektorskog analizatora mreža Agilent PNA N5230A, elektronskog kalibracionog kita N4693A, spreznog visokofrekventnog koaksijalnog kabla, sonde sa pratećom opremom, Dielektričnog kita Agilent 85070E i programskog alata omogućavaju brzo i precizno određivanje kompleksne permitivnosti materijala. Pre početka karakterizacije materijala merni sistem je potrebno kalibrisati i to na sledeći način: prvo se u programskom alatu definiše početna i krajnja frekvencija mernog opsega i broj mernih tačaka, potom se definiše se tip kalibracije (za ovu mernu metodu korišćen je tip *Open/Short/Water*), vrsta sonde koja će se koristiti kao i da će se vršiti osvežavanje kalibracije preko elektronskog kalibratora. Pored ovih parametara potrebno je navesti i temperaturu demineralizovane vode koja će se koristiti pri kalibraciji. Nakon definisanja parametara merenja i kalibracije počinje postupak kalibracije što podrazumeva kao prvi korak u kalibraciji merenje sa sondom u vazduhu (*Open*), sledeći korak je kalibrisanje sa postavljenim kratkospojnim adapterom (*Short*) i na kraju kalibrisanje sa sondom uronjenom u demineralizovanu vodu sa poznatom temperaturom (*Water*). Određivanje temperature za potrebe ovih merenja vršeno je pomoću multimetra Sanwa PC510a. Za obe sonde primenjen je isti postupak i redosled prilikom kalibracije sa tom razlikom što je u koraku *Short* za svaku sondu korišćen odgovarajući kratkospojni adapter (slika 2).

Nakon kalibracije merni sistem je spreman za određivanje permitivnosti odgovarajućih uzoraka materijala. Pripremljen i kalibrisan sistem spreman za merenje sa temperaturnom sondom prikazan je na slici 3.



a)

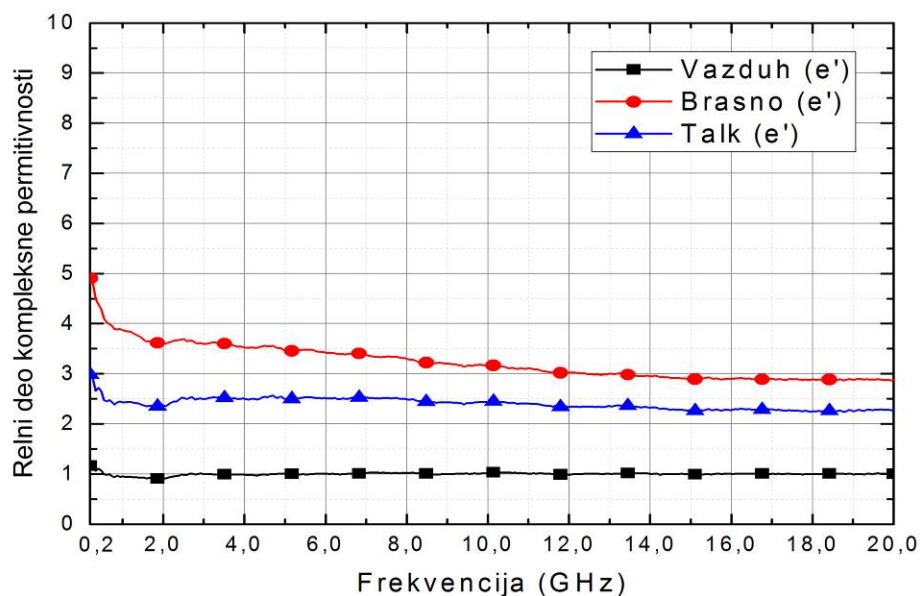


b)

Slika 3. Merna sistem za određivanje kompleksne permitivnosti na višim frekvencijama a) i uvećan detalj - temperaturna sonda uronjena u test praškasti uzorak materijala b).

Eksperimentalni rezultati

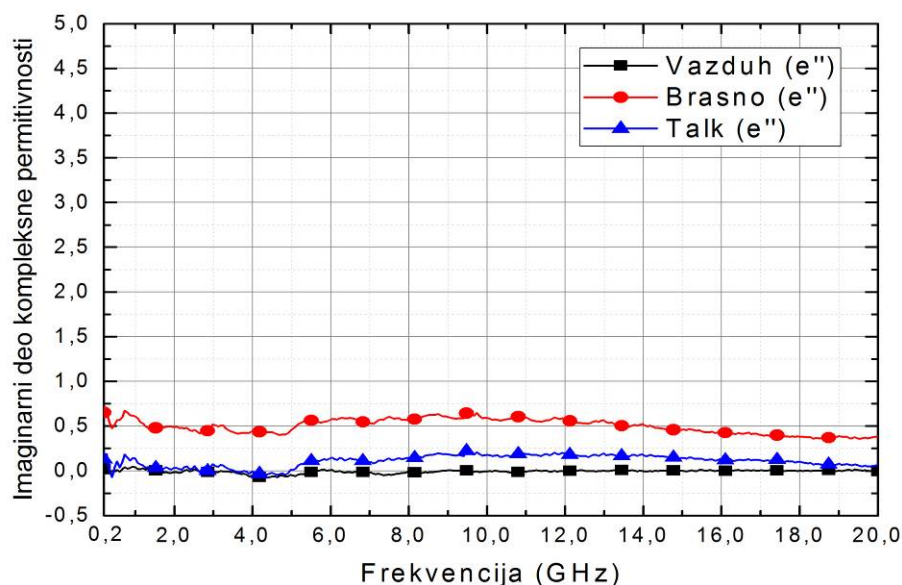
Da bi se testirao merni sistem prvo su vršena merenja praškastih materijala temperaturnom sondom. Za merni frekvencijski opseg uzet je ceo opseg koji pokriva pomenuta sonda odnosno opseg od 200 MHz do 20 GHz i to u 300 mernih tačaka. Ograničenje za merenje praškastih uzoraka materijala je to da granule moraju biti manje u prečniku od 0,3 mm (300 μ m). Poštujući pomenuto ograničenje za praškaste uzorke su uzeti materijali koji su u svakodnevnoj upotrebi a za koje postoji podatak o približnoj vrednosti permitivnosti. Prvi materijal koji je karakterisan je brašno i za njega sudeći po



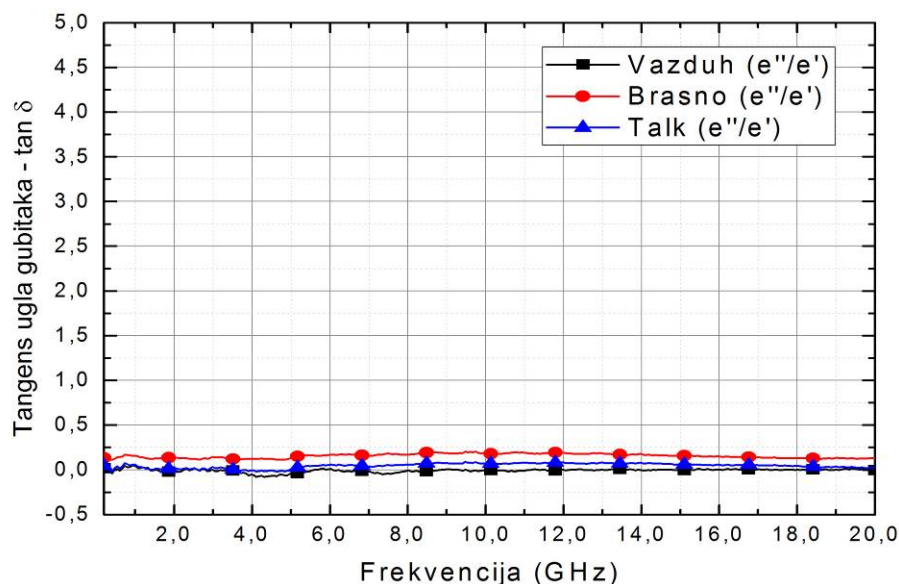
Slika 4. Karakteristike za realni deo kompleksne permitivnosti za ispitivane praškaste materijale.

literaturi [Relative dielectric constant ϵ_r (dk value) of liquids and solid materials, Endress+Hauser i Material characteristic guide.pdf, <http://www.omega.com>] treba očekivati permitivnost između 5 i 2,5 u zavisnosti od čistoće brašna. Drugi materijal koji je karakterisan je talk i njegova očekivana permitivnost je oko 3,6 [Material characteristic guide.pdf, <http://www.omega.com>]. Za sva merenja permitivnosti praškastih i tečnih materijala kao referentna karakteristika uzeta je karakteristika permitivnosti demineralizovane vode.

Sa slike 4. se može videti da dobijeni rezultati za ova dva materijala su u opsegu vrednosti koje se mogu naći u literaturi čime je potvrđena validnost merne metode. Pored realnog dela permitivnosti određen je i imaginarni deo permitivnosti kao i ugao gubitaka za merene materijale. Rezultati ovih merenja prezentovana su na slikama 5 i 6.



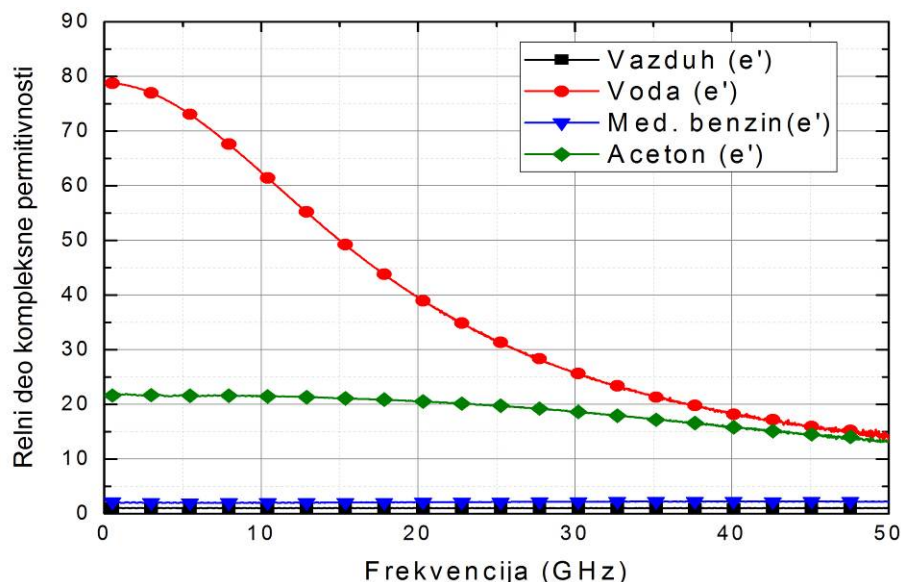
Slika 5. Karakteristike za imaginarni deo kompleksne permitivnosti za ispitivane praškaste materijale.



Slika 6. Karakteristike za tangens ugla gubitaka za ispitivane praškaste materijale.

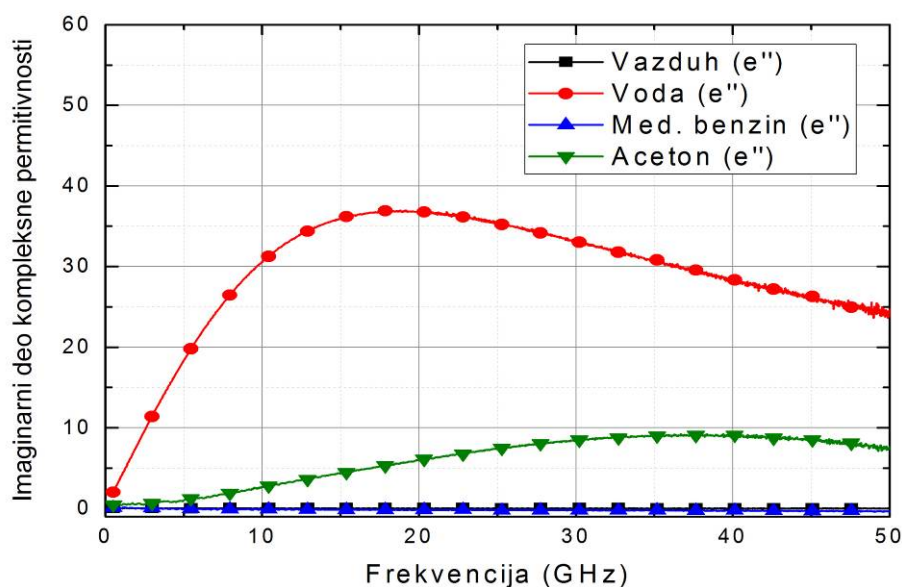
Za određivanje permitivnosti tečnih uzoraka, kao što je ranije navedeno, korišćena je *Slim* sonda. Postupak kalibracije je sproveden na identičan način kao što je opisan za temperaturnu sondu ali sa

odgovarajućim kratkospojenim adapterom. Za opseg merenja, kao i u prethodnoj karakterizaciji, je uzet celokupni frekvencijski opseg sonde odnosno opseg od 500 MHz do 50 GHz a za karakterizaciju sa *Slim* sondom broj mernih tačaka je povećan na 2000. Za merne uzorke u tečnom agregatnom stanju uzeti su sledeći materijali: demineralizovana voda (očekivana permitivnost oko 78), medicinski benzin (očekivana permitivnost oko 2,3) i aceton (očekivana permitivnost oko 20,7). Očekivane vrednosti za permitivnost tečnih uzoraka su preuzete sa [<http://www.deltacnt.com/99-00032.htm>].



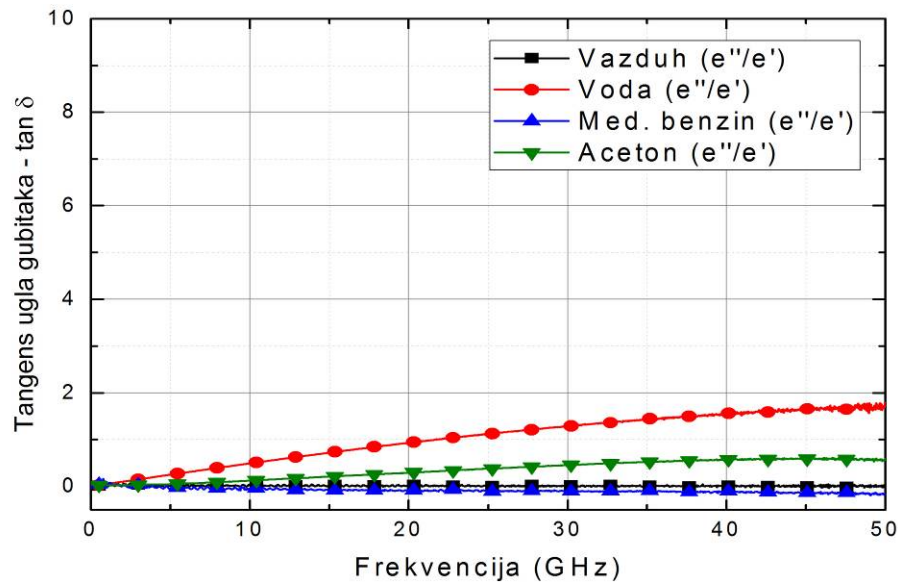
Slika 7. Karakteristike za realni deo kompleksne permitivnosti za ispitivane materijale u tečnom agregatnom stanju.

Analizom rezultata sa slike 7 može se utvrditi da su dobijene vrednosti za realni deo kompleksne permitivnosti u skladu sa očekivanim vrednostima čime je potvrđena validnost merenja tečnih uzoraka



Slika 8. Karakteristike za realni deo kompleksne permitivnosti za ispitivane materijale u tečnom agregatnom stanju.

sa *Slim* sondom. Dodatno, kao i u slučaju karakterizacije sa temperaturnom sondom, određen je i imaginarni deo kompleksne permitivnosti kao i ugao gubitaka ispitivanih materijala u tečnom agregatnom stanju. Rezultati ovih karakterizacija dati su na slikama 8 i 9.



Slika 9. Merna postavka za određivanje kompleksne permeabilnosti na višim frekvencijama a) i primenjeni koaksijalni držač b)

Mogućnosti predstavljene merne metode

U ovom tehničkom rešenju je prikazana metoda za određivanje kompleksne permitivnosti dielektričnih materijala u praškastom obliku i u tečnom agregatnom stanju. Novina se ogleda u karakterizaciji materijala u širokom frekvencijskom opsegu mrežnog analizatora, elektronskog kalibratora, koaksijalnih sonde i programskog alata za automatizaciju merenja. Karakterizacija materijala je vršena na sobnoj temperaturi. U zavisnosti od primenjene sonde merni opseg je: za temperaturnu sondu 200 MHz do 20 GHz i za *Slim* sondu od 500 MHz do 50 GHz. Ova metoda omogućava brzo i precizno merenje kao i prikaz karakteristike permitivnosti u celokupnom frekvencijskom opsegu.

Merni uzorci za određivanje kompleksne permitivnosti materijala na visokim frekvencijama moraju biti oko sonde minimum 2-3 mm i ispod sonde barem 5 mm. Ovo ograničenje za debljinu „sloja“ oko i ispod sonde mora biti ispunjeno i za praškaste i za tečne uzorke ispitivanih materijala.

Prikazana metoda karakterizacije je testirana na praškastim materijalima brašno i talk, i to korišćenjem temperaturne koaksijalne sonde. Za materijale u tečnom agregatnom stanju uzete su sledeće tečnosti: demineralizovana voda, aceton i medicinski benzin. Za tečne uzorke korišćena je *Slim* sonda. Dobijeni rezultati za obe vrste uzoraka, odnosno za obe vrste sonde, su u saglasnosti sa okvirnim vrednostima koje su preuzete iz literature.

Dalji razvoj ove metode podrazumeva određivanje permitivnosti materijala u raznim agregatnim stanjima na povišenim temperaturama sredine.

Nova Metoda za određivanje kompleksne permitivnosti praškastih i tečnih dielektričnih materijala u frekvencijskom opsegu od 500 MHz do 50 GHz razvijena je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, u okviru tekućeg projekta br. III-45021 kod Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Štampano –2015.



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

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

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМИ
МЕЊАДМЕНТА
СЕРТИФИКОВАНО ОД:



Наш број: _____

Ваш број: _____

Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, на 1. редовној седници одржаној дана 01.10.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 12.2.5: У циљу верификације новог техничког решења предлажу се рецензенти:

- Др Мирослав Лазић, ИРИТЕЛ Београд
- Др Мирољуб Луковић, Институт за мултидисциплинарна истраживања, Београд

МЕТОДА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ КОМПЛЕКСНЕ ПЕРМИТИВНОСТИ ПРАШКАСТИХ И ТЕЧНИХ ДИЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА У ФРЕКВЕНЦИЈСКОМ ОПСЕГУ ОД 500 MHz ДО 50 GHz

Аутори: Нелу Блаж, Милица Кисић, Мирјана Дамњановић, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник



Проф. др Рале Дорословачки

RECENZIJIA PREDLOŽENOG TEHNIČKOG REŠENJA

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma
za pisanje tehničkog rešenja

Prototip:

Metoda za određivanje kompleksne permitivnosti praškastih i tečnih dielektričnih materijala u frekvencijskom opsegu od 500 MHz do 50 GHz

Broj projekta: III - 45021

Rukovodilac projekta: prof. dr Vladimir Srdić

Odgovorno lice: Nelu Blaž

Autori: Nelu Blaž, Milica Kisić, Mirjana Damnjanović, Ljiljana Živanov,
Fakultet tehničkih nauka (FTN), Novi Sad;

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja III - 45021

Godina: 2015

Primena: 01.11.2015.

Realizatori: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Korisnici: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Podtip rešenja: M85 - Nova merna metoda.

Obrazloženje

U ovom tehničkom rešenju je prikazana metoda za određivanje kompleksne permitivnosti dielektričnih praškastih i tečnih materijala. Novina se ogleda u karakterizaciji dielektričnih materijala pomoću analizatora mreža, koksijalnih sonde i programskog alata za automatizaciju merenja na frekvencijama do 50 GHz.

Merna metoda uključuje analizator mreža Agilent PNA N5230A, elektronskog kalibracionog kita N4693A, spreznog visokofrekventnog koaksijalnog kabla, sonde sa pratećom opremom, Dielektričnog kita Agilent 85070E i programskog alata. Merna metoda za određivanje permitivnosti materijala se zasniva na postupku gde se sonda uranja u ispitivanu tečnost ili praškasti materijal. Polje na završetku sonde prodire u ispitivani materijal i menja se u dodiru sa njim. Reflektovani signal (S_{11}) može se izmeriti i povezati sa ϵ_r^* .

Metoda koja je prikazana u ovom tehničkom rešenju demonstrirana je na praškastim dielektričnim uzorcima (brašno i talk) i tečnim uzorcima (demineralizovana voda, aceton i medicinski benzin) i dobijeni rezultati su pokazali dobro slaganje sa podacima koji se mogu naći u literaturi. Prikazana metoda je primenljiva za određivanje kompleksne primitivnosti i na drugim dielektričnim uzorcima pod uslovom da mogu da naprave omotač oko sonde od 2-3 mm i debljinu sloja ispod sonde od barem 5 mm.

U tehničkom rešenju prikazano je da sistem pored određivanja realnog dela kompleksne permitivnosti ispitivanih uzoraka može da odredi i imaginarni deo kompleksne permitivnosti kao i tangens ugla gubitaka testiranih materijala. Sve veći broj komponenti i senzora se pravi od materijala dobijenih od nanočestičnog praha. Kako osobine sinterovanih uzoraka zavise od veličine nanočestica praha to karakterizacija prahova dobija veoma na značaju.

Nova metoda za određivanje kompleksne permitivnosti praškastih i tečnih dielektričnih materijala u frekventijskom opsegu od 500 MHz do 50 GHz razvijena na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, u okviru tekućeg projekta br. III-45021 kod Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

U Beogradu,

22.10.2015.

Recenzent:



Dr Miroslav Lazić
IRITEL A.D, Beograd

RECENZIJIA PREDLOŽENOG TEHNIČKOG REŠENJA

Predmet: Mišljenje o ispunjenosti kriterijuma
za pisanje tehničkog rešenja

Merna metoda:

Metoda za određivanje kompleksne permitivnosti praškastih i tečnih dielektričnih materijala u frekventnom opsegu od 500 MHz do 50 GHz

Broj projekta: III - 45021

Rukovodilac projekta: prof. dr Vladimir Srdić

Odgovorno lice: Nelu Blaž

Autori: Nelu Blaž, Milica Kisić, Mirjana Damjanović, Ljiljana Živanov,
Fakultet tehničkih nauka (FTN), Novi Sad;

Razvijeno: u okviru projekta tehnološkog razvoja III - 45021

Godina: 2015

Primena: 01.11.2015.

Realizatori: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Korisnici: Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

Podtip rešenja: M85 - Nova merna metoda.

Obrazloženje

Problem koji se tehničkim rešenjem rešava je sledeći: Razvijena je i optimizovana metoda za određivanje kompleksne permitivnosti u širokom frekventnom opsegu (200 MHz - 50 GHz). Metoda uključuje sistem koji se sastoji iz mernog instrumenta, elektronskog kalibratora, koksijalnih kablova i sonde, kao i odgovarajućeg programskog alata.

Karakteristike predloženog tehničkog rešenja su sledeće: Merni sistem, koji se sastoji od vektorskog analizatora mreža Agilent PNA N5230A, elektronskog kalibracionog kita N4693A, spreznog visokofrekventnog koaksijalnog kabla i programskog alata omogućavaju brzo i precizno određivanje kompleksne permitivnosti materijala. Pre početka karakterizacije materijala merni sistem je potrebno kalibrisati i to se vrši uz pomoć kratkospojenog adaptera, posude sa demineralizovanom vodom i termometra za određivanje temperature demineralizovanom vode. Merni opseg sistema je u zavisnosti od primenjene

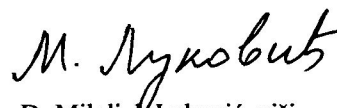
sonde od 500 MHz za *Slim* sondu (odnosno 200 MHz za temperaturnu sondu) do 50 GHz za *Slim* sondu (odnosno 20 GHz za temperaturnu sondu). Prikazane su dva tipa merenja sa 300 i 2000 tačaka u mernom opsegu. Merni uzorci za određivanje kompleksne permitivnosti materijala na visokim frekvencijama moraju biti oko sonde minimum 2-3 mm i ispod sonde barem 5 mm. Ovo ograničenje za debljinu „sloja“ oko i ispod sonde mora biti ispunjeno i za praškaste i za tečne uzorke ispitivanih materijala.

Mogućnosti primene predloženog tehničkog rešenja su sledeće: Prikazana metoda karakterizacije je testirana na praškastim materijalima brašno i talk, i to korišćenjem temperaturne koaksijalne sonde. Za materijale u tečnom agregatnom stanju uzete su sledeće tečnosti: demineralizovana voda, aceton i medicinski benzin. Za tečne uzorke korišćena je *Slim* sonda. Dobijeni rezultati za obe vrste uzoraka, odnosno za obe vrste sondi, su u saglasnosti sa okvirnim vrednostima koje su preuzete iz literature.

Nova metoda za određivanje kompleksne permitivnosti praškastih i tečnih dielektričnih materijala u frekvencijskom opsegu od 500 MHz do 50 GHz razvijena na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, u okviru tekućeg projekta br. III-45021 kod Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

U Beogradu,
21.10.2015.

Recenzent:



Dr Miloljub Luković, viši
naučni saradnik

Institut za multidisciplinarna
istraživanja, Beograd



УНИВЕРЗИТЕТ
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

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

ИНТЕГРИСАН
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-11-26

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 5. редовној седници одржаној дана 25.11.2015. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 17. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 17.2.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење под називом:

17.2.5. Назив техничког решења:

МЕТОДА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ КОМПЛЕКСНЕ ПЕРМИТИВНОСТИ ПРАШКАСТИХ И ТЕЧНИХ ДИЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРИЈАЛА У ФРЕКВЕНЦИЈСКОМ ОПСЕГУ ОД 500 MHz ДО 50 GHz

Аутори: Нелу Блаж, Милица Кисић, 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