



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: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАНИ
СИСТЕМ
МЕНАДЖМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-01-20

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 31. редовној седници одржаној дана 26.11.2014. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

Тачка 12.1. Верификација нових техничких решења и именовање рецензената

Тачка 12.1.13: У циљу верификације новог техничког решења усвајају се рецензенти:

- Др Дана Васиљевић-Радовић, научни саветник, ИХТМ-Београд
- Др Катарина Радуловић, научни саветник, ИХТМ-Београд

Назив техничког решења:

НОВЕ КОНФИГУРАЦИЈЕ ЕМИ ПОТИСКИВАЧА КОЈИ СУ РЕАЛИЗОВАНИ ПОМОЋУ МЕШОВИТОГ СНОПА $Mn-Zn$ ФЕРИТНИХ ЦЕВЧИЦА

Аутори техничког решења: Милољуб Луковић, Нелу Блаж, Марија Весна Николић, Обрад Алексић, Љиљана Живанов.

-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; Централa: 021 485 2000
Рачуноводство: 021 458-220; Студентска служба: 021 6350-763
Телефакс: 021 458-133; e-mail: ftndean@uns.ac.rs

ИНТЕГРИСАН
СИСТЕМ
МЕНАџМЕНТА
СЕРТИФИКОВАН ОД:



Наш број: 01.сл

Ваш број:

Датум: 2015-01-05

ИЗВОД ИЗ ЗАПИСНИКА

Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Новом Саду, на 33. седници одржаној дана 24.12.2014. године, донело је следећу одлуку:

-непотребно изостављено-

ТАЧКА 13. Питања научноистраживачког рада и међународне сарадње

Тачка 13.1.16.: На основу позитивног извештаја рецензената верификује се техничко решење под називом:

Назив техничког решења:

НОВЕ КОНФИГУРАЦИЈЕ ЕМИ ПОТИСКИВАЧА КОЈИ СУ РЕАЛИЗОВАНИ ПОМОЋУ МЕШОВИТОГ СНОПА Mn-Zn ФЕРИТНИХ ЦЕВЧИЦА

Аутори техничког решења: Милољуб Луковић, Нелу Блаж, Марија Весна Николић, Обрад Алексић, Љиљана Живанов.

-непотребно изостављено-

Записник водила:

Јасмина Димић, дипл. правник

Тачност података оверава:
Секретар

Иван Нешковић, дипл. правник

Декан

Проф. др Раде Дорословачки

Нови индустријски прототип: Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Милољуб Д. Луковић

Аутори: Милољуб Д. Луковић, Марија В. Николић, Обрад С.Алексић

Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београ

Нелу В. Блаж, Љиљана Живанов

Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2012.- 2014.

Примена: децембар 2014.

Кратак опис

Нове класе Mn-Zn феритних језгара у групи за ЕМИ заштиту је формирана коришћењем мешовитог снопа феритних цевчица. Примар има пола намотаја односно кабл кроз централну цев, а секундарни намотаји су смештени кроз централну и периферне цевчице. Импеданса је мерена у опсегу од 1-1000 MHz за различите примене у ЕМИ заштити.

Техничке карактеристике:

Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу снопа Mn-Zn феритних цевчица за ЕМИ заштиту зависе од: конструкције, броја намотаја, састава и структуре феритног материјала за језгро. ЕМИ филтри реализовани помоћу снопа MnZn феритних цевчица достижу импедансу вредности 534-1054 Ω на учестаностима 365-675 MHz, имају малу једносмерну отпорност па пропуштају једносмерне струје до 1А. Потискивање сметњи у радном опсегу износи 10-20 dB.

Техничке могућности:

ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица се могу користити за различите фреквентне опсеге променом броја цевчица као и променом попречних пресека цевчица и начин и број намотаја кроз те цевчице што чини секундар.

Реализатори:

Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Београд

Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад

ИХИС-Магнети, Београд

Корисници:

ИХИС-Магнети, Београд

Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Београд

Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад

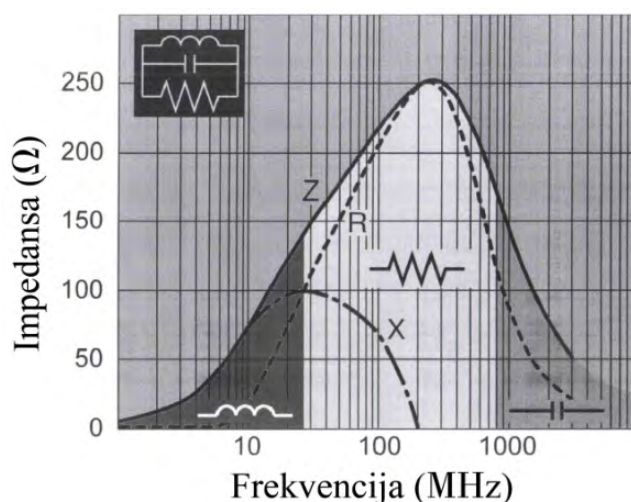
Подтип решења:

Нови индустријски прототип уведен у производњу (M82)

Стање у свету

Електромагнетне сметње, (у даљем тексту EMI - *ElectroMagnetic Interference*) су било која непожељна електромагнетска емисија, електричних или електронских поремећаја, вештачких или природних, који изазива нежељене реакције, квар или смањење перформанси електричних уређаја. Феритне перле користе ефекат расипања високофреквентних струја у феритној керамици за смањивање високофреквентних шума. Такве феритне перле називају се и блокови, језгра, ЕМИ филтри или чоке.

ЕМИ потискивачи потискују импULSE назрaчене на проводне линије у рачунарима, мобилној телефонији, радио и ТВ уређајима, аутоматици, ауто-електроници и другим областима примене. Производе свуда у себи свету (TDK, Murata, Samsung, Ceratech, Philips, Infineon, Steward).



Слика 1. Зависност импедансе ЕМИ потискивача од промене фреквенције

Принцип потискивања ЕМИ сметњи заснива се на повећању импедансе са повећањем фреквенције индуктора тј. примене MnZn ферита до неке границе реда 100 MHz када релативна магнетна пермеабилност нагло опадне са вредности од 10^3 на вредности испод 10. За фреквенције веће од 100 MHz, доминантан је скин ефекат који стално расте са фреквенцијом јер се дубина продирања сигнала у метални слој стално смањује са фреквенцијом. Међутим за фреквенције изнад 800 MHz па до неколико GHz доминантни ефекат постаје провођење капацитивности између намотаја што обара вредност од свега неколико ома (као на слици 1).

Живот савременог човека пуно зависи од електронских система који користе електромагнетни спектар тако да његова заштита је од интереса за све нас. Електромагнетне сметње уводе нежељене напоне и струје у електронска кола. Неки електрични уређаји могу уносити сметње у околину електромагнетним зрачењем и преко каблова за напајање. Из наведених разлога постоји потреба за константним усавршавањем и редизајном постојећих ЕМИ потискивача као и за проналажењем нових врста ЕМИ потискивача са што бољим карактеристикама.

Постоји више врста магнетних материјала, али су само феромагнетски и феримагнетски материјали од важности у технологији, јер се лако могу намагнетисати релативно slabим пољем. Ферит је у суштини керамички материјал који у себи комбинује отпорност изолаторских материјала са релативно великом пермеабилношћу. Легуре ферита које се највише користе су MnZn и NiZn. Ови материјали имају велику унутрашњу отпорност и способност да се брзо намагнетишу. MnZn се користи на нижим фреквенцијама.

Познавање магнетне пермеабилности феритних материјала је веома важно приликом дизајнирања и одабира материјала за израду електронских компоненти. Индуктивност индуктора са феритним језгром не зависи само од броја или геометрије навојака већ и од пермеабилности феритног језгра. Постоје различите методе за одређивање пермеабилности. Најчешће коришћена метода за одређивање пермеабилности материјала јесте трансмисиона / рефлексiona метода.

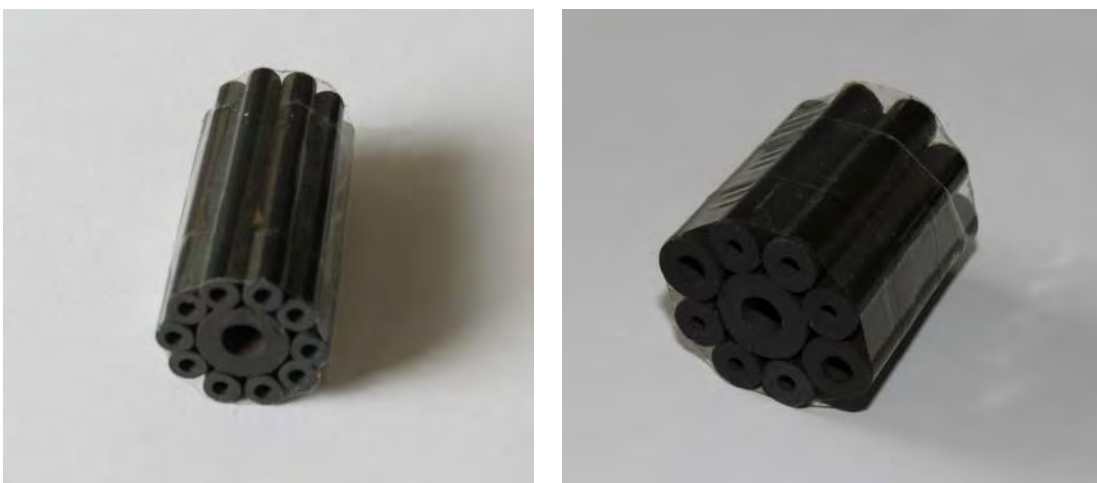
ЕМИ потискивачи раде као нископропусни филтри који блокирају сигнале на фреквенцијама изнад жељеног опсега фреквенција у циљу смањења електромагнетног шума. Феритни ЕМИ потискивачи за енергетске каблове направљени су у виду цилиндра од феритних језгара са најмање једним отвором за проводнике и са најмање пола навоја. Они су познати као рукав језгра (sleeve cores) или подељена тороид језгра (split toroid cores). Феритни ЕМИ потискивачи се производе широм света и примењују у електроници и телекомуникацијама.

Од окарактерисаног материјала (М-30, ИХИС-Магнети) реализоване су нове конфигурације ЕМИ потискивача помоћу мешовитог снопа MnZn феритних цевчица (сл. 2.). Мешовити снопови цевчица имају улогу да се кроз њих поставе секундарни намотаји који се после могу спрегнути тако да побољшају карактеристике самих језгара односно да ЕМИ потискивачи имају већу импедансу на жељеним фреквенцијама. Конфигурације секундарних намотаја који су тестиране приказане су на слици 8.

ЕМИ феритни пригушивачи се широко примењују као заштитни склопови на кабловима у телекомуникацијама, рачунарима, војним уређајима као и у кућним апаратима. Мања језгра се користе за уређаје мањих снага односно каблове мањих пречника, док већа језгра се користе на кабловима који имају већу снагу у енергетици. У првом типу ЕМИ потискивача централна цев је окружена мањим цевчицама, док је у другом централна цев окружена са цевчицама различитих пречника.

Комерцијални Mn-Zn феритни прах (М-30, IHIS Ferit) је коришћен за производњу феритних цеви дужине 40 mm, са различитим димензијама пречника спољашњи/унутрашњи, као што су: 13.6/6.3; 10/4.5 и 7.9/2.5 mm. Први тип ЕМИ потискивача је формиран од феритне централне цеви (спољни / унутрашњи пречник 13.6/6.3 mm) са десет малих цеви (спољни / унутрашњи пречник 7.9/2.5 mm) око њега. Други ЕМИ потискивач (тип Б) се састоји од централне феритне цеви (спољни / унутрашњи пречник 13.6/6.3 mm), две цеви пречника средњи (спољни / унутрашњи пречник 10/4.5 mm), и по три мале цеви (спољни / унутрашњи пречник 7.9/2.5 mm) између њих, као што је приказано на слици 2.

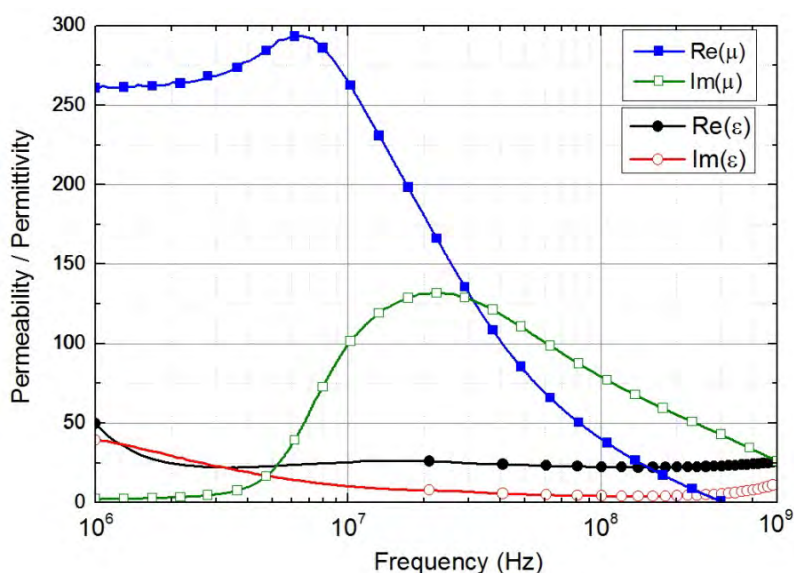
Електромагнетни спектар је природни извор који се веома много користи и изучава, и зато нове технологије иду ка све вишим фреквенцијама. Модеран живот јако зависи од система који користе електромагнетни спектар и његова заштита је од великог значаја. Зато постоји потреба за константним усавршавањем и редизајном постојећих ЕМИ потискивача као и за проналажењем нових врста ЕМИ потискивача.



Сл. 2. Мешовити снопови Mn-Zn феритних цевчица - ЕМИ потискивачи

Анализе и мерења карактеристика Mn-Zn феритних цевчица

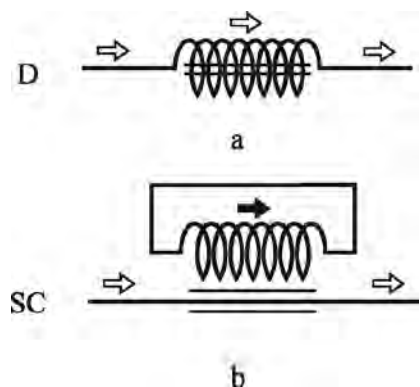
Једна од најзначајнијих карактеристика феритних материјала јесте пермеабилност. Пермеабилност феритних материјала није константна већ њена вредност варира са променом фреквенције а с обзиром да се феритни материјали користе на различитим фреквенцијама неопходно је познавати вредност пермеабилности у широком фреквентном опсегу. Са друге стране пошто се феритни материјали користе углавном на вишим фреквенцијама неопходно је познавати комплексну вредност пермеабилности у широком фреквентном опсегу. Мерење комплексне пермитивности је извршено помоћу анализатора импедансе HP4191A коришћењем капацитивне методе. Резултати мерења и прорачуна су дати на слици 3.



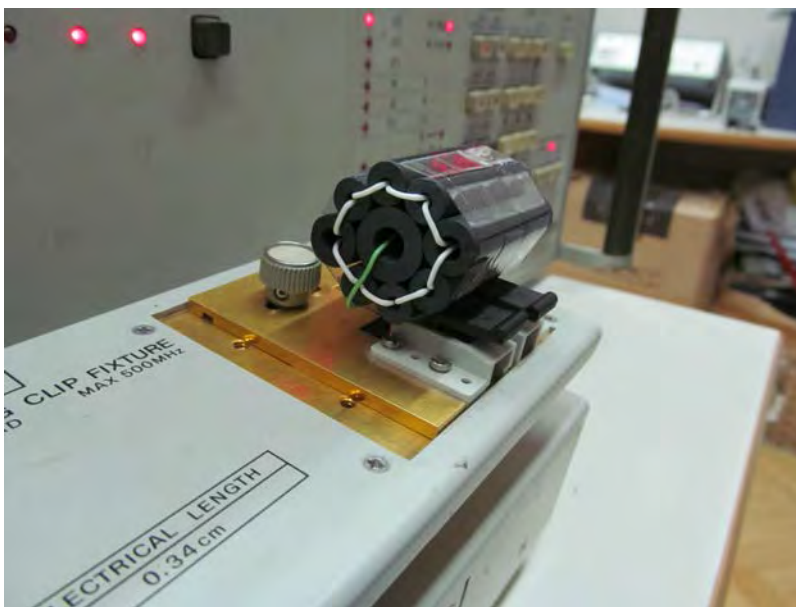
Сл. 3. Измерене вредности за комплексну пермеабилност и пермитивност
 $Mn_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4$ ферита

Коришћена су два принципа за реализацију нових типова ЕМИ потискивача помоћу мешовитог снопа феритних MnZn цевчица: 1. Директан 2. Трансформаторски/краткоспојени секундар (електричне шеме дате су на слици 4).

Директно потискивање је принцип који је реализован са 1/2 намотаја жице кроз централну феритну цевчицу (сл. 4а), као и кроз све цеви у снопу. Трансформаторски / кратко спојени секундар је принцип који је реализован са 1/2 намотаја жице кроз централну феритну цев и са различитим конфигурацијама краткоспојених секундара (сл. 4б).



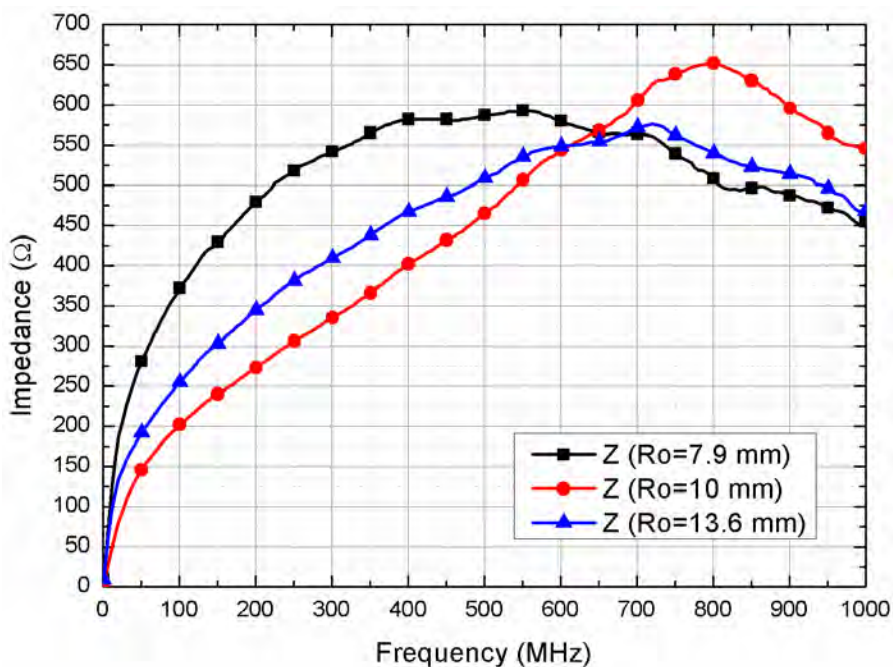
Сл. 4. Електричне шеме потискивача реализованих помоћу снопа феритних цевчица:
 (а) директно потискивање примарним намотајем
 (б) потискивање трансформаторског типа користећи краткоспојени секундар



Сл.5. Уређај за мерење импедансе нових конфигурација ЕМИ потискивача у снопу – конфигурација (SC-6)

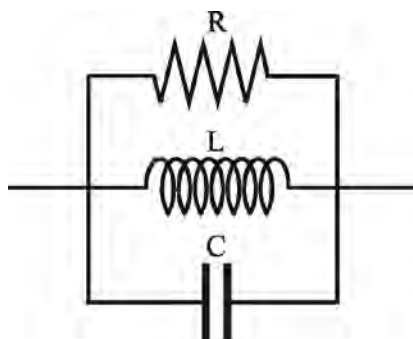
Импеданса ЕМИ потискивача нових конфигурације који су реализоване помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица мерена је у опсегу до 1000 MHz на анализатору импедансе HP 4191A као што је приказано на слици 5.

У овом техничком решењу су приказана два типа ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица. Коришћене су три врсте цевчица (унутрашњи/спољашњи пречник цеви), а истих дужина. Добијени резултати за појединачне цевчице приказане су на слици 6.



Сл. 6. Дијаграми импеданса/фреквенција за три димензије MnZn феритних цевчица различитих пречника. Спољашњи пречник феритних цеви: I-7,9 mm, II-10 mm и III-13.6 mm, а све цеви су дужине 40 mm.

У случају једне феритне цеви, еквивалентна електрична шема може да се апроксимира као паралелно R, L, C коло слика 7.



Сл.7. Еквивалентна електрична шема за једну феритну цевчицу: паралелно R, L, C - коло

Користећи ову шему, импеданса Z за феритну цев може да се израчуна на следећи начин:

$$Z = (R \parallel j\omega L) \parallel (1/j\omega C), \quad (1)$$

$$Z = 1/G = 1/(1/R + 1/j\omega L + j\omega C). \quad (2)$$

Евидентно је (слика 6.) да се појединачне феритне цевчице понашају као широкопојасни ЕМИ филтри и то је био разлог да се формирају нове конфигурације ЕМИ филтара помоћу мешовитог снопа феритних цевчица. Импеданса Z ЕМИ филтара у снопу једнака је збиру појединачних импеданси за сваку феритну цев. Фактор γ представља зависност између централне цеви у односу на спољашње цеви, а δ - фактор између спољашњих цеви. Централна цев има импедансу која је означена са Z_0 па се укупна импеданса може дефинисати:

$$Z = Z_0 + \gamma_0 \sum Z_n + \delta_0 \sum Z_{ij}. \quad (3)$$

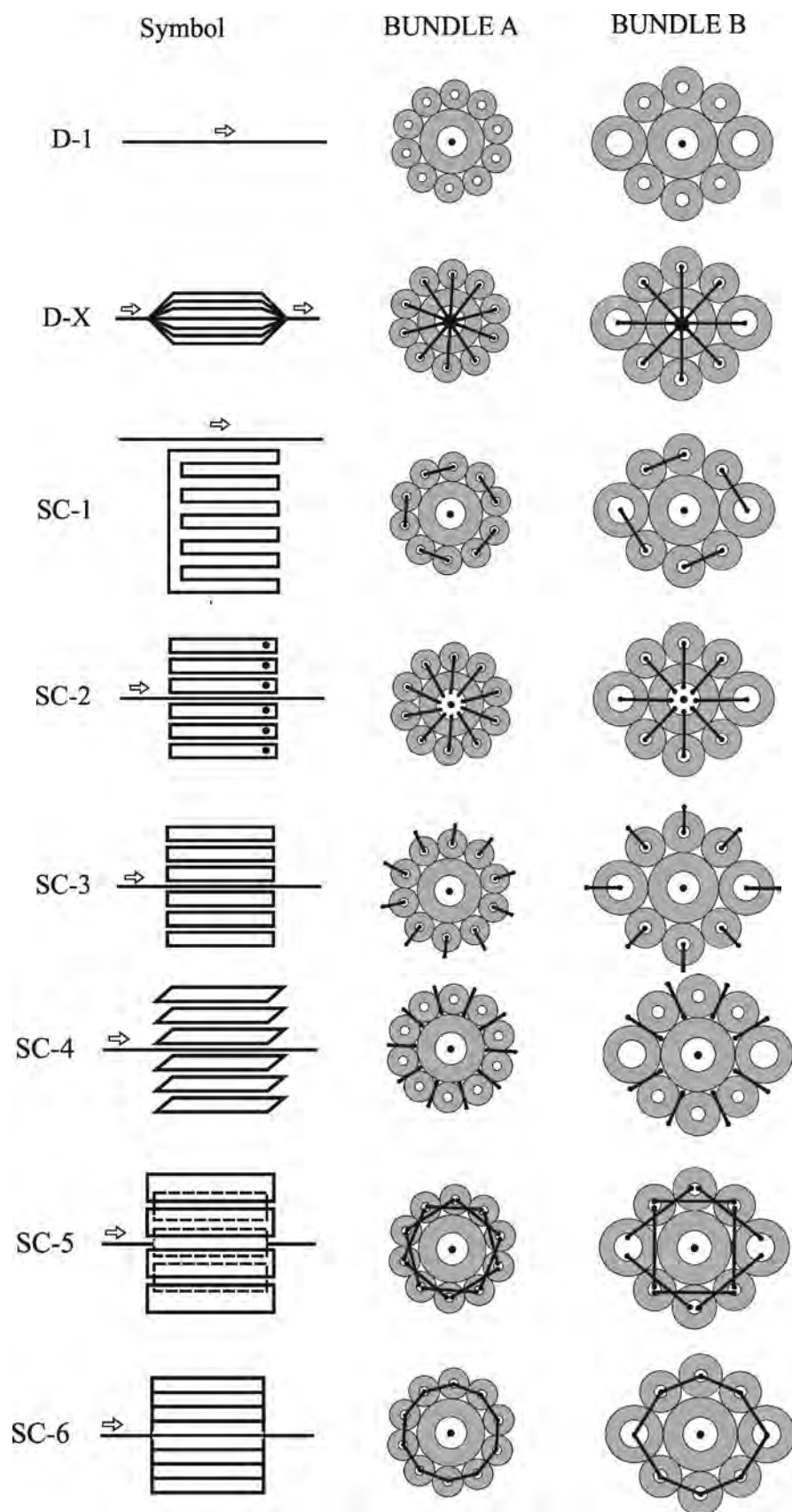
ЕМИ филтри Б-типа садрже три величине феритних цевчица па на укупну вредност импедансе таквих ЕМИ потискивача утичу и нови коефицијенти γ_{01} и γ_{02} као и коефицијенти δ_{01} и δ_{02} . Због две различите величине спољашњих цевчица имамо коефицијенте: δ_{22} , δ_{23} и δ_{33} .

Директан принцип потискивања D је реализован са две конфигурације. Први (D-1) је конфигурација која је реализована са 1/2 навоја кроз централну цев док конфигурација (D-11 и D-9) има 11 односно 9 паралелних 1/2 навоја кроз све феритне цевчице. Еквивалентна електрична шема је дата на слици 8. Импеданса Z у овом случају може да се апроксимира са следећом једначином:

$$Z \approx Z_0 \parallel Z_1 \parallel Z_2 \dots \dots \parallel Z_n, \quad (4)$$

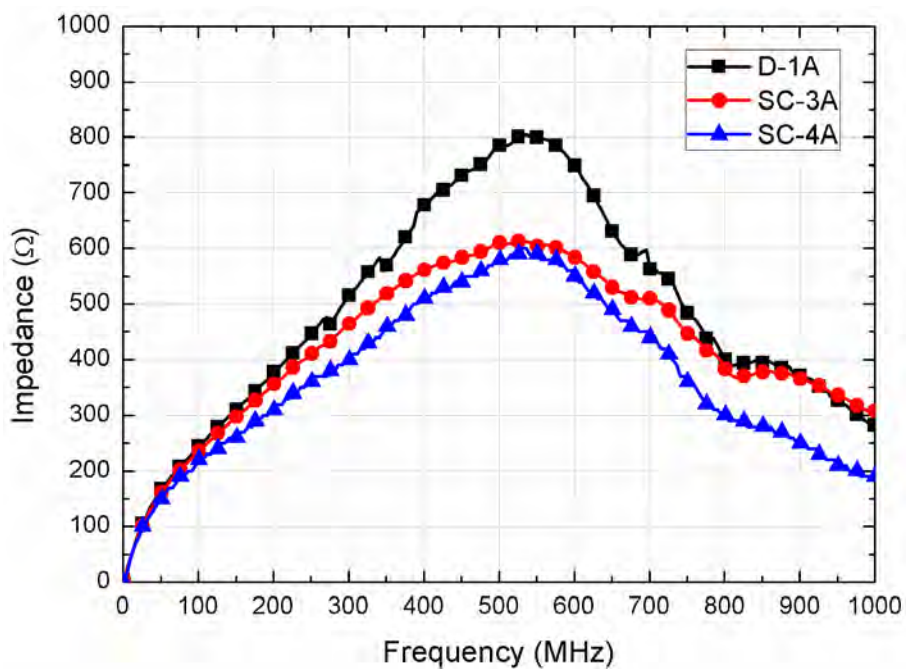
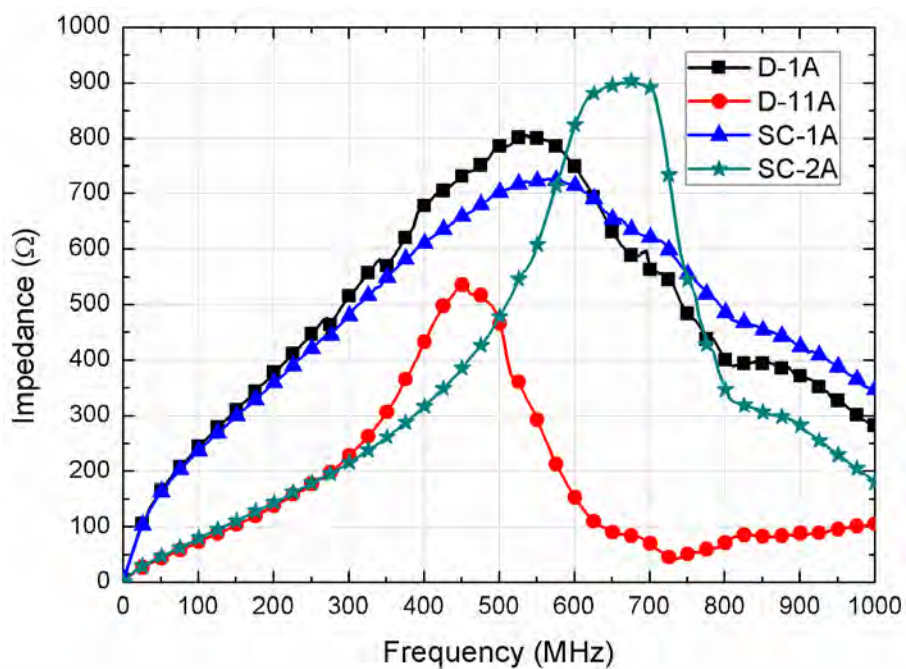
$$Z \approx 1/G = 1/(1/Z_0 + 1/Z_1 + 1/Z_2 \dots \dots 1/Z_n). \quad (5)$$

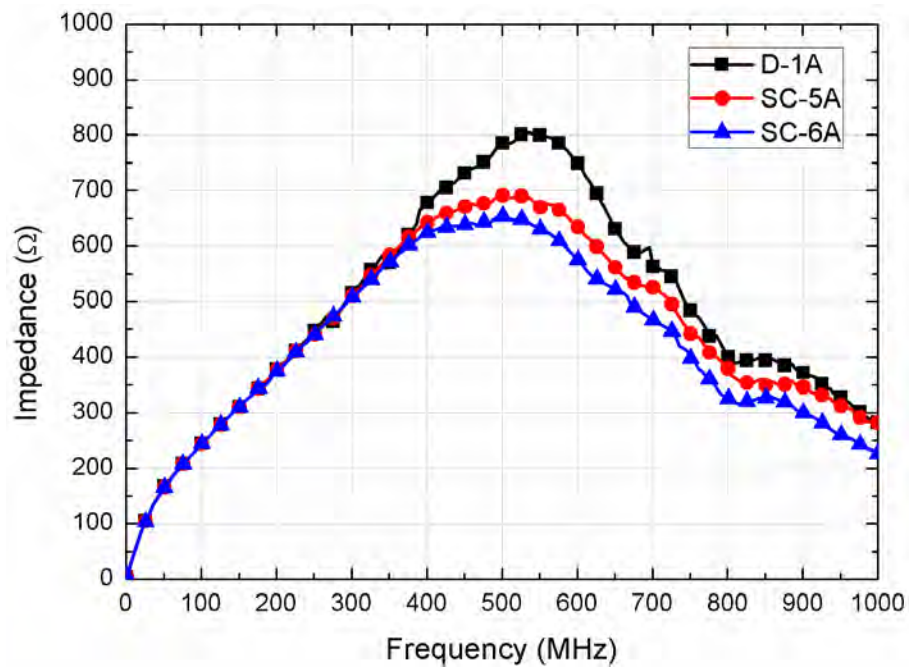
ЕМИ потискивачи реализовани помоћу снопа различитих феритних цевчица типа SC: потискивање трансформаторског типа/краткоспојени секундар реализован је са шест конфигурација у којима је секундар на различите начине краткоспојен као што је приказано на слици 8. Прва конфигурација SC-1 је меандар конфигурација где се са једном жицом пролази кроз спољашње цеви односно секундар и на крају се та жица краткоспоји. SC-2 конфигурација има највеће магнетно дејство између примарне цеви и секундарних цеви. Ова конфигурација је реализована тако што сваки појединачни намотај пролази кроз централну и секундарну цев респективно. Трећа конфигурација SC-3 састоји се од спољашњих краткоспојених секундара, за сваку цев посебан намотај. SC-4 формирани су оквири за секундарне цевчице. Конфигурација SC-5 је у облику ланца, а SC-6 је у облику кавеза. Измерне су максималне вредности импедансе (Z_m) и фреквенција при том максимуму (F_m) као и ширина фреквентног опсега на $0,707 \cdot Z_m$ (Δf). Резилтати су дати у табели 1.



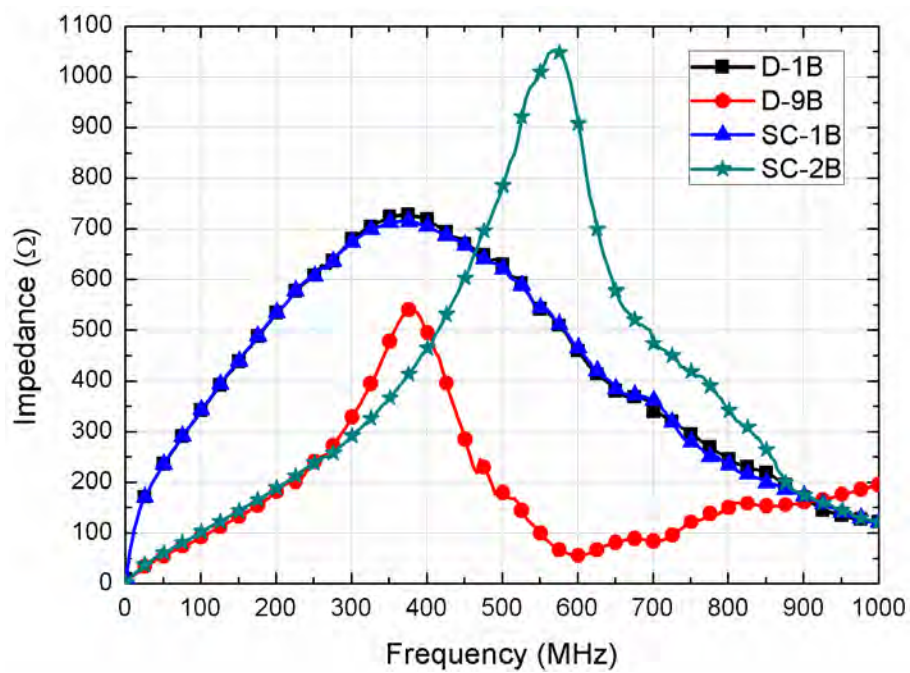
Сл. 8. Различите конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани мешовитим снопом феритних цевчица.

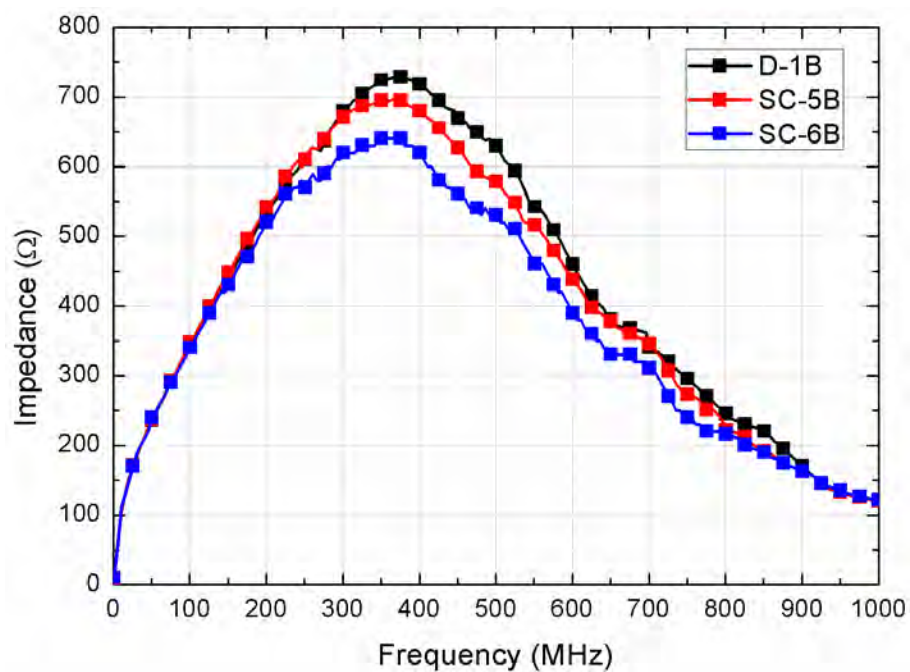
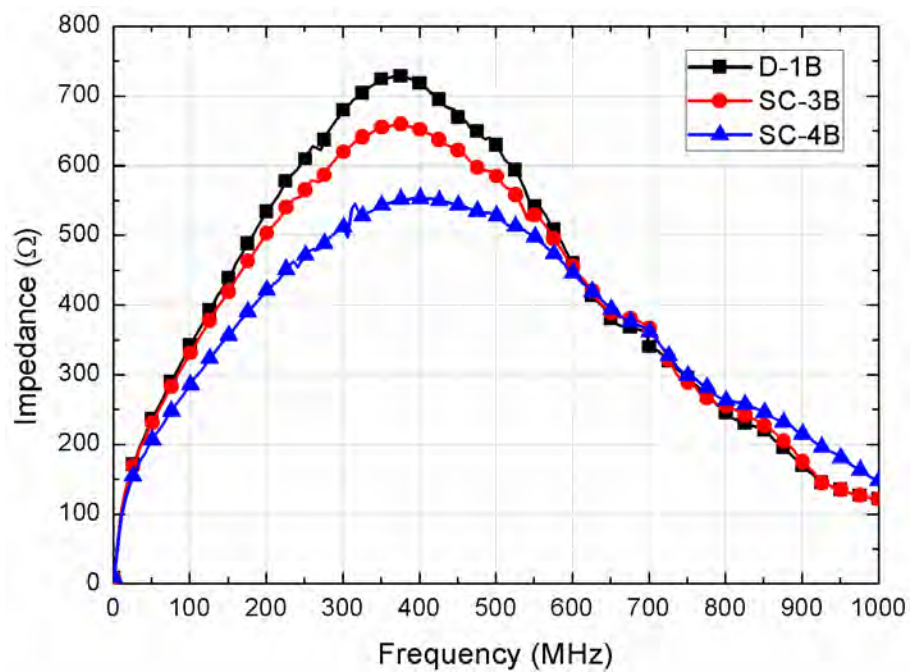
Измерене импедансе Z за ЕМИ потискиваче у функцији од фреквенције за оба типа А и В дате су на сликама 9. и 10., за све конфигурације од D-1 до SC-6. Вредности импедансе (Z_m) и фреквенција при том максимуму (F_m) као и ширина фреквентног опсега на 0,707 од Z_m (Δf) дати су у табели 1.





Сл.9. Импеданса Z за ЕМИ потискиваче типа A у мешовитом снопу у зависности од фреквенције за све конфигурације од $D-1$ до $SC-6$





Сл.10. Импеданса Z за ЕМИ потискиваче типа В у мешовитом снопу у зависности од фреквенције за све конфигурације од D-1 до SC-6

ТАБЕЛА 1 ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица			
Директни	Z_m [Ω]	F_m [MHz]	Δf [MHz]
D-1A	804	535	333-700
D-11A	534	451	358-541
Трансф./краткоспојени	Z_m [Ω]	F_m [MHz]	Δf [MHz]
SC-1A	725	565	234-936
SC-2A	985	675	571-729
SC-3A	613	526	277-764
SC-4A	600	533	277-740
SC-5A	692	500	289-727
SC-6A	653	500	267-707
Директни	Z_m [Ω]	F_m [MHz]	Δf [MHz]
D-1B	730	374	191-570
D-9B	540	376	320-429
Трансф./краткоспојени	Z_m [Ω]	F_m [MHz]	Δf [MHz]
SC-1B	717	365	185-575
SC-2B	1054	570	491-619
SC-3B	659	372	177-592
SC-4B	553	393	177-656
SC-5B	697	366	175-567
SC-6B	640	365	162-567

Као главни задатак нових конфигурација ЕМИ потискивача реализованих помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица за ЕМИ заштиту је потискивање ЕМИ сметњи за различите фреквентне опсеге. Планирано је да се са Mn-Zn феритним цевчицама у групи покрије доњи ЕМИ фреквентни опсег за енергетске конекторе. Резултати који су добијени на новим ЕМИ потискивачима дати су у табели 1.

ЕМИ потискивачи реализовани различитим конфигурацијама користећи мешовити сноп (групу) Mn-Zn феритних цевчица (табела 1.) показују сличне карактеристике у односу на комерцијалне феритне потискиваче са максималним вредностима импедансе 500-1000 Ω у MHz фреквентном опсегу. Разлика је у томе што се максималне вредности импедансе Z_m крећу од 365-675 MHz у зависности од врсте конфигурације потискивача (директни, трансформаторски /краткоспојени секундар). Друга разлика је у ширини опсега потискивача (фреквентни опсег) који је одређен од максималне импедансе Z_m на $(0,707 \cdot Z_m)$ и тако се израчуна Δf [MHz].

Измерене максималне вредности импедансе (Z_m) и фреквенција при том максимуму (F_m) као ширина фреквентног опсега која се рачуна на 0,707 од Z_m (Δf) дати су у табели 1. Максимална вредност импедансе за конфигурацију (D-1A) је око 800 Ω . За паралелну конфигурацију (D-11A) може се приметити да (Z_m) износи 530 Ω , а ширина фреквентног потискивања 358-541 MHz. Уочава се да су максималне вредности импедансе за директни тип потискивања веће за ЕМИ потискиваче типа А.

ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа различитих феритних цевчица типа SC: потискивање трансформаторског типа/краткоспојени секундар реализован је са шест конфигурација у којима је секундар на различите начине краткоспојен као што је приказано на слици 8. Конфигурације SC-3, SC-4, SC-5 и SC-6 имају мању импедансу (Z_m) него конфигурација D-1, али зато имају шири фреквентни опсег (Δf). Ова анализа важи за оба типа ЕМИ потискивача (А и В).

Поред измерене импедансе Z_m , максималне фреквенције F_m и фреквенције Δf за примену нових конфигурација ЕМИ потискивача реализованих помоћу снопа Mn-Zn феритних цевчица, важно је знати тип ЕМИ сметњи како би могла да се изабере најпогоднија конфигурација. Уколико јачина струје у каблу је довољно висока да произведе засићење централне феритне цевчице спољне цевчице нису засићене због ваздушних зазора (размака), тада директне конфигурације потискивача или трансформаторски/краткоспојени секундар се могу применити.

Ако упоредимо вредности импеданси добијених за ове конфигурације можемо приметити да нема велике разлике између различитих SC конфигурација. Ове конфигурације се могу применити у широком фреквентном опсегу као потискивачи средњег интензитета. У случају конфигурације (SC) електричне карактеристике су веома сличне са D конфигурацијом (Z_m , F_m , Δf), са нешто нижим вредностима за другу конфигурацију (SC-2).

Техничке карактеристике

ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица за ЕМИ заштиту зависе од: конструкције, конфигурације секундарних намотаја, састава и структуре феритног материјала за језгро. ЕМИ филтри овог типа који су реализовани помоћу мешовитог снопа MnZn феритних цевчица достижу импедансу вредности 534-1054 Ω на учестаностима 365-675 MHz, имају малу једносмерну отпорност па пропуштају једносмерне струје до 1А. Потискивање сметњи у радном опсегу износи 10-20 dB. ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица се могу користити за различите фреквентне опсеге променом броја цевчица као и променом попречних пресека цевчица као и конфигурацијом намотаја кроз те цевчице што чини секундар.

Генерално, ЕМИ потискивачи реализовани са различитим конфигурацијама а уз коришћење мешовитог снопа MnZn феритних цевчица, показују сличне особине у односу на комерцијално доступне ЕМИ потискиваче, односно имају карактеристику ниско пропусног филтра са највећом вредношћу импедансе 534-1054 Ω у MHz фреквентном опсегу. Вредности импедансе Z_m зависи од конфигурације потискивања (директно потискивање, потискивање трансформаторског типа користећи кратко-спојени секундар). Разлике које су још приметне у односу на комерцијално доступне ЕМИ потискиваче јесу у ширини фреквентног опсега у коме се врши потискивање а који се изражава као разлика фреквенција на којима импеданса достиже вредности $0,707 \cdot Z_m$ као и сам облик карактеристике импедансе у односу на фреквенцију.

Примена

Два типа ЕМИ потискивача су реализована помоћу Mn-Zn феритних цевчица различитих унутрашњих и спољашњих пречника цеви. Принцип потискивања заснива се на магнетној спрези између централне цеви и спољашњих цеви у снопу. Неколико различитих конфигурација, као што су меандар, рам, ланац и кавез су реализовани за обе врсте ЕМИ потискивача.

ЕМИ феритни пригушивачи се широко примењују као заштитни склопови на кабловима у телекомуникацијама, рачунарима, војним уређајима као и у кућним апаратима. Мања језгра се користе за уређаје мање снага односно каблове мањих пречника, док већа језгра се користе на енергетским кабловима већих снага. У првом типу ЕМИ потискивача централна цев је окружена мањим цевчицама, док је у другом централна цев окружена са цевима различитих пречника.

ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица могу да се користе као нови тип потискивача електромагнетних сметњи који би спречили квар или смањење перформанси електричних уређаја. Ови ЕМИ потискивачи потискују непожељне импULSE користећи различите принципе при новим конфигурација ЕМИ потискивача, као што су: директан и трансформаторски/краткоспојени секундар тип потискивања. Користећи унутрашње и спољашње феритне цевчице у групи ЕМИ сметње могу бити делимично или у потпуности дистрибуиране ка спољним феритним цевчицама. На тај начин, сметње и шумови се апсорбују у неким феритним магнетним материјалима. Енергија која се преноси на спољне цевчице зависи од одабране конфигурације и феритног материјала. Показано је да ЕМИ потискивачи у групи имају електричне карактеристике које имају широку примену тако да на различите начине одговарају на сузбијању ЕМИ сметњи. Најперспективнији ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа цевчица је трансформаторски /краткоспојени секундар. То је потискивач који је увек погодан за непознате ЕМИ сметње који могу да покривају веома широк фреквентни опсег. Такође је показано да MnZn феритна језгра могу да се користити за потискивање ЕМИ сметњи за фреквентни опсег од неколико стотина MHz.

Нове конфигурације потискивача се могу користити за различите фреквентне опсеге променом конфигурације намотаја кроз спољне цевчице у снопу што чини секундар. ЕМИ филтри достижу импедансу вредности 534-1054 Ω на учестаностима 365-675 MHz. Потискивање сметњи у радном опсегу износи 10-20 dB. Изабрани феритни прах $Mn_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4$ са микронским честицама од кога су произведена језгра (цевчице) за ЕМИ филтре дао је резултате који задовољавају тражени ниво потискивања у ЕМИ опсегу.

Нови индустријски прототип: Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица а развијени су у ИМСИ-у, ФТН-у и ИХИС-у у оквиру текућег технолошког пројекта бр. ТР-32016 код Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије.

Нови индустријски прототип: Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Милољуб Д. Луковић

Аутори: Милољуб Д. Луковић, Марија В. Николић, Обрад С. Алексић
Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београ
Нелу В. Блаж, Љиљана Живанов
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2012.- 2014.

Примена: децембар 2014.

Кратак опис

Нове класе Mn-Zn феритних језгара у групи за ЕМИ заштиту је формирана коришћењем мешовитог снопа феритних цевчица. Примар има пола намотаја односно кабл кроз централну цев, а секундарни намотаји су смештени кроз централну и периферне цевчице. Импеданса је мерена у опсегу од 1-1000 MHz за различите примене у ЕМИ заштити.

Техничке карактеристике:

Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу снопа Mn-Zn феритних цевчица за ЕМИ заштиту зависе од: конструкције, броја намотаја, састава и структуре феритног материјала за језгро. ЕМИ филтри реализовани помоћу снопа MnZn феритних цевчица достижу импедансу вредности 534-1054 Ω на учестаностима 365-675 MHz, имају малу једносмерну отпорност па пропуштају једносмерне струје до 1А. Потискивање сметњи у радном опсегу износи 10-20 dB.

Техничке могућности:

ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица се могу користити за различите фреквентне опсеге променом броја цевчица као и променом попречних пресека цевчица и начин и број намотаја кроз те цевчице што чини секундар.

Реализатори:

Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Београд
Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад
ИХИС-Магнети, Београд

Корисници:

ИХИС-Магнети, Београд
Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Београд
Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад

Подтип решења:

Нови индустријски прототип уведен у производњу (M82)

Мишљење рецензента

Електромагнетне сметње (ЕМИ) је било која непожељна електромагнетска емисија, електрични или електронски поремећај, који изазива нежељене реакције, квар или смањење перформанси електричних уређаја. ЕМИ потискивачи потискују импулсе назрачене на проводне линије у рачунарима, мобилној телефонији, радио и ТВ уређајима, аутоматици, ауто-електроници и другим областима примене. Са напретком и развојем технологија и широке употребе уређаја код којих су регистровани овакви поремећаји, постоји потреба за константним усавршавањем и редизајном постојећих ЕМИ потискивача као и за проналажењем нових врста ЕМИ потискивача са што бољим карактеристикама. Ово техничко решење је прави пример тог побољшања.

Генерално, ЕМИ потискивачи реализовани са различитим конфигурацијама а уз коришћење мешовитог снопа MnZn феритних цевчица, показују сличне особине у односу на комерцијално доступне ЕМИ потискиваче, односно имају карактеристику ниско пропусног филтра са највећом вредношћу импедансе $534-1054 \Omega$ у MHz фреквентном опсегу. Вредности импедансе Z_m зависи од конфигурације потискивања (директно потискивање или потискивање трансформаторског типа користећи кратко-спојени секундар). Разлике које су још приметне у односу на комерцијално доступне ЕМИ потискиваче јесу у ширини фреквентног опсега у коме се врши потискивање а који се изражава као разлика фреквенција на којима импеданса достиже вредности $0,707 \cdot Z_m$ као и сам облик карактеристике импедансе у односу на фреквенцију.

На основу техничких података који су дати за нове конфигурације ЕМИ потискивача мишљења сам да нове конфигурације ЕМИ потискивача по перформансама имају велике могућности примене.

У складу са горе наведеним чињеницама, техничко решење испуњава услове да буде признато као нови индустријски прототип који је уведен у производњу (М82 у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Сл.гл.РС бр.38/08)

Београд, 17.11.2014.

Др Дана Васиљевић

Др Дана Васиљевић Радовић, дипл.инж. електротехнике
Научни саветник
Институт за хемију, технологију и металургију
Универзитет у Београду

Нови индустријски прототип: Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица

Руководилац пројекта: проф. др Љиљана Живанов

Одговорно лице: Милољуб Д. Луковић

Аутори: Милољуб Д. Луковић, Марија В. Николић, Обрад С. Алексић
Институт за мултидисциплинарна истраживања (ИМСИ), Београ
Нелу В. Блаж, Љиљана Живанов
Факултет техничких наука (ФТН), Нови Сад

Развијено: у оквиру пројекта технолошког развоја ТР-32016

Година: 2012.- 2014.

Примена: децембар 2014.

Кратак опис

Нове класе Mn-Zn феритних језгара у групи за ЕМИ заштиту је формирана коришћењем мешовитог снопа феритних цевчица. Примар има пола намотаја односно кабл кроз централну цев, а секундарни намотаји су смештени кроз централну и периферне цевчице. Импеданса је мерена у опсегу од 1-1000 MHz за различите примене у ЕМИ заштити.

Техничке карактеристике:

Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу снопа Mn-Zn феритних цевчица за ЕМИ заштиту зависе од: конструкције, броја намотаја, састава и структуре феритног материјала за језгро. ЕМИ филтри реализовани помоћу снопа MnZn феритних цевчица достижу импедансу вредности 534-1054 Ω на учестаностима 365-675 MHz, имају малу једносмерну отпорност па пропуштају једносмерне струје до 1А. Потискивање сметњи у радном опсегу износи 10-20 dB.

Техничке могућности:

ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица се могу користити за различите фреквентне опсеге променом броја цевчица као и променом попречних пресека цевчица и начин и број намотаја кроз те цевчице што чини секундар.

Реализатори:

Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Београд
Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад
ИХИС-Магнети, Београд

Корисници:

ИХИС-Магнети, Београд
Институт за мултидисциплинарна истраживања – ИМСИ, Београд
Факултет техничких наука – ФТН, Нови Сад

Подтип решења:

Нови индустријски прототип уведен у производњу (M82)

Мишљење рецензента

Електромагнетне сметње уводе нежељене напоне и струје у електронска кола. Неки електрични уређаји могу уносити сметње у околину електромагнетним зрачењем и преко каблова за напајање. Из наведених разлога постоји потреба за константним усавршавањем и редизајном постојећих ЕМИ потискивача и за проналажењем нових врста ЕМИ потискивача са бољим карактеристикама. Ово техничко решење је одличан пример тог побољшања у решавању електромагнетних сметњи.

Нове конфигурације ЕМИ потискивача који су реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица за ЕМИ заштиту зависе од: конструкције, броја намотаја, састава и структуре феритног материјала за језгро. ЕМИ филтри овог типа који су реализовани помоћу мешовитог снопа MnZn феритних цевчица достижу импедансу вредности 534-1054 Ω на учестаностима 365-675 MHz, имају малу једносмерну отпорност па пропуштају једносмерне струје до 1А. Потискивање сметњи у радном опсегу износи 10-20 dB. ЕМИ потискивачи реализовани помоћу мешовитог снопа Mn-Zn феритних цевчица се могу користити за различите фреквентне опсеге променом броја цевчица као и променом попречних пресека цевчица као и конфигурацијом намотаја кроз те цевчице што чини секундар.

Резултати показују да су остварени одлични ЕМИ потискивачи што је у техничком решењу и показано. Може се закључити да по перформансама ЕМИ потискивачи који су реализовани помоћу мешовитих снопова Mn-Zn феритних цевчица имају широку примену.

У складу са горе наведеним чињеницама, техничко решење испуњава услове да буде признато као нови индустријски прототип који је уведен у производњу (М82 у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Сл.гл.РС бр.38/08)

Београд, 17.11.2014.

Катарина Радуловић

Др Катарина Радуловић, дипл.инж. електротехнике

Научни саветник

Институт за хемију, технологију и металургију

Универзитет у Београду