

**НАСТАВНО–НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У НОВОМ САДУ**

На основу одлуке Наставно–научног већа Факултета техничких наука број: 01-1588/1 од 29.05.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о испуњености услова за избор др **Чеде Жлебича** у звање **научни сарадник** за ужу научну област **Електроника**.

На основу увида, провере и анализе добијеног материјала и његове стручне и научне активности, Комисија, придржавајући се критеријума утврђених од стране Комисије за стицање научних звања Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и критеријума предвиђених Статутом Факултета техничких наука у Новом Саду, подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

Комисије за избор у звање научног сарадника кандидата др Чеде Жлебича

БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

1. Име, име једног родитеља, презиме:

Чедо, Јожеф, Жлебич

2. Датум и место рођења, општина, република:

09. септембар 1987. године, Нови Сад, Република Србија

3. Научна област из које је стечено научно звање:

Електроника

4. Образовање:

2002 – 2006. године: Електротехничка и грађевинска школа „Никола Тесла“, Зрењанин

2006 – 2011. године: Мастер инжењер електротехнике и рачунарства;

Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду;

Мастер рад: „Напоном контролисани ринг осцилатор“

2012 – 2019. године: Доктор наука – електротехнике и рачунарства;

Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду;

Докторска теза: „Утицај једносмерне струје на карактеристике подешљивих феритних компоненти“

5. Познавање језика:

језик	чита	пише	говори
енглески	одлично	одлично	одлично
италијански	добро	добро	добро

6. Курсеви, семинари и течајеви:

6.1 Курсеви

Нема.

6.2 Семинари

Нема.

6. Радна биографија:

Од 01. фебруара 2012. године, др Чедо Жлебич је ангажован као истраживач приправник на Катедри за електронику, Факултета техничких наука, Универзитета у Новом Саду. Од 04. децембра 2014. године изабран је у звање истраживач сарадник за ужу научну област Електроника.

ПРЕГЛЕД НАЧНОГ И СТРУЧНОГ РАДА

Научни и стручни резултати кандидата др Чедо Жлебича приказани су за период 2011 – 2018. године, ради избора у звање **научног сарадника**.

Радови публиковани након последњег избора у звање обележени су *

Радови који су нормирани обележени су #

A.1. Публиковани радови у истакнутим међународним часописима – M22:

1. * **Čedo Žlebič**, Dragan Kljajić, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Aleksandar Menićanin, Mirjana Damjanović: “Influence of DC Bias on the Electrical Characteristics of SMD Inductors”, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 51, no. 1, art. no. 6500204, pp. 1-4, 2015. (ISSN: 0018-9464) (Doi: 10.1109/TMAG.2014.2356253).
2. * **Čedo Žlebič**, Miodrag Milutinov, Ljiljana Živanov, Andrea Marić, Nelu Blaž, Goran Radosavljević: “Influence of Sintering Temperature on the Magnetic Properties of LTCC Ferrite Tape for Multilayer Component Applications“, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, vol. 29, no. 5, pp. 4190-4200, 2017. (ISSN: 1573-482X) (Doi: <https://doi.org/10.1007/s10854-017-8364-6>)

A.2. Публиковани радови у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком – M24:

1. * **Čedo Žlebič**, Aleksandar Menićanin, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damjanović: “Improved Resistive Strain Gage Printed on Flexible Substrate”, *Facta*

Universitatis, Series: Electronics and Energetics, vol. 29, no. 1, pp. 89-100, 2015. (ISSN: 0353-3670) (Doi:10.2298/FUEE1601089Z)

A.3. Радови саопштени на скуповима међународног значаја штампани у целини – М33:

1. Milica Kisić, **Čedo Žlebić**, Mirjana Damnjanović, Kalman Babković, Aleksandar Menićanin, Ljiljana Živanov: "Interference in digital circuits and some techniques for EMI suppression", *IEEE 10th Jubilee International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, SISY 2012*, Subotica, Srbija, 20-22. septembar 2012, pp. 433-437 (ISBN: 978-1-4673-4750-1)
2. Mirjana Damnjanović, Ljiljana Živanov, Aleksandar Menićanin, Milica Kisić, **Čedo Žlebić**, Snežana Đurić, Goran Stojanović: "Learning EMC/EMI Design Problems Using Simulation Tool and Measurement Techniques", *48th International Conference on Microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on Ceramic Microsystems, MIDEM 2012*, Otočec, Slovenija, 19-21. septembar 2012, pp. 225-230 (ISBN: 978-961-92933-2-4)
3. **Čedo Žlebić**, Milica Kisić, Nelu Blaž, Aleksandar Menićanin, Sanja Kojić, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović: "Ink-jet printed strain sensor on polyimide substrate", *IEEE 36. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Alba Iulia, Rumunija, 8-12. maj 2013, pp. 409-414 (ISSN: 2161-2528)
4. **Čedo Žlebić**, Nikola Ivanišević, Milica Kisić, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: "Comparison of Resistive and Capacitive Strain Gauge Sensors Printed on Polyimide Substrate Using Ink-Jet Printing Technology", *IEEE 29th International Conference on Microelectronics – MIEL*, Beograd, Srbija, 12-15. maj 2014, pp. 141-144 (ISBN: 978-1-4799-5294-6)
5. **Čedo Žlebić**, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: "Application for Fast Determination of Inductor's Electrical Characteristics from S-parameters", *IEEE 29th International Conference on Microelectronics – MIEL*, Beograd, Srbija, 12-15. maj 2014, pp. 431-434 (ISBN: 978-1-4799-5294-6)
6. * Georges Dubourg, **Čedo Žlebić**, Jovan Matović, Vesna Crnojević-Bengin: "One-Step Patterning of a Flexible Piezoresistive MEMS Sensor by 3D Direct Laser Writing", *IEEE 10th Nano/Micro Engineered and Molecular Systems (NEMS)*, Xi'an, Kina, 7-11. april 2015, pp. 553-556 (ISBN: 978-1-4673-6695-3)
7. * **Čedo Žlebić**, Ljiljana Živanov, Milica Kisić, Nelu Blaž, Aleksandar Menićanin, Danijela Randelović, Mirjana Damnjanović: "Electrical Properties of Inkjet Printed Graphene Patterns on PET-based Substrate", *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, 6-10. maj 2015, pp. 414-417 (ISSN: 2161-2528)

8. * Milica Kisić, Nelu Blaž, **Čedo Žlebić**, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović: "Flexible Inkjet Printed Sensor for Liquid Level Monitoring", *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Eger, Mađarska, 6-10. maj 2015, pp. 472-476 (ISSN: 2161-2528)
9. * Aleksandar Menićanin, Ljiljana Živanov, **Čedo Žlebić**, Milica Kisić, Nelu Blaž, Mirjana Damnjanović: "Fully Inkjet Printed CPW Meander Inductors on PET Flexible Substrate", *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Eger, Mađarska, 6-10. maj 2015, pp. 43-46 (ISSN: 2161-2528)
10. * Aleksandar Menićanin, Ljiljana Živanov, Nelu Blaž, Mirjana Damnjanović, **Čedo Žlebić**, Milica Kisić: "Flexible Inkjet Printed CPW Octagonal Inductor on PET Substrate", *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Eger, Mađarska, 6-10. maj 2015, pp. 40-42 (ISSN: 2161-2528)
11. * Nelu Blaž, Milica Kisić, **Čedo Žlebić**, Goran Mišković, Goran Radosavljević, Ljiljana Živanov: "Displacement Sensor Based on Interdigital Capacitor", *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Eger, Mađarska, 6-10. maj 2015, pp. 477-481 (ISSN: 2161-2528)
12. * Georges Dubourg, Saša Marjanović, **Čedo Žlebić**, Jovan Matović, Vesna Crnojević-Bengin: "3D laser writing in-line process for the rapid fabrication of flexible electronic devices", *10. TechConnect World Innovation Conference*, Vašington, USA, 22-25. maj 2015, pp. 131-134 (ISBN:978-1-4987-4730-1)
13. * Boris Šašić, Mirjana Damnjanović, Ljiljana Živanov, **Čedo Žlebić**, Nelu Blaž: "Design and modelling of two-layer inductor on PCB substrate", *IEEE 39. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Plzen, Češka republika, 18-22. maj 2016, pp. 515-520 (ISSN: 2161-2528)
14. * Waqas Ahmad, Đurađ Budimir, **Čedo Žlebić**: "Compact Inkjet-Printed Broadband Filtennas with Triple Bandnotch", *46. European Microwave Conference EuMC*, London, UK, 3-7. oktobar 2016, pp. 80-83 (ISBN: 978-2-87487-043-9)
15. * Nelu Blaž, Milica Kisić, **Čedo Žlebić**, Andrea Marić, Ljiljana Živanov: "Capacitance variation of inkjet printed interdigital capacitor by structure bending", *IEEE 39. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Plzen, Češka republika, 18-22. maj 2016, pp. 506-509 (ISSN: 2161-2528)
16. * Milica Kisić, Nelu Blaž, **Čedo Žlebić**, Ljiljana Živanov, Ivana Nikolić: "Fully ink-jet printed capacitive pressure sensor", *IEEE 40. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Sofija, Bugarska, 10-14. maj 2017, pp. 1-4 (ISSN: 2161-2528)

17. * Milica Kisić, Nelu Blaž, **Čedo Žlebić**, Ljiljana Živanov, Arpad Huđik: “Flexible polyimide based capacitive displacement sensor“, *IEEE 40. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Sofija, Bugarska, 10-14. maj 2017, pp. 1-4 (ISSN: 2161-2528)
18. * **Čedo Žlebić**, Ljiljana Živanov, Miodrag Milutinov, Nelu Blaž, Goran Radosavljević, Andrea Marić, Mirjana Damnjanović: “The Impact of the Sintering Temperature of Ferrite LTCC Materials on the Characteristics of dc Tunable Inductor“, *IEEE 41. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Zlatibor, Srbija, 16-20. maj 2018, pp. 1-4 (ISBN: 978-1-5386-5731-7/18)
19. * Nelu Blaž, Milica Kisić, Ljiljana Živanov, **Čedo Žlebić**, Mirjana Damnjanović: “Permeability Variation of Composites with LTCC Ferrite Flaky Fillers“, *IEEE 41. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Zlatibor, Srbija, 16-20. maj 2018. (ISBN: 978-1-5386-5731-7)

A.4. Публикован radovi u časopisima nacionalnog značaja – M51, M52, M53:

1. * Dragana Vasiljević, **Čedo Žlebić**, Goran Stojanović, Mitar Simić, Libu Manjakkal, Zoran Stamenković: “Cost-Effective Sensors and Sensor Nodes for Monitoring Environmental Parameters“, *Facta Universitatis, Series: Electronics and Energetics*, vol. 31, no. 1, pp. 11-23, 2018. (ISSN: 0353-3670) (Doi: <https://doi.org/10.2298/FUEE1801011V>)

A.5. Radovi saopštени na skupovima nacionalnog značaja štampani u celini – M63:

1. Aleksandar Menićanin, Mirjana Damnjanović, **Čedo Žlebić**, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov: “Senzor istezanja u inkjet tehnologiji na fleksibilnoj podlozi“, 57. ETRAN, Zlatibor: DRUŠTVO ZA ETRAN, 2013, (ISBN: 978-86-80509-68-6)

A.6. Prototip, nova metoda, softver, standardizovan ili atestiran instrument – M85:

1. **Čedo Žlebić**, Nikola Ivanišević, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Metoda za određivanje karakteristika senzora istezanja realizovanog u inkdžet tehnologiji“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2013.
2. Nikola Ivanišević, **Čedo Žlebić**, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Senzor istezanja realizovan u inkdžet tehnologiji na fleksibilnom supstratu“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2013.
3. **Čedo Žlebić**, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Programski alat za brzo određivanje električnih karakteristika induktora iz S-parametara“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2014.

4. Milica Kisić, Nelu Blaž, **Čedo Žlebič**, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Senzori za merenje vrste i nivoa tečnosti“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2014.
5. **Čedo Žlebič**, Dragan Kljajić, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Metoda za određivanje uticaja DC struje na električne karakteristike SMD induktora“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2014.
6. * **Čedo Žlebič**, Ljiljana Živanov, Milica Kisić, Nelu Blaž, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: „Izrada uzoraka na bazi grafenskog mastila korišćenjem desktop inkdžet štampača“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2015.
7. * **Čedo Žlebič**, Nelu Blaž, Miodrag Milutinov, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović: „Prototip podešljivog feritnog induktora korišćenjem jednosmerne struje“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2017.
8. * Milica Kisić, Nelu Blaž, **Čedo Žlebič**, Ljiljana Živanov: „Prototip kapacitivnog senzora pritiska na bazi polimernog materijala“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, broj projekta: TR-32016, 2018.

A.7. Одбрањена докторска теза – M71:

1. „Утицај једносмерне струје на карактеристике подешљивих феритних компоненти“, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, 05. априла 2019. год.

КВАЛИТАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ

1. ПОКАЗАТЕЉИ УСПЕХА У НАУЧНОМ РАДУ

1.1 Награде и признања за научни рад

Нема.

1.2 Уводна предавања на конференцијама и друга предавања по позиву

Нема.

1.3 Чланства у одборима међународних научних конференција и одборима научних друштава

Нема.

1.4 Чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката

Кандидат је рецензирао један рад у часопису *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*.

2. РАЗВОЈ УСЛОВА ЗА НАУЧНИ РАД, ОБРАЗОВАЊЕ И ФОРМИРАЊЕ НАУЧНИХ КАДРОВА

2.1 Допринос развоју науке у земљи

Кандидат тренутно учествује у реализацији једног научно-истраживачког пројекта финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије:

- Истраживач сарадник на пројекту „Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђени у робе и производе широке потрошње“, ТР32016, 2011–2019. године.

2.2 Менторство при изради магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима

Нема.

2.3 Педагошки рад

Нема.

2.4 Међународна сарадња

Нема.

2.5 Организација научних скупова

Кандидат је био члан организационог одбора међународне конференције: *IEEE International Spring Seminar on Electronics Technology*, која је била одржана на Златибору, Србија, 16-20. маја 2018 године.

3. ОРГАНИЗАЦИЈА НАУЧНОГ РАДА

3.1 Руковођење научним пројектима, потпројектима и задацима

Нема.

3.2 Примењеност у пракси кандидатових технолошких пројеката, патената, иновација и других резултата

Нема.

3.3 Руковођење научним и стручним друштвима

Нема.

3.4 Значајне активности у комисијама и телима Министарства науке и телима других министарстава везаних за научну делатност

Нема.

3.5 Руковођење научним институцијама

Нема.

4. КВАЛИТЕТ НАУЧНИХ РЕЗУЛТАТА

У току седмогодишњег научно-истраживачког рада, др Чедо Жлебич бавио се испитивањем карактеристика феритних материјала и компоненти под утицајем једносмерне струје, као и развијањем ефикасних мерних метода за ова мерења. Поред тих истраживања, кандидат се бавио и развојем сензора за мерење истезања добијених инксет штампањем сребрног наночестичног мастила, као и сензора за мерење влаге фабрикованих у технологији штампаних плоча, *PCB* (енг. *Printed Circuit Board*).

Докторска дисертација А.7.1. У оквиру докторске дисертације представљена је реализација подешљиве феритне компоненте чије карактеристике се контролишу применом једносмерне струје. Испитана је могућност примене *ESL 40011* језгара као језгара подешљиве феритне компоненте. Предложена језгра су у облику торуса и печена су на различитим максималним температурама (1200 °C, 1100 °C, 1000 °C и 885 °C). Истраживањем је утврђен утицај температуре печења на електричне и магнетске карактеристике предложених *ESL 40011* феритних језгара. Утицај температуре печења феритних језгара испитан је мерењем густине снаге губитака, *B-H* хистерезисне петље, дејства једносмерне и наизменичне струје на индуктивност и *Q* фактор. На основу измерених резултата, језгра са најбољим карактеристикама су коришћена у подешљивој феритној компоненти. Реализоване подешљиве феритне компоненте са језгрима печеним на 885 °C и 1100 °C су коришћене у колу DC-DC конвертора подизача напона LTC3125. Измерена је ефикасност конвертора са предложеним феритним компонентама и установљено је да највећу ефикасност конвертор има када се користи компонента са језгром које је печено на температури од 1100 °C. На тај начин је верификована примена подешљивих феритних компоненти.

У дисертацији је представљена и реализована мерна метода за мерење утицаја једносмерне струје на електричне и магнетске особине индуктора. Дат је детаљан опис поставке и процеса мерења, као и опис мерне опреме. Метода је верификована испитивањем утицаја једносмерне струје на неколико комерцијалних *SMD* (енг. *Surface Mount Devices*)

компоненти произвођача Fair-Rite и Coilcraft. Измерени резултати су у складу са подацима које су обезбедили произвођачи чиме је потврђена ефикасност мерне методе.

Приказ и оцена радова објављених у међународним часописима (међународна рецензија) и у националним часописима (национална рецензија)

Рад А.1.1. У раду је приказана мерна метода која представља поступак испитивања утицаја једносмерне струје на електричне и магнетске карактеристике индуктора. Приликом протицања једносмерне струје кроз индуктор, долази до намагнетисавања језгра, што доводи до смањивања његове индуктивности и импедансе. Уочено је да је ово смањивање нарочито изражено када вредност једносмерне струје која протиче кроз индуктор премашује ону вредност струје за коју произвођач гарантује исправан рад компоненте. Зато је неопходно испитати и предвидети степен деградације електричних и магнетских карактеристика, као и промену температуре тестираног индуктора. Анализа је базирана на моделу индуктора који је приказан као двокрајни елемент. За прорачун електричних и магнетских карактеристика индуктора (индуктивност, отпорност, Q -фактор, реални и имагинарни део импедансе) екстрахованих из измерених S -параметара применом векторског анализатора мреже, коришћен је сопствени, за те потребе развијен, софтверски алат *IndCalc*. Мерна метода је верификована мерењем карактеристика комерцијалних *SMD* индуктора.

Рад А.1.2. У овом раду је испитан утицај температуре печења феритних *LTCC* (енг. *Low Temperature Co-fired Ceramic technology*) торусних језгара на комплексну пермеабилност, густину снаге губитака и B - H хистерезисне петље. Феритна торусна језгра од *ESL 40011* материјала су добијена после ламинације 22 појединачне траке и печена су на максималним температурама од 885 °C, 1000 °C, 1100 °C и 1200 °C. Густина снаге губитака је мерена у фреквенцијском опсегу 100 kHz - 5 MHz и за вредности магнетске индукције 2 mT - 100 mT. Резултати јасно указују на пораст губитака порастом фреквенције и магнетске индукције. За вредности магнетске индукције до 5 mT и фреквенције до 400 kHz, најниже губитке имало језгро које је печено на максималној температури од 1100 °C, док за веће вредности фреквенција, најниже губитке имало језгро које је печено на максималној температури од 885 °C. Даљим порастом магнетске индукције и фреквенције, језгра печена на максималним температурама од 885 °C и 1100 °C такође имају ниже губитке од језгара печених на максималним температурама од 1000 °C и 1200 °C. Истраживања у овом раду могу бити искоришћена за побољшање карактеристика компоненти израђених од *ESL 40011* материјала.

Приказ и оцена радова публикованих и саопштених на међународним скуповима (међународна рецензија) и домаћим скуповима (национална рецензија)

Рад А.2.1. У раду су дизајнирани и фабриковани отпорнички сензори истезања у инкцет технологији. Коришћена су три наночестична мастила са различитим садржајем сребра (15, 20 и 25 % тежинских делова) растворена у води или етанолу и етил-гликолу. Сензори су

штампани на полиимидној фолији дебљине 50 μm и *PET* фолији дебљине 140 μm . Као штампачи коришћени су десктоп штампач EPSON C88+ и професионални штампач DMP3000 произвођача Fujifilm Dimatix. Сензори су фабриковани истих димензија (17 mm $\times$ 15 mm). За одређивање промене отпорности сензора услед савијања челичне конзоле, вршени су тестови истезања конзоле до 1500 микроистезања. Мерени су фактор истезања и стабилност одзива сензора у циклусима напрегнутости и ненапрегнутости челичне конзоле. За аквизицију измерених података, развијен је софтверски алат. Измерени фактори истезања сензора су били у опсегу од 1,07 до 2,03 (у зависности од коришћеног мастила, фолије и штампача). Резултати добијени у овом истраживању указују на то да се сензори истезања са добрим фактором истезања могу фабриковати и са малим трошковима израде применом десктоп штампача и *PET* фолије.

Рад А.3.1. Испитан је шум који генерише логичка капија у једноставном дигиталном колу. Одговарајући дизајн кола и коришћење компоненти за потискивање *EMI*, тј. електромагнетске интерференције (енг. *Electromagnetic Interference*) су методе којима се потискују сметње смањењем или потпуном елиминацијом шума, који се преноси преко проводних линија (кондуктивне сметње). Анализиран је утицај комерцијално-доступне феритне компоненте на побољшање рада дигиталног кола. На основу измерене расподеле струје, одређено је одговарајуће место за постављање феритне компоненте. Мерења су извршена помоћу дигиталног осцилоскопа у фреквенцијском опсегу до 200 MHz и STM030 Scan EM-EC магнетских проба. Мерени подаци су показали различите нивое потискивања шума у зависности од дизајна кола, коришћења *EMI* потискивача и места његовог постављања. На основу мерених, моделованих и симулираних вредности предложене су оптималне структуре, објашњено је на који начин треба изабрати оптималну *EMI* компоненту за конкретну примену у циљу што ефикаснијег потискивања сметњи.

Рад А.3.2. У раду је представљен курс кроз који студенти треба да стекну знање о основама електромагнетске интерференције, као и о дизајнирању компоненти за потискивање *EMI* применом специјално развијених симулационих алата. У овом раду је презентовано и дискутовано о неколико основних проблема дизајна и мерних експеримената. Користећи специјално развијен симулациони алат, студенти могу да реше лабораторијске вежбе и науче да дизајнирају *EMI* потискиваче. Додатно, користећи анализатор мреже и сет за електромагнетску компатибилност могуће је проучавати електричне карактеристике *EMI* филтера тренутно доступних на тржишту и упознавање са мерним техникама потребних за рад у лабораторијама и у индустрији.

Рад А.3.3. У раду је описан метод за мерење истезања помоћу флексибилног сензора. Сензор је фабрикован у инк-џет технологији помоћу сребрног мастила на полиимидном супстрату, чиме је обезбеђена добра електрична проводност и механичка флексибилност структуре. Применом силе на конзолу, три различите мерне траке су коришћене за мерење истезања. Како би се мерило истезање, мерене су промене отпорности помоћу уређаја Source Meter Keithley 2410. Добијени резултати су показали да применом силе отпорност

расте при истезању сензора. Добијене вредности фактора осетљивости су између 1,098 и 1,203.

Рад А.3.4. У раду је извршено поређење отпорничких и капацитивних сензора у погледу осетљивости и цене материјала, при чему су оба сензора реализована у инк-џет технологији штампањем наночестичног сребра на полиимидни супстрат. Промена отпорности услед истезања је мерена помоћу Витстоновог моста, док је промена капацитивности мерена помоћу анализатора мреже HP4194A. Отпорнички сензор је показао боље карактеристике. Његов фактор осетљивости је био око 1,10, док је за капацитивни сензор износио 0,91. Када је реч о потрошњи/цени материјала, укупна количина мастила коришћеног за фабрикацију отпорничког сензора је била око 1,04 μl , а за капацитивни сензор 1,08 μl , при чему је потребна површина полиимидног супстрата била приближно иста за оба сензора. Представљени отпорнички сензор се показао као бољи избор, услед потешкоћа са мерењем капацитивног сензора. Додатно, капацитивни сензор се показао неефикасним за мерење истезања на металном држачу услед паразитних капацитивности, чиме је ограничен његов опсег примене.

Рад А.3.5. У овом раду је приказана развијена софтверска апликација "*IndCalc*" за израчунавање параметара индуктора намењених за површинску монтажу, тј. *SMD* индуктора. Развијена апликација поједностављује карактеризацију индуктора и омогућава поуздану процедуру за одређивање електричних и магнетских параметара *SMD* индуктора у фреквенцијском опсегу до 8,5 GHz. У циљу утврђивања валидности апликације, мерене су карактеристике комерцијално доступних индуктора применом мрежног анализатора мрежа и добијени резултати су у складу са каталошким вредностима које дају произвођачи индуктора.

Рад А.3.6. У раду је први пут представљен нови фабрикациони процес базиран на 3D директној ласерској техници записа која омогућава појединачно узорковање неколико саставних слојева сензора прилагођавањем снаге ласера у функцији са оптичким особинама материјала. Овај приступ је коришћен за фабрикацију микроелектромеханичких система *MEMS* (енг. *Microelectromechanical Systems*) пиезорезистивних сензора, направљених од флексибилне подлоге чија три су слоја дизајнирана у истом кораку. Карактеризација графенског сензора истезања интегрисаног у каптон микроконзоли показује високу осетљивост с обзиром да је измерени фактор истезања износи 20. Ово показује потенцијал да фабриковани флексибилни пиезорезистивни *MEMS* могу бити коришћени као трансдуктори за развијање економски исплативих сензорских платформи.

Рад А.3.7. У овом раду су представљене електричне особине графенских узорака одштампаних инкџет технологијом на *PET* подлози (Novele™ II-220). Коришћено је графенско проводно мастило на бази воде (Phene plus I3015). Тестирани узорци су штампани у до 12 слојева. Коришћен је инкџет десктоп штампач са 2000 dpi резолуцијом. Након штампања, узорци су синтеровани на 100 °C 30 минута. Топографија узорака је извршена применом микроскопом атомских сила (AFM) NTEGRA prima (NT-MDT). Резултати AFM карактеризације показују да дебљина узорака од 12 слојева износи ~ 900 nm.

Резултати електричних особина узорака измерени мерним системом Холовог ефекта на 0,37 Т показују да је покретљивост носилаца $2330 \text{ cm}^2/\text{Vs}$, док је проводност $389,11 \text{ } \Omega\text{cm}$.

Рад А.3.8. У овом раду је представљена метода за мерење нивоа течности коришћењем два сензора: референтни и ниво интердигитални кондензатор. Сензори су фабриковани у инкџет технологији штампањем сребрног наночестичног мастила на *PET* подлози. Сензори садрже две међусобно прожимајуће чешљасте електроде са ширином електрода од 1,5 mm, размаком између електрода од 1,5 mm и са 15 прстију дужине 135 mm и 8 прстију дужине 19 mm за сензор нивоа и референтни сензор, респективно. Капацитивност сензора нивоа фиксираног на контролној епрувети расте порастом нивоа течности (до 43,5 mm). Представљене су карактеристике сензора за три течности са различитом пермитивношћу. Референтни сензор на дну епрувете је у потпуности прекривен течношћу и његова капацитивност се мења са променом пермитивности течности.

Рад А.3.9. Овај рад представља наставак истраживања на *CPW* (копланарни таласовод) (енг. *Coplanar Waveguide*) меандар индукторима, који су произведени у инкџет технологији. Штампани су на 140 μm дебелој *PET* подлози (Novele IJ-220). За штампу је коришћено сребрно наночестично мастило (Metalon® JS-B25HV) на бази воде. Фабриковани индуктори су имали одличну вредност фактора добротe (до 4,2) и висок фреквенцијски радни опсег 1 GHz - 7 GHz за три намотаја и 1 GHz - 19 GHz за структуру са једним намотајем. Ове карактеристике их чине погодним за примену у флексибилној електроници.

Рад А.3.10. У раду је представљен *CPW* октагонални индуктор фабрикован у инкџет технологији. Индуктор је штампан са сребрним наночестичним мастилом на бази воде на флексибилној *PET* подлози. Фабриковане структуре су малих спољашњих димензија (8,5 mm $\times$ 8,5 mm) са ефективном индуктивношћу око 20 nH. Измерени фактор добротe је вредности око 1 и резонантна фреквенција нешто мања од 2 GHz.

Рад А.3.11. У овом раду је испитана могућност детекције помераја приближавањем диелектричне плоче електродама интердигиталног кондензатора. Принцип рада сензора заснива се на продирању електричног поља изнад електрода кондензатора и његовом пресецању са диелектричном плочом. Интердигитални кондензатор и диелектрична плоча су фабриковани у *LTCC* технологији. Експериментално добијени резултати су упоређени са теоријским моделом и добијена су добра слагања између њих.

Рад А.3.12. У раду је описана фабрикација сензора истезања са интегрисаним Витстоновим мостом произведеним од органских отпорника у само једном кораку узорковања коришћењем директног 3D ласерског записа. Овај метод прилагођава снагу ласера у функцији од оптичких особина материјала како би се вршило селективно узорковање, слој по слој више материјала у истом процесу. Овим приступом је остварена фабрикација пиезорезистивног сензора који се састоји од каптон микроконзоле и графенског сензора истезања директно повезаног на Витстонов мост интегришући графенски отпорник и проводне бакарне линије.

Рад А.3.13. У раду су представљени дизајн и симулације двослојног индуктора на *PCB* подлози. Електричне карактеристике три двослојна спирална индуктора су мерена у ваздуху и такође када су били постављени између две феритне плочице, коришћењем анализатора импедансе HP 4191A, у фреквенцијском опсегу до 100 MHz. Предложени дизајн индуктора обезбеђује индукторе мањих димензија и нижих губитака у односу на комерцијално доступне индукторе. Оптимизација структура индуктора је извршена за ту намену развијеним софтверским алатом.

Рад А.3.14. У раду су представљени лејаут и резултати компактне филтене (структура филтер-антена) одштампане у инк-џет технологији. Филтена може да ради у широком фреквенцијском опсегу, што укључује *S*-опсег, *ISM* и *UWB* фреквенције. Филтена може да одбије нежељене сигнале из *WiMAX* 3,5 GHz, *WLAN* 5,8 GHz и *ITU* 8,2 GHz опсега. Филтена је одштампана коришћењем сребрног наночестичног мастила на флексибилној полиимидној подлози. Симулирани и измерени резултати добро се слажу једни са другим. Измерени пропусни опсег филтене је 1,6-10,85 GHz и троструки непропусни опсег, измерене просечне вредности од 1,87 dB, представљени су нежељеним опсезима. Представљена је расподела струје у пропусном и непропусном опсегу. Остварени узорци зрачења показују бидирекционе узорке у *E*-равни и омнидирекционе узорке у *H*-равни. Приказани су и појачање и ефикасност филтене: 3,36 dBi и 89,8 % респективно за пропусни опсег и -1,0 dBi и 21,3 % респективно за непропусни опсег.

Рад А.3.15. Испитивана је промена капацитивности интердигиталног кондензатора савијањем тест структуре (супстрат са кондензатором). Кондензатор је фабрикован штампањем сребрног наночестичног мастила на флексибилној полиимидној фолији коришћењем инк-џет технологије. Први сет тестирања је урађен савијањем интердигиталног кондензатора око осе која је паралелна електродама кондензатора и око осе која је нормална на електроде кондензатора. Капацитивност је мерена анализатором импедансе HP 4194A. Другим тестом је извршено вишеструко понављање савијања (до хиљаду пута) и измерени резултати су приказани и анализирани. Анализом резултата промене капацитивности кондензатора пре и након поновљених савијања износи око 0,1 pF.

Рад А.3.16. У овом раду је представљен капацитивни сензор притиска са две флексибилне мембране. Сензор се састоји од две електроде на мембранама, одстојником и додатним диелектричним слојем између електрода. Сензор је у потпуности одштампан у инк-џет технологији применом сребрног наночестичног мастила. Полиимидна фолија је коришћена као мембрана, одстојник сензора и диелектрични изолациони слој. Применом притиска на електроде, полиимидна мембрана се савија и на тај начин се смањује растојање између електрода при чему долази до пораста капацитивности сензора што служи као мера притиска примењеног на сензор. Фабриковани сензор је тестиран и представљене су измерене карактеристике сензора. Притисак је мерен до 1 бара и измерена осетљивост сензора износи 16,7 pF/bar.

Рад А.3.17. Циљ овог рада је испитивање полиимидног капацитивног сензора за мерења помераја. Принцип рада предложеног сензора базира се на промени капацитивности

приликом помераја горње електроде фабриковане на полиимидној мембрани док је доња електрода фиксирана. Електроде сензора су штамане сребрним наночестичним мастилом на полиимидној фолији применом инк-џет технологије. Одстојник са ваздушним процепом између електрода је добијен процесом хладне ламинације полиимидних слојева. Померањем горње електроде, капацитивност сензора расте јер долази до приближавања електрода. Мерење помераја вршено је до 700 μm са резолуцијом од 50 μm .

Рад А.3.18. Овај рад се бави могућношћу примене *LTCC* феритних језгара у индукторима чије се карактеристике подешавају једносмерном струјом. Као језгра су предложени феритни торуси који су произведени од *ESL 40011* трака. На карактеристике материјала који се користе у *LTCC* технологији утичу параметри технолошког процеса, попут температуре печења. Због тога, језгра су печена на различитим температурама 885 °C, 1000 °C, 1100 °C и 1200 °C. На тај начин је испитано понашање сваког језгара у индуктору под дејством једносмерне струје. Највећа промена (подешљивост) индуктивности је измерена код индуктора са језгром печеним на 1200 °C и износи $\Delta L/L_{\min} = 647,40\%$ на фреквенцији од 100 kHz, док најмању подешљивост индуктивности има индуктор са језгром печеним на 885 °C и она износи $\Delta L/L_{\min} = 38,16\%$ такође на фреквенцији од 100 kHz.

Рад А.3.19. У оквиру овог рада је испитана промена пермеабилности торусних композитних узорака са *LTCC* феритним флекуцама. Феритни композитни узорци су реализовани мешањем одређене количине *LTCC* феритним флекуца са силиконом. Ова мешавина се поставља у торусни калуп како би се добио одговарајући узорак за мерења у коаксијалном држачу. Комплексна пермеабилност композитних узорака је израчуната из *S*-параметара који су измерени помоћу векторског анализатора мрежа и коаксијалног држача. Узорци са 0,02 g феритних флекуца имају најнижу вредност реалног дела комплексне пермеабилности ($\sim 2,5$) у фреквенцијском опсегу до 100 MHz. Највећу вредност реалног дела комплексне пермеабилности имају узорци са 0,1 g феритних флекуца (~ 12) на фреквенцији од 10 MHz.

Рад А.4.1. У овом раду су приказани дизајн и карактеризација сензора влаге и pH сензора који су фабриковани у технологијама попут *PCB* технологије, технологије ink-jet штампе и ситоштампе. Робустност и рад у окружењу са суровим условима омогућава *PCB* технологија са *PET* филмом. Инк-џет технологија омогућава реализацију сензора на флексибилним супстратима (подлогама), као што су фолије и папир. Технологија ситоштампе се користи за реализацију сензора са дебелим слојевима. Осим развијених сензора, додатно је развијен и више-сензорски електронски систем са аутономним напајањем (соларним панелима) за контролу квалитета ваздуха и воде. Такође, приказана је флексибилна и модуларна платформа која врши поуздано даљинско мерење параметара животне средине.

Рад А.5.1. У овом раду су описани сензори истезања направљени у инкџет технологији, штампањем сребрног наночестичног мастила на флексибилној подлози. Предложене су три структуре сензора. Сваки сензор је залепљен и учвршћен на горњу површину челичне

конзоле. Ако сила делује на слободни крај конзоле, она се истеже, као и сензор постављен на њој. Да би се одредило истезање, мерене су мале промене отпорности директно коришћењем инструмента Keithley 2410 SourceMeter. Мерене вредности фактора осетљивости су у опсегу од 1,089 до 1,203, и представљају репрезентативне вредности за ове сензоре.

Рад А.6.1. У овом техничком решењу је приказана мерна метода која представља поступак одређивања карактеристика сензора истезања израђених штампањем наночестичног мастила са 20 % тежинских делова сребра инкјет штампачем на полиимидној пластичној фолији. Како би се одредио фактор осетљивости сензора, мерено је истезање челичне конзоле која је једним крајем укљештена, док је на слободном крају деловано силом која је истезала конзолу као и сензор који је постављен, са горње стране конзоле. Да би се одредило истезање, вршена су прецизна мерења малих промена отпорности сензора, помоћу инструмента Keithley 2410 SourceMeter, који омогућава високу прецизност мерења и ниски шум. Поред поступка мерења, описан је и поступак анализе мерених резултата и дате су потребне математичке зависности.

Рад А.6.2. Описана је детаљна реализација сензора истезања коришћењем штампача за депоновање функционалних материјала. Ова технологија елиминише потребу за маскама и хемијским нагризањем јер се материјал наноси искључиво тамо где је предвиђен, тзв. кап-на-захтев (drop-on-demand) техником. Овим се смањује потрошња материјала и загађивање животне средине, а развојем нових функционалних мастила проширује се могућност примена и производа. Прототип је израђен са 20 % сребрним наночестичним мастилом од произвођача Suncemical и штампачем DMP3000, компаније Fujifilm Dimatix. Мастило се наносило на флексибилну подлогу, направљену од полиимида, дебљине 50,8 μm која се користи и код комерцијалних сензора. Ово техничко решење није ограничено само на примену на сензорима истезања, већ се може користити као упутство за примену или побољшање инкјет технологија у другим институцијама. Применом наведених технолошких поступака успешно су направљени прототипови сензора истезања са електричном отпорношћу од 145 Ω , 54 Ω и 45 Ω за један, два и три слоја, респективно, са релативно малим међусобним одступањима у појединачним серијама.

Рад А.6.3. У овом техничком решењу приказан је развијени програмски алат *IndCalc* за израчунавање електричних и магнетских карактеристика *SMD* индуктора стандардних *EIA* димензија са два приступа (0603, 0805 и 1206) из *S*-параметара измерених помоћу векторског анализатора мреже *VNA* (енг. *Vector Network Analyzer*). Програмски алат је развијен у *MATLAB* окружењу и омогућава израчунавање и исцртавање реалног и имагинарног дела импедансе, индуктивности, отпорности, *Q*-фактора, као и вредности паразитних проводности и капацитивности, у функцији од фреквенције до 8,5 GHz. Представљени програмски алат рачуна електричне параметре индуктора на основу двоприступног еквивалентног модела индуктора са унутрашњим и спољашњим параметрима. На тај начин, поред унутрашњих параметара индуктора (редне отпорности *R*, паразитне капацитивности *C* и еквивалентне индуктивности *L*), укључени су и губици

приликом монтирања индуктора на штампану плочу (спољашњи параметри). Развијени софтверски алат *IndCalc* на тај начин омогућава олакшан избор одговарајућих компоненти инжењерима и пројектантима електронских кола. Излазне сигнале VNA (*S*-параметри), софтвер на брз и једноставан начин трансформише у електричне и магнетске параметре *SMD* индуктора.

Рад А.6.4. Познавање нивоа течности је важно у многим индустријским процесима и различитим применама (хемијска, фармацеутска и нафтна индустрија, мерење нивоа течности у резервоарима, итд.). Мерење нивоа течности је од велике користи јер се преко нивоа течности контролише рад технолошких апарата, управљање различитим технолошким процесима и контролише задати ниво. Ниво течности представља граничну површину између две средине (течне и гасне фазе) различитих пермитивности, па је капацитивни метод један од најчешћих метода мерења нивоа. Ово техничко решење представља сензор за мерење нивоа течности уз детектовање врсте течности. Принцип рада сензора се заснива на промени капацитивности сензора услед промене нивоа и врсте течности (са различитим пермитивностима). Сензор је теоријски анализиран и експериментално тестиран користећи анализатор импедансе. Рад сензора је приказан за три врсте течности различитих пермитивности (дејонизована вода, ацетон и бензен).

Рад А.6.5. У овом техничком решењу је приказана мерна метода за одређивање електричних карактеристика *SMD* индуктора (индуктивности, отпорности, *Q*-фактора, реалног и имагинарног дела импедансе) за различите вредности једносмерних струја у широком фреквенцијском опсегу. Мерна метода укључује и одређивање утицаја примењене струје на температуру индуктора. Анализа је базирана на двокрајном моделу индуктора са унутрашњим и спољашњим параметрима, јер унутрашњи параметри не укључују губитке који настају приликом монтирања индуктора на штампану плочу, па је зато потребно укључити и спољашње параметре. За израчунавање параметара индуктора, екстрахованих из измерених *S*-параметара помоћу векторског анализатора мреже, коришћен је софтверски алат *IndCalc*. Мерна поставка се састојала од Agilent E5071B векторског анализатора мреже, прилагодног тест степена, два Mini-Circuits ZFBT-4R2GW+ диплексера, 2403 PRO Voltcraft извора напајања и потрошача од 55 Ω и снаге 16 W.

Рад А.6.6. У овом техничком решењу је приказан поступак израде узорак на бази графенског мастила применом десктоп штампача. Узорци су штампани на флексибилној *PET* фолији и синтеровани на температури од 100 °C. Као мастило за штампу, коришћено је графенско проводно мастило на бази воденог растварача (Phene plus I3015). Узорци су штампани на *PET* подлози дебљине 140 μm (Novacentrix Novele™ *IJ-220*). Штампач Epson Stylus C88+ са 180 млазница и 3 pL величином капљица је коришћен за штампање. У раду су детаљно описани технолошки поступци штампе, као и поступак мерења електричних параметара узорак. Израђена су два сета узорак: први сет, димензија 10 mm×10 mm, штампан је у 7 и 12 слојева, док је други сет узорак димензија 20 mm×2 mm и штампан је у 2, 7 и 12 слојева. Мерење електричних параметара оба сета узорак извршено је системом за мерење Холовог ефекта Есорија HMS-3000. Измерена покретљивост за узорке од 12

слојева износи $2330 \text{ cm}^2/\text{Vs}$. Отпорност другог сета узорака за 2 слоја је $155 \text{ k}\Omega$, за 7 слојева $1,81 \text{ k}\Omega$ и за 12 слојева 220Ω .

Рад А.6.7. Представљен је прототип подешљивог феритног индуктора применом једносмерне струје. Индуктор се састоји од феритног језра на који је, поред индуктивног намотаја, додат и контролни намотај. Променом интензитета струје кроз контролни намотај, мењају се електричне и магнетске карактеристике индуктора и на тај начин се формира подешљиви индуктор. Индуктор са широким опсегом подешавања сопствене индуктивности, омогућава реализацију и употребу нових реконфигурабилних кола која могу да се користе за прилагодне широкопојасне комуникационе системе и прилагодна индуктивна кола за напајања. Реализовани прототип индуктора формиран је од феритног језгра у облику торуса произвођача Fair-Rite, произведеног од материјала ознаке 52, релативне пермеабилности 250, са 18 индуктивних намотаја и 10 контролних намотаја кроз које је пропуштана једносмерна струја до 2 А. Опсег подешавања индуктивности је $31 \mu\text{H}$ - $41 \mu\text{H}$. Димензије коришћеног Ni-Zn феритног језгра су: спољашњи пречник је $12,6 \text{ mm}$, унутрашњи пречник $6,99 \text{ mm}$, а висина $4,9 \text{ mm}$, док је пречник жице $0,32 \text{ mm}$.

Рад А.6.8. У овом техничком решењу је предложен сензор притиска са капацитивним принципом рада са две флексибилне мембране. Сензор се састоји од две електроде на мембранама, одстојника и додатног диелектричног слоја између електрода. За фабрикацију мембрана, одстојника и диелектричног изолационог слоја сензора коришћене су полиимидне фолије. При деловању притиска на електроде, полиимидне мембране се савијају, смањује се растојање између електрода и стога, повећава се капацитивност сензора која служи као мера притиска којим се делује на сензор. Фабриковани сензор је тестиран и измерена карактеристика сензора показује задовољавајућу линеарност и осетљивост. Предложени капацитивни сензор се састоји од две кружне електроде полупречника 10 mm . Сензор је у потпуности фабрикован у инк-џет технологији коришћењем наночестичног сребрног мастила. Електроде су фабриковане на полиимидним фолијама дебљине $125 \mu\text{m}$. Одстојник је реализован од 4 полиимидне фолије дебљине $125 \mu\text{m}$ коришћењем процеса хладне ламинације са везивним слојевима између фолија, чиме је постигнута укупна дебљина одстојника након процеса ламинације 1 mm . У центру одстојника је реализован отвор полупречника 15 mm , са једним слојем изолационе полиимидне фолије у средини. Мерење притиска је извршено до 1 бара, а добијена је осетљивост од $16,7 \text{ pF/bar}$.

4.1 Утицајност кандидативних научних радова

У току седмогодишњег научноистраживачког рада (2012–2019. године), кандидат је објавио 32 научна рада. Укупан број цитата публикованих радова пронађених путем сервиса *Scopus* је 28, од чега су 15 хетероцитати. Укупан h-фактор кандидата је 3 (добијен преко сервиса *Scopus*).

4.2. Параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидативних радова

Библиографија др Чеде Жлебича обухвата укупно 32 научна рада, од чега су 2 рада публикована у часописима са SCI листе, категорије M22. Додатно, један рад у часопису је категорије M51 и један категорије M24.

Од 15 хетероцитата, 7 их је у часописима са SCI листе. Цитирани радови и одговарајући цитати у часописима са SCI листе су:

- Рад **A.3.14** из категорије M33:
Waqas Ahmad, Đurađ Budimir, **Čedo Žlebič**: “Compact Inkjet-Printed Broadband Filtennas with Triple Bandnotch“, 46. European Microwave Conference EuMC, London, UK, 3-7. oktobar 2016, pp. 80-83 (ISBN: 978-2-87487-043-9)
цитиран је у **Рад у истакнутом међународном часопису M22**
 - Lomakin, K., Pavlenko, T., Ankenbrand, M., Sippel, M., Ringel, J., Scheetz, M., Klemm, T., Gräf, D., Helmreich, K., Franke, J., Gold, G., „Evaluation and Characterization of 3-D Printed Pyramid Horn Antennas Utilizing Different Deposition Techniques for Conductive Material“, *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, vol. 8, no. 11, pp. 1998-2006 (IF: 1.662 за 2017. годину (139/260 Engineering, Electrical & Electronic), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=400785>)
- Рад **A.3.8** из категорије M33
Milica Kisić, Nelu Blaž, **Čedo Žlebič**, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović: “Flexible Inkjet Printed Sensor for Liquid Level Monitoring“, *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Eger, Mađarska, 6-10. maj 2015, pp. 472-476 (ISSN: 2161-2528)
цитиран је у часописима категорије **M23**
 - Al-Halhouli, A., Qitouqa, H., Alashqar, A., Abu-Khalaf, J., „Inkjet printing for the fabrication of flexible/stretchable wearable electronic devices and sensors“, *Sensor Review*, vol. 38, no. 4, pp. 438-452, 2018

(IF: 1.089 за 2017. годину, (44/61 Instruments & Instrumentation), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=382812>)

- Kulha, P., Hilber, W., Laposa, A., Jakoby, B., „Screen printed and laminated electrodes for low-cost capacitive level measurement systems“, *Journal of Electrical Engineering*, vol. 69, no. 2, pp. 177-182, 2018 (IF: 0.549 за 2017. год. (232/260 Engineering, Electrical & Electronic), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=391744>)
- Lata, A., Kumar, B., Mandal, N., „Design and development of a level transmitter using force resistive sensor as a primary sensing element“, *IET Science, Measurement and Technology*, vol. 12, no. 1, pp. 118-125, 2017 (IF: 1.389 за 2017. годину, (161/260 Engineering, Electrical & Electronic), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=386553>)

- Рад **A.3.9** из категорије M33
Aleksandar Menićanin, Ljiljana Živanov, Čedo Žlebić, Milica Kisić, Nelu Blaž, Mirjana Damnjanović: “Fully Inkjet Printed CPW Meander Inductors on PET Flexible Substrate“, *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Eger, Mađarska, 6-10. maj 2015, pp. 43-46 (ISSN: 2161-2528)

цитиран је у *Рад у истакнутом међународном часопису M22*

- Sahu, A., Aaen, P.H., Lewandowski, A., Shkunov, M., Rigas, G., Blanchard, P.T., Wallis, T.M. and Devabhaktuni, V.K., „Robust microwave characterization of inkjet-printed coplanar waveguides on flexible substrates“, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 66, no. 12, pp. 3271-3279, 2017 (IF: 2.711 за 2017. годину (87/260 Engineering, Electrical & Electronic), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=374069>)

- Рад **A.3.7** из категорије M33
Čedo Žlebić, Ljiljana Živanov, Milica Kisić, Nelu Blaž, Aleksandar Menićanin, Danijela Randelović, Mirjana Damnjanović: “Electrical Properties of Inkjet Printed Graphene Patterns on PET-based Substrate“, Eger, Mađarska, *IEEE 38. International Spring Seminar on Electronics Technology*, 6-10. maj 2015, pp. 414-417 (ISSN: 2161-2528)

цитиран је у *Рад у врхунском међународном часопису M21*

- T. Vuorinen, J. Niittynen, T. Kankkunen, T.M. Kraft, M. Mäntysalo: „Inkjet-printed graphene/PEDOT:PSS temperature sensors on a skin-conformable polyurethane substrate“, *Scientific Reports*, vol. 6, art. no. 35289, 2016 (IF:

4.847 за 2016. годину, (8/63 Multidisciplinary Sciences),
<https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=400769>)

Рад А.3.3 из категорије М33

Čedo Žlebič, Milica Kisić, Nelu Blaž, Aleksandar Menićanin, Sanja Kojić, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović: "Ink-jet printed strain sensor on polyimide substrate", *IEEE 36. International Spring Seminar on Electronics Technology*, Alba Iulia, Rumunija, 8-12. maj 2013, pp. 409-414 (ISSN: 2161-2528)

цитиран је у *Рад у истакнутом међународном часопису М22*

- Anderson, N., Szorc, N., Gunasekaran, V., Joshi, S., Jursich, G. „Highly sensitive screen printed strain sensors on flexible substrates via ink composition optimization“, *Sensors and Actuators, A: Physical*, no. 290, pp. 1-7, 2019. (IF: 2.538 за 2017. год. (94/260 Engineering, Electrical & Electronic), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=366726>)

Рад А.3.4 из категорије М33

Čedo Žlebič, Nikola Ivanišević, Milica Kisić, Nelu Blaž, Ljiljana Živanov, Mirjana Damnjanović, Aleksandar Menićanin: "Comparison of Resistive and Capacitive Strain Gauge Sensors Printed on Polyimide Substrate Using Ink-Jet Printing Technology“, *IEEE 29th International Conference on Microelectronics – MIEL*, Beograd, Srbija, 12-15. maj 2014, pp. 141-144 (ISBN: 978-1-4799-5294-6)

цитиран је у *Рад у врхунском међународном часопису М21*

- Gharghan, S.K., Nordin, R., Ismail, M. „An ultra-low power wireless sensor network for bicycle torque performance measurements“, *Sensors (Switzerland)*, vol. 15, no. 5, pp. 11741-1176, 2015. (IF: 2.437 за 2015. год. (9/56 Instruments & Instrumentation), <https://kobson.nb.rs/servisi.131.html?jid=360549>)

4.3 Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора

Од 32 публикована рада, 1 рад има 3 аутора (А.3.14), 2 рада имају по 4 аутора (А.3.6 и А.6.8), у 12 публикованих радова број аутора је 5 (А.2.1, А.3.5, А.3.8, А.3.12, А.3.13, А.3.15, А.3.16, А.3.17, А.3.19, А.5.1, А.6.3, А.6.7), а у 12 радова има 6 аутора (А.1.1, А.1.2, А.3.1, А.3.9, А.3.10, А.3.11, А.4.1, А.6.1, А.6.2, А.6.4, А.6.5, А.6.6). У 5 публикованих радова има 7 аутора (А.3.2, А.3.3, А.3.4, А.3.7, А.3.18).

Пошто су сви радови кандидата експериментални, по Правилнику се воде као радови са пуном тежином.

број радова	укупан број аутора у раду	категорија публикације
1	3	1 рад M33
2	4	1 рад M33, 1 рад M85
12	5	1 рад M24, 8 радова M33, 1 рад M63, 2 рада M85
12	6	2 рада M22, 4 рада M33, 1 рад M51, 5 радова M85
5	7	5 радова M33

4.4 Степен самосталности у научноистраживачком раду и улога у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат је демонстрирао висок степен самосталности и иницијативе у досадашњем научноистраживачком раду. Од 32 публикована научна рада, кандидат је први аутор у 13 радова. У 6 радова на којима је кандидат први аутор, тематски и методолошки припадају научноистраживачком раду којим се превасходно бавио током рада на својој докторској дисертацији. Осим тога, кандидат је дао круцијалан допринос осмишљавању и реализацији истраживања представљених у овим радовима. Кандидат је показао висок степен самосталности у областима развијања сензора за мерење истезања материјала, влаге, нивоа течности који су развијани у различитим технологијама, карактеризације магнетских и електричних материјала, што је било независно од теме докторске дисертације.

4.5 Значај радова

Научни радови које је кандидат публиковао на основу резултата истраживања везаних за тему докторске дисертације позитивно су до сада цитирани у 15 међународних радова. Битно је истаћи да докторска дисертација припада актуелном тренду у савременој електроници који се односи на истраживање и развој подешљивих индуктора чије се карактеристике контролишу применом једносмерне струје.

4.6 Допринос кандидата реализацији коауторских радова

Од 32 публикована рада, кандидат је коаутор на 19 радова. Коауторски радови су резултат тимског рада и сарадње кандидата са истраживачима других научноистраживачких институција у Републици Србији, али и иностранству.

5. ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА СТИЦАЊЕ ЗВАЊА

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, минимални квантитативни захтеви за стицање научног звања Научни сарадник за техничко–технолошке науке су:

Диференцијални услов од првог избора у претходно звање до избора у звање		неопходно	остварено
Научни сарадник	укупно	16	41
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+ M80+M90+M100	9	35
Обавезни (2)	M21+M22+M23	5	10

* нормирано на основу броја аутора.

Др Чедо Жлебич је од избора у звање истраживач сарадник публиковао 2 рада категорије М22, 1 рад категорије М51, 1 рад категорије М24, 14 радова саопштених на међународним конференцијама М33 и 3 техничка решења М85 и одбранио је докторску дисертацију М71.

Дакле, кандидат је остварио **укупну научну продукцију** у вредности од:
 $2 \times M22 + 1 \times M24 + 14 \times M33 + 1 \times M51 + 1 \times M71 + 3 \times M85 = 2 \times 5 + 1 \times 3 + 14 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 6 + 3 \times 2 = 41$ поен,
од избора у звање истраживач сарадник, а по Правилнику је захтевано минимално 16.

Кандидат испуњава и преостала два услова.

Диференцијални услов, Обавезни 1:

$2 \times M22 + 1 \times M24 + 14 \times M33 + 1 \times M51 + 3 \times M85 = 2 \times 5 + 1 \times 3 + 14 \times 1 + 1 \times 2 + 3 \times 2 = 35$ поена,
од избора у звање истраживач сарадник, а по Правилнику је захтевано минимално 9.

Диференцијални услов, Обавезни 2:

$2 \times M22 = 2 \times 5 = 10$ поена,
а захтевано је минимално 5.

врста резултата	број радова	вредност резултата	број бодова
M22	2	5	10
M24	1	3	3
M33	14	1	14
M51	1	2	2
M71	1	6	6
M85	3	2	6
УКУПНО			41

* нормирано на основу броја аутора.

Кандидат тренутно учествује у реализацији научно-истраживачког пројекта финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Својим укупним научним радом кандидат др Чедо Жлебич показује да је способан за самостални научноистраживачки рад.

МИШЉЕЊЕ И ПРЕДЛОГ

У складу са горе наведеним, чланови Комисије су констатовали да кандидат **др Чедо Жлебич** поседује све научне квалитете и испуњава све услове за избор у звање научног сарадника.

На основу постигнутих резултата током седмогодишњег научноистраживачког рада, чланови Комисије са задовољством предлажу да се др Чедо Жлебич изабере у научно звање **научни сарадник** за ужу научну област **Електроника** на период од пет година.

У Новом Саду,
10. јуна 2019. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Председник:

Др Љиљана Живанов, редовни професор
Факултет техничких наука Нови Сад
(уно: Електроника)

Члан:

Др Мирјана Дамњановић, редовни професор
Факултет техничких наука Нови Сад
(уно: Електроника)

Члан:

Др Александар Менићанин, виши научни сарадник
Институт за мултидисциплинарна истраживања
(уно: Електроника)

Члан:

Др Милољуб Луковић, научни саветник
Институт за мултидисциплинарна истраживања
(уно: Електротехнички материјали)

Члан:

Др Миодраг Милутинов, доцент

Назив института – факултета који подноси захтев:

**Факултет техничких наука
Универзитет у Новом Саду**

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: **Чедо Жлебич**
Година рођења: **1987.**
ЈМБГ: **0909987800095**

Назив институције у којој је кандидат стално запослен:
Факултет техничких наука

Дипломирао: **Мастер инжењер електротехнике и
рачунарства**
Година: **2011.**
Факултет: **Факултет техничких наука,
Универзитет у Новом Саду**

Магистрирао: -
Година: -
Факултет: -

Докторирао: **Доктор наука – електротехнике и рачунарства**
Година: **2019.**
Факултет: **Факултет техничких наука,
Универзитет у Новом Саду**

Постојеће научно звање:
Истраживач сарадник

Научно звање које се тражи:
Научни сарадник

Област науке у којој се тражи звање:
Техничко–технолошке науке

Грана науке у којој се тражи звање:
Електротехника

Научна дисциплина у којој се тражи звање:
Електроника

Назив научног матичног одбора којем се захтев упућује:
МНО за електронику, телекомуникације и информационе технологије

II Датум избора-реизбора у научно звање:Научни сарадник: **(нема)**Виши научни сарадник: **(нема)****III Научно-истраживачки резултати (прилог 1 и 2 правилника):**

2. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

	број	вредност	укупно
M11 =			
M12 =			
M13 =			
M14 =			
M15 =			
M16 =			
M17 =			
M18 =			

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

	број	вредност	укупно
M21a =			
M21 =			
M22 =	2	5	10
M23 =			
M24 =			
M25 =			
M26 =			
M27 =			
M28 =			

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број	Вредност	укупно
M31 =			
M32 =			
M33 =	14	1	14
M34 =			
M35 =			
M36 =			

4. Националне монографије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације националног значаја; научни преводи и критичка издања грађе, библиографске публикације (M40):

	број	Вредност	укупно
M41 =			

M42 =

M43 =

M44 =

M45 =

M46 =

M47 =

M48 =

M49 =

5. Часописи националног значаја (M50):

	број	Вредност	укупно
M51 =	1	2	2
M52 =			
M53 =			
M54 =			
M55 =			
M56 =			

6. Зборници скупова националног значаја (M60):

	број	Вредност	укупно
M61 =			
M62 =			
M63 =			
M64 =			
M65 =			
M66 =			

7. Магистарске и докторске тезе (M70):

	број	Вредност	укупно
M71 =	1	6	6
M72 =			

8. Техничка и развојна решења (M80)

	број	Вредност	укупно
M81 =			
M82 =			
M83 =			
M84 =			
M85 =	3	2	6
M86 =			

9. Патенти, ауторске изложбе, тестови (M90):

	број	Вредност	укупно
M91 =			
M92 =			
M93 =			

IV Квалитативна оцена научног доприноса (прилог 1 правилника):

1. Показатељи успеха у научној раду:

(Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава; уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву; чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у одборима научних друштава; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката)

1.1 Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава:

Нема.

1.2 Уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву:

Нема.

1.3 Чланства у одборима међународних научних конференција и одборима научних друштава:

Нема.

1.4 Чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката:

Кандидат је рецензирао један рад у часопису *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*.

2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова:

(Допринос развоју науке у земљи; менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима; педагошки рад; међународна сарадња; организација научних скупова)

2.1 Допринос развоју науке у земљи:

Кандидат тренутно учествује у реализацији једног научно-истраживачког пројекта финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије:

- Истраживач сарадник на пројекту „Иновативне електронске компоненте и системи базирани на неорганским и органским технологијама уграђени у робе и производе широке потрошње“, ТР32016, 2011–2019. године.

2.2 Менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима:

Нема.

2.3 Педагошки рад:

Нема.

2.4 Међународна сарадња:

Нема.

2.5 Организација научних скупова:

Кандидат је био члан организационог одбора међународне конференције: *IEEE International Spring Seminar on Electronics Technology*, која је била одржана на Златибору, Србија, 16-20. маја 2018 године.

3. Организација научног рада:

(Руковођење пројектима, потпројектима и задацима; технолошки пројекти, патенти, иновације и резултати примењени у пракси; руковођење научним и стручним друштвима; значајне активности у комисијама и телима Министарства просвете, науке и технолошког развоја и телима других министарстава везаних за научну делатност; руковођење научним институцијама)

3.1 Руковођење научним пројектима, потпројектима и задацима:

Нема.

3.2 Примењеност у пракси кандидатових технолошких пројеката, патената, иновација и других резултата:

Нема.

3.3 Руковођење научним и стручним друштвима:

Нема.

3.4 Значајне активности у комисијама и телима Министарства науке и телима других министарстава везаних за научну делатност:

Нема.

3.5 Руковођење научним институцијама:

Нема.

4. Квалитет научних резултата:

(Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова; ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја

коаутора; степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова; значај радова)

4.1 Утицајност кандидатових научних радова:

У току седмогодишњег научноистраживачког рада (2012. – 2019. године), кандидат је објавио 32 научна рада. Укупан број цитата публикованих радова пронађених путем сервиса *Scopus* је 28, од тог броја 15 су хетероцитати. Укупан h-фактор кандидата је 3 (добијен преко сервиса *Scopus*).

4.2 Параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова:

Библиографија др Чеде Жлебича обухвата укупно 32 научна рада, од чега су 2 рада публикована у часописима са SCI листе, категорије M22. Додатно, један рад у часопису је категорије M51 и један категорије M24. Од 15 хетероцитата, 7 их је у часописима са SCI листе.

4.3 Ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора:

Од 32 публикована рада, 1 рад има 3 аутора, 2 рада имају по 4 аутора. У 12 публикованих радова број аутора је 5, а такође и у 12 радова број аутора је 6. Број публикованих радова са 7 аутора има укупно 5. Пошто су сви радови кандидата експериментални, по Правилнику се воде као радови са пуном тежином.

4.4 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству:

Кандидат је демонстрирао висок степен самосталности и иницијативе у досадашњем научноистраживачком раду. Од 32 публикована научна рада, кандидат је први аутор у 13 радова. У 6 радова на којима је кандидат први аутор, тематски и методолошки припадају научноистраживачком раду којим се превасходно бавио током рада на својој докторској дисертацији. Осим тога, кандидат је дао доминантан и круцијалан допринос осмишљавању и реализацији истраживања представљених у овим радовима. Кандидат је показао висок степен самосталности у областима развијања сензора за мерење влаге, истезања материјала, нивоа течности који су развијани у различитим

технологијама, карактеризације различитих магнетских и електричних материјала, што је било независно од теме докторске дисертације.

4.5 Значај радова:

Научни радови које је кандидат публиковано на основу резултата истраживања везаних за тему докторске дисертације позитивно су до сада цитирани у 26 међународних радова. Битно је истаћи да докторска дисертација припада актуелном тренду у савременој електроници који се односи на истраживање и развој подешљивих индуктора чије се карактеристике контролишу применом једносмерне струје.

4.6 Допринос кандидата реализацији коауторских радова:

Од 32 публикована рада, кандидат је коаутор у 19 радова. Коауторски радови су резултат тимског рада и сарадње кандидата са истраживачима других научноистраживачких институција у Републици Србији, али и иностранству (Аустрија, Велика Британија).

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата са образложењем:

На основу анализе поднетог материјала и личног увида у рад кандидата др Чеде Жлебича, Комисија закључује да кандидат испуњава све формалне услове за избор у научно звање научни сарадник: има научни назив доктора наука и објављене и рецензиране научноистраживачке резултате.

У складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, минимални квантитативни захтеви за стицање научног звања научни сарадник за техничко–технолошке науке су:

Диференцијални услов од првог избора у претходно звање до избора у звање		неопходно	остварено
Научни сарадник	укупно	16	41
Обавезни (1)	M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+ M80+M90+M100	9	35
Обавезни (2)	M21+M22+M23	5	10

* нормирано на основу броја аутора.

Др Чедо Жлебич је од избора у звање истраживач сарадник публиковао 2 рада категорије M22, 1 рад категорије M51, 1 рад категорије M24, 14 радова саопштених на међународним конференцијама M33 и 3 техничка решења M85 и одбранио је докторску дисертацију M71.

Дакле, кандидат је остварио **укупну научну продукцију** у вредности од:
 $2 \times M22 + 1 \times M24 + 14 \times M33 + 1 \times M51 + 1 \times M71 + 3 \times M85 = 2 \times 5 + 1 \times 3 + 14 \times 1 + 1 \times 2 + 1 \times 6 + 3 \times 2 = 41$
поен,

од избора у звање истраживач сарадник, а по Правилнику је захтевано минимално 16.

Кандидат испуњава и преостала два услова.

Диференцијални услов, Обавезни 1:

$$2 \times M22 + 1 \times M24 + 14 \times M33 + 1 \times M51 + 3 \times M85 = 2 \times 5 + 1 \times 3 + 14 \times 1 + 1 \times 2 + 3 \times 2 = 35$$

поена,

од избора у звање истраживач сарадник, а по Правилнику је захтевано минимално 9.

Диференцијални услов, Обавезни 2:

$$2 \times M22 = 2 \times 5 = 10 \text{ поена,}$$

а захтевано је минимално 5.

Кандидат тренутно учествује у реализацији научно-истраживачког пројекта финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Својим укупним научним радом кандидат др Чедо Жлебич показује да је способан за самостални научноистраживачки рад.

Узимајући у обзир све наведене квалитете кандидата, Комисија сматра да је кандидат својим досадашњим научним радом доказао да је оспособљен за самосталан научноистраживачки рад и предлаже да се **др Чедо Жлебич** изабере у научно звање **научни сарадник** за ужу научну област **Електроника** на период од пет година.

У Новом Саду,

10. јуна 2019. године.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ

Др Љиљана Живанов, редовни професор
 Факултет техничких наука,
 Универзитет у Новом Саду

МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА

За техничко-технолошке и биотехничке науке

Диференцијални услов- Од првог избора у претходно звање до избора у звање.....	потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно XX=	Остварено
Научни сарадник	Укупно	16	41
	M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51 +M80+M90 +M100	9	35
	M21+M22+M23	5	10
Виши научни сарадник	Укупно	50	
	M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51+M80+M90 +M100	40	
	M21+M22+M23+M81-83+M90- 96+M101-103+M108	22	
Научни саветник	Укупно	70	
	M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51+M80+M90 +M100	54	
	M21+M22+M23+M81-83+M90- 96+M101-103+M108	30	

* нормирано на основу броја аутора.