

Raport științific final contract 327 PED/2020 (2020 - 2022)

Competiția:	Proiect experimental demonstrativ - PED 2019
Nr. contract:	327 PED/2020
Cod proiect:	PN-III-P2-2.1-PED-2019-5337
Domeniul de cercetare:	4 - Eco-nanotehnologii și materiale avansate
Titlul:	Dezvoltarea de varistoare fiabile pe bază de oxizi metalici pentru îmbunătățirea efectului protector al descărcătoarelor de supratensiuni
Acronim:	REMOVAR
Data începere proiect:	03.08.2020
Data finalizare proiect:	29.07.2022
Durata (luni):	24
Buget total:	703.000 lei
Buget 1 Bugetul de stat	600.000 lei
Buget 2 Alte surse atrase (cofinanțare):	103.000 lei
Pagina web proiect:	http://www.icpe-ca.ro/327ped-2020/
Instituția coordonatoare:	Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Inginerie Electrică ICPE-CA (INCDIE ICPE-CA)
Director de proiect:	Dr. Ing. Lungu Magdalena Valentina
Partener 1 proiect (P1):	MAIRA MONTAJ SRL

1. Prezentare generală a realizării obiectivelor proiectului, cu punerea în evidență a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor

Obiectivul principal al proiectului constă în atingerea TRL 7 după implementarea proiectului prin activități de cercetare industrială pentru obținerea de modele experimentale (ME, TRL 3) și funcționale (MF, TRL 4) de varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) testate în mediul industrial (TRL 6) folosind noi pulberi compozite de oxizi metalici (MO) și prin activități de dezvoltarea experimentală de prototipuri certificate de MOV testate în mediul operațional în descărcătoare de supratensiuni de medie tensiune (MVSA, TRL 7) și validarea tehnologiei de laborator, pornind de la TRL 2.

Obiectivele tehnico-științifice derivate sunt:

- O1.** Elaborarea de studii documentare privind stadiul actual al realizării de pulberi MO pentru obținere MOV și al realizării de MOV sub forma de disc pentru MVSA (TRL 2);
- O2.** Dezvoltarea, fabricarea și caracterizarea ME de pulberi MO pentru MOV (TRL 2);
- O3.** Selectarea materialelor MO optime;
- O4.** Dezvoltarea, fabricarea și caracterizarea ME, MF și a prototipurilor de MOV;
- O5.** Demonstrarea funcționalității MOV în mediul industrial (TRL 6);
- O6.** Protecția cunostintelor intelectuale printr-o cerere de brevet înregistrată la OSIM;
- O7.** Elaborarea documentației tehnice de certificare a prototipurilor de MOV și validarea tehnologiei de laborator;
- O8.** Demonstrarea funcționalității prototipurilor de MOV disc în mediul operațional (TRL 7);
- O9.** Realizarea unei dezvoltari durabile pe termen lung;
- O10.** Diseminarea pe scară largă a rezultatelor proiectului și protecția cunoștințelor industriale.

2. Prezentarea și argumentarea nivelului de maturitate tehnologică (TRL) la finalul proiectului

La finalul proiectului a fost atins **Nivelul de Maturitate Tehnologică TRL 7 - Demonstrarea funcționalității prototipului în condiții reale/relevante de funcționare**, deoarece prototipurile certificate de varistoare pe bază de oxizi metalici ($ZnO-V_2O_5-SnO_2-Sb_2O_3-Co_3O_4-Cr_2O_3$ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni, care au fost realizate prin tehnici ale metalurgiei pulberilor cu diametrul final de $28 \pm 0,5$ mm și înălțimea finală de $13 \pm 0,5$ mm și testate funcțional în condiții reale de exploatare în descărcătoare de supratensiuni de medie tensiune, corespund criteriilor impuse varistoarelor pe bază de ZnO în standardele în vigoare și se pot folosi în aplicații practice în inginerie electrică, energetică, electrotehnică, etc.

3. Gradul de atingere a rezultatelor estimate

Rezultate	Estimate			Realizate		
	Anul	Denumirea rezultatelor	Total	Anul	Denumirea rezultatelor	Total
Studii	2020	Studiu documentar	2	2020	Studiu documentar pulberi compozite pe bază de oxizi metalici pentru varistoare	2
	2020	Studiu documentar		2020	Studiu documentar varistoare disc pentru descărcătoare de supratensiuni	
Produse	2020	ME de pulberi compozite pe bază de oxizi metalici (MO) pentru varistoare	Min. 6	2020+ 2021	Modele experimentale (ME) de pulberi compozite pe bază de oxizi metalici (MO) pentru varistoare	14 (6+8)
	2021	ME de varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) realizate sub formă de disc	Min. 12	2021	Modele experimentale (ME) de varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) realizate sub formă de disc	20
	2021	MF de varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) realizate sub formă de disc	2	2021	Modele funcționale (MF) de varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) realizate sub formă de disc	2
	2021+ 2022	MF de descărcătoare de supratensiuni de medie tensiune (MVSA)	Min. 2	2021+ 2022	Modele funcționale (MF) de descărcătoare de supratensiuni de medie tensiune (MVSA)	6 (3+3)
	2022	Prototip de varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) sub formă de disc	1	2022	Prototipuri de varistoare pe bază de oxizi metalici (ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni	1
Tehnologie	2021+ 2022	Tehnologie de realizare varistoare pe bază de oxizi metalici	1	2021	Procedeu de obținere a unor varistoare pe bază de oxid de zinc sub formă de disc conform CBI nr. A/00741 din 06.12.2021	2
				2022	Tehnologie de realizare varistoare pe bază de oxizi metalici (ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni	
Alte tipuri	2022	Specificație tehnică (ST) - varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) sub formă de disc	1	2022	Specificație tehnică (ST nr. 139/18.07.2022) "Varistoare pe bază de oxizi metalici (ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5% molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni"	1
	2022	Procedură de lucru (PL) pentru realizare varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) sub formă de disc	1	2022	Procedură de lucru (PL-1/2-24 din 20.07.2022) "Realizare varistoare pe bază de oxizi metalici (ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5% molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni"	1
	2022	Fișă tehnică de produs (varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV) sub formă de disc)	1	2022	Fișă tehnică de produs "Varistoare pe bază de ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5% molare sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni"	1

	2022	Rapoarte de încercări	Min. 5	2022	Rapoarte de încercări prototipuri de varistoare pe bază ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5% molare sub formă de disc	6
	2022	Documentație tehnică (dosar de certificare prototipuri de varistoare pe bază de oxizi metalici sub formă de disc și de validare a tehnologiei de laborator pentru realizarea acestora)	1	2022	Documentație tehnică (dosar de certificare prototipuri de varistoare pe bază de oxizi metalici (ZnO-V ₂ O ₅ -SnO ₂ -Sb ₂ O ₃ -Co ₃ O ₄ -Cr ₂ O ₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni - MVSA)	1

Având în vedere rezultatele obținute și prezentate în Rapoartele științifice și tehnice (RST) ale Etapei 1/2020, Etapei 2/2021 și Etapei 3/2022 de realizare a proiectului **PN-III-P2-2.1-PED-2019-5337, contract 327 PED/2020**, acronim REMOVAR, **se consideră îndeplinite activitățile și obiectivele tehnico-științifice prevăzute în Planul de realizare a proiectului.**

4. Impactul rezultatelor obținute

- ▶ Obținerea și consolidarea de noi cunoștințe științifice și tehnice ale ambelor echipe de cercetare, împreună cu realizarea de produse finale performante (prototipuri certificate de varistoare pe bază de oxizi metalici – MOV (ZnO-V₂O₅-SnO₂-Sb₂O₃-Co₃O₄-Cr₂O₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare) sub formă de disc pentru descărcătoare de supratensiuni – MVSA, TRL 7) la prețuri de producție mai mici și caracteristici tehnice comparative cu produsele existente pe piața internațională;
- ▶ Creșterea gradului de expertiză științifică a echipelor de cercetare.
- ▶ Creșterea activității de CDI a ambilor parteneri prin dezvoltarea de noi materiale avansate, produse și tehnologii inovatoare;
- ▶ Realizarea de noi produse inovatoare (prototipuri certificate de varistoare pe bază de ZnO-V₂O₅-SnO₂-Sb₂O₃-Co₃O₄-Cr₂O₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare realizate sub formă de disc) cu o valoare adăugată ridicată și competitive pentru export care pot fi transferate în mediul economic;
- ▶ Crearea premiselor pentru producerea, introducerea pe piață și utilizarea în România a noi produse non-toxice, performante cu valoare adăugată ridicată obținute prin procese noi, eficiente și ecologice;
- ▶ Creșterea gradului de vizibilitate științifică a ambilor parteneri prin publicarea de noi articole în reviste de specialitate ISI și BDI, participarea, comunicarea rezultatelor și promovarea produselor românești la evenimente științifice și tehnice naționale și internaționale din domeniul proiectului;

5. Exploatarea și diseminarea rezultatelor proiectului

Diseminarea rezultatelor proiectului s-a realizat pe scară largă prin:

- **participarea la 3 manifestări tehnico-științifice internaționale** din domenii specifice proiectului și **comunicarea a 3 articole științifice:**

(L1) M.V. Lungu, D. Tâlpeanu, C.D. Cîrstea, M. Marin, A. Caramitu, D. Pătroi, V. Marinescu, G. Sbarcea, P. Godeanu, *SnO₂-Bi₂O₃-CuO-NiO based composites for varistor applications*, 4th International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering - EmergeMAT, Nov. 4-5, 2021 - Bucharest, Romania, **comunicare poster** realizat de Dr. Ing. Magdalena Valentina Lungu, <https://imnr.ro/wp/wp-content/uploads/emergemat/E4-S2-17-Lungu.pdf>

(L2) M.V. Lungu, D. Tâlpeanu, M. Marin, V. Marinescu, C.D. Cîrstea, D. Pătroi, G. Sbarcea, A. Barbu, *Preliminary study on spark plasma sintered SnO₂-based composites as potential candidates for varistor applications*, 6th International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'21), Nov. 26-28, 2021, Kozakli, Turkey, **comunicare orală** susținută de Dr. Ing. Dorinel Tâlpeanu, http://www.imstec.org/yazim_formatlari/IMSTEC%202021%20PROGRAM.pdf

(L3) M.V. Lungu, A. Caramitu, D. Pătroi, V. Marinescu, G. Sbarcea, M. Lucaci, M. Marin, D. Tâlpeanu, P. Godeanu, *Study of disc-shaped ZnO based varistors doped with V₂O₅, Sb₂O₃, Co₃O₄, SnO₂, and Cr₂O₃*, International Conference on Applied Sciences ICAS2022, 25-28 May 2022, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, Banja Luka, the Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina, **comunicare orală** susținută de Dr. Ing. Magdalena Valentina Lungu, https://icas.science/forms/Program_ICAS2022.pdf

- **publicarea L1** (Abstract), p. 44 din Book of Abstracts, 4th International Conference on Emerging Technologies in Materials Engineering - EmergeMAT, 4-5 Nov. 2021 - Bucharest, Romania, Online ISSN 2602-0424, ISSN-L 2602-0416, Print ISSN 2602-0416, ISSN-L 2602-0416, <https://imnr.ro/wp/wpcontent/uploads/Book-of-Abstracts-final-2021.pdf>

- **publicarea L2** (Lucrare în extenso), 6 pagini în Proceedings of 6th International Conference on Material Science and Technology in Cappadocia (IMSTEC'21), Nov. 26-28, 2021, Kozakli, Turkey, p. 193-198, http://www.imstec.org/yazim_formatlari/PROCEEDINGS%20BOOK.pdf, indexat BDI.

- **publicarea L3** (Abstract), p. 65, Book of Abstracts, Ed. Prof. Tihomir Latinovic, ISBN 978-99938-39-99-6, https://www.researchgate.net/publication/361073268_ICAS_2022_BOOK_OF_ABSTRACTS

- **publicarea articolului științific ISI**: M.V. Lungu, D. Pătroi, V. Marinescu, A. Caramitu, M. Marin, D. Tălpeanu, M. Lucaci, P. Godeanu, *Preparation and study of the optical, electrical and dielectric characteristics of some disc-shaped tin dioxide-based varistors*, articol acceptat în mai 2022, in press, Romanian Journal of Physics, ISSN: 1221-146X, Vol. 67, Issues 7-8, 610, Aug. 2022, https://rjp.nipne.ro/2022_67_7-8.html, IF/2020 = 1.888.

- **crearea și actualizarea paginii web a proiectului:**

➤ **Protecția cunoștințelor intelectuale/exploatarea și diseminarea rezultatelor proiectului** s-a realizat prin elaborarea unei **cereri de brevet de invenție** intitulată "Procedeu de obținere a unor varistoare pe bază de oxid de zinc sub formă de disc", autori: M.V. Lungu, C.D. Cîrstea, M. Marin, D. Tălpeanu, A. Caramitu, D. Pătroi, V. Marinescu, G.B. Sbarcea, C.A. Manea, P. Godeanu, A. Barbu, înregistrată la OSIM cu nr. **A/00741** din **06.12.2021**.

6. Prezentarea livrabililor/indicatorilor obținuți la finalul proiectului comparativ cu cei propuși

Nr. crt.	Livrabile/indicatori planificați	Nr.	Livrabile/indicatori realizați	Nr.
1.	Articole acceptate/publicate in reviste indexate ISI	1	Articol acceptat intr-o revista indexata ISI, care se va publica in luna august 2022	1
2.	Articole publicate in reviste indexate in baze de date internationale	1	Articole publicate in reviste indexate in baze de date internationale	1
3.	Cereri de brevet naționale	1	Cereri de brevet nationale (CBI nr. A/00741 din 06.12.2021)	1
4.	Participări la conferințe naționale / internaționale	Min. 2	Participări la conferințe internaționale (IMSTEC'21, Nov. 26-28, 2021, Turkey; EmergeMAT, Nov. 4-5, 2021 - Bucharest, Romania; ICAS2022, May 25-27, 2022, Banja Luka, Bosnia and Herzegovina)	3
5.	Articole comunicate la conferințe internaționale	Min. 2	Articole comunicate la conferințe internaționale: 2 comunicări orale și un poster	3
6.	Produse	Min. 5	Produse (ME de pulberi compozite de MOV, ME, MF si prototipuri certificate de MOV disc si MF de MVSA)	5
7.	Tehnologii	1	Tehnologii	2
8.	Studii documentare	2	Studii documentare	2
9.	Alte rezultate (documentații tehnice)	5	Alte rezultate (documentații tehnice: ST, PL, fisa de produs, dosar de certificare prototipuri de MOV sub forma de disc)	5

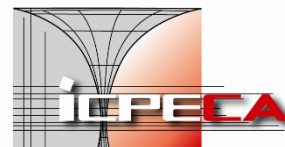
Având în vedere **livrabilile/indicatorii realizați** si cei **planificați** în cadrul proiectului **PN-III-P2-2.1-PED-2019-5337, contract 327 PED/2020**, acronim **REMOVAR**, se consideră **îndepliniți indicatorii de rezultat în conformitate cu Planul de realizare a proiectului.**



Nr. Registrul Comerțului
 J40/3800/2001
 Cod Fiscal R 13827850
 Capital Social: 381.108 Lei
 Trezorerie:
 RO24TREZ7005069XXX002740

Cont : ROL
 RO52RNCB0076029424690001
 BCR Sucursala Sector 5, București
 Splaiul Unirii nr. 313, sector 3
 București, 030138, România

Email: office@icpe-ca.ro
 Tel: +4021.346.7231
 +4021.346.8297
 Fax: +4021.346.8299


 INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE
 PENTRU INGINERIE ELECTRICĂ INC DIE ICPE-CA

FIȘĂ TEHNICĂ

**Varistoare pe bază de ZnO-V₂O₅-SnO₂-Sb₂O₃-Co₃O₄-Cr₂O₃
 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare sub formă de disc
 pentru descărcătoare de supratensiuni**


Descriere produs: Varistoarele pe bază de ZnO-V₂O₅-SnO₂-Sb₂O₃-Co₃O₄-Cr₂O₃ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare se realizează prin tehnici ale metalurgiei pulberilor sub formă de disc cu diametrul de (28-32)±0,5 mm și înălțimea de (12-16)±0,5 mm, pornind de la amestecuri de pulberi compozite MOV granulate. Discurile MOV cu electrozi de Ag pe suprafețele circulare se folosesc pentru echiparea unor descărcătoare de supratensiuni utilizate în inginerie electrică, energetică, electrotehnică, etc.

Caracteristici tehnice la temperatura de 25±5 °C	Valori impuse în ST 139/18.07.2022	Metode de verificare
Aspectul exterior	Aspect omogen, fără fisuri, culoare uniformă, fără incluziuni străine	vizual
Forme și dimensiuni	Varistoare pe bază de oxizi metalici cu formă de disc cu diametrul de 28±0,5 mm și înălțimea de 13±0,5 mm, cu suprafețe plan paralele	șubler cu precizie de 0,1 mm
Faze cristalografice, conținut de faze și dimensiuni de cristalit (d)	Fază spinelică pe bază de ZnO cu structură hexagonală, 70...77 % masice, d = 80...160 nm Alte faze pe bază de oxizi ai elementelor componente, 23...30 % masice, d=60...140 nm	SR EN 13925-1,2,3:2003 ver. eng.; PO-LI-MAT-1 INC DIE ICPE-CA, Nr. 1, Ed. 0/06.2020
Compoziția chimică (% masice)	Zn: min. 77 %; O: max. 20 % V: min. 0,3 %; Sn: min. 0,5 % Sb: min. 0,7 %; Co: min. 1,0 % Cr: min. 0,4 %; impurități: max. 0,5 %	PL-1/4-10 INC DIE ICPE-CA, Nr. 1, Ed. 0/03.2019
Densitatea (ρ _a) și porozitatea aparentă (P _a)	ρ _a = minim 5,1 g/cm ³ P _a = maxim 2 %	SR EN ISO 18754:2022 ver. eng
Permitivitatea relativă reală (ε' _r) și imagină (ε'' _r), factorul de pierderi (tan δ) și capacitatea electrică (C) la frecvența de 1 kHz	ε' _r = maxim 990; ε'' _r = maxim 330 tan δ = maxim 0,34 C = maxim 0,5 pF	SR EN IEC 62631-2-1:2018 ver. eng.
Rezistența electrică în curent continuu (c.c.)	minim 50 MΩ pentru tensiuni de încercare în c.c. (U _{cc}) de 500...1000 V	SR EN 60099-4:2015 ver. eng.; PE 116/94
Curentul de conducție (scurgere) (I _c) și tensiunea de conducție (U _c) în curent alternativ (c.a.)	I _c = maxim 1,5 mA pentru tensiuni de încercare în c.a. (U _{ca}) de 100...1300 V U _c = minim 1,8 kV	SR EN 60099-4:2015 ver. eng.; PE 116/94
Tensiunea nominală (U _n) a descărcătorului (tensiunea maximă de amorsare), curentul de conducție (scurgere) (I _c) și tensiunea de funcționare continuă (U _c) a varistoarelor pe bază de oxizi metalici montate în descărcătoare de supratensiuni	U _n = minim 26 kV în c.c. I _c = maxim 2,5 mA în c.a. U _c = maxim 24 kV în c.a. U _c = maxim 44 kV în c.c.	SR EN 60099-4:2015 ver. eng.; PE 116/94

Domenii de utilizare: inginerie electrică, energetică, electrotehnică, etc.

Ambalare: Varistoarele pe bază de oxizi metalici realizate prin tehnici ale metalurgiei pulberilor sub formă de disc se ambalează în pungi de polietilenă sau cutii de carton închise, cu masa de maxim 3 kg.

Depozitare: Varistoarele pe bază de oxizi metalici realizate prin tehnici ale metalurgiei pulberilor sub formă de disc se depozitează în ambalajele originale, în încăperi închise, în următoarele condiții de mediu: temperatura minimă în timpul utilizării: -33°C, temperatura maximă în timpul utilizării: +40°C, umiditatea relativă: maxim 65 % la 20°C, gradul de agresivitate al atmosferei: condiții normale.

Valabilitate: Varistoarele pe bază de oxizi metalici realizate prin tehnici ale metalurgiei pulberilor sub formă de disc sunt garantate pentru depozitare și conservare, pe o perioadă de un an de la data fabricației, până la utilizarea acestora în descărcătoare de supratensiuni, cu respectarea condițiilor de ambalare, depozitare, conservare și transport din ST 139/18.07.2022.

Prezentare succintă a rezultatelor obținute în cadrul proiectului

În cadrul Contractului PNCDI III nr. 327 PED/2020 derulat în perioada 03.08.2020 - 29.07.2022 au fost obținute modele experimentale (ME) de pulberi compozite pentru varistoare pe bază de oxizi metalici (MOV), ME, modele funcționale (MF) și prototipuri de MOV disc pe bază de SnO_2 și ZnO prin tehnici ale metalurgiei pulberilor sub formă de disc cu diametrul de $(28-32)\pm 0,5$ mm și înălțimea de $(12-16)\pm 0,5$ mm pentru descărcătoare de supratensiuni. Prototipurile de MOV ($\text{ZnO-V}_2\text{O}_5\text{-SnO}_2\text{-Sb}_2\text{O}_3\text{-Co}_3\text{O}_4\text{-Cr}_2\text{O}_3$ 97,5-0,5-0,5-0,5-0,5-0,5 % molare) disc elaborate au fost certificate prin documentații tehnice de validare a tehnologiei de obținere. Testarea în condiții reale de exploatare a prototipurilor de MOV disc montate în descărcătoare de supratensiuni a relevat atingerea Nivelului de Maturitate Tehnologică TRL 7, produsele fiind fezabile introducerii în fabricație și implementării pe piață de către Coordonatorul proiectului - INCDIE ICPE-CA și partenerul industrial IMM - MAIRA MONTAJ SRL.

Diseminarea rezultatelor proiectului s-a făcut pe scară largă prin publicarea a 2 articole științifice (1 articol ISI și 1 articol BDI), 3 participări la conferințe internaționale din domeniile științifice ale proiectului, 3 comunicări (2 prezentări orale și un poster), crearea și actualizarea site-ului web al proiectului (<http://www.icpe-ca.ro/327ped-2020/>).

Protecția cunoștințelor industriale s-a realizat printr-o cerere de brevet de invenție național (CBI înregistrată la OSIM cu nr. A/00741 din 06.12.2021).

Imaginile reprezentative ale produselor elaborate în cadrul proiectului sunt redată în Fig. 1 și Fig. 2.



Fig 1. Aspectul macrografic al prototipurilor de MOV disc realizate prin metalurgia pulberilor: (a) neacoperite și (b) acoperite cu un strat de Ag pe suprafețele circulare.



Fig. 2. Asamblarea și testarea funcțională a prototipurilor de MOV disc.

Data: 25.07.2022

Director de proiect,
Dr. Ing. Lungu Magdalena Valentina