

**RAPORT STIINTIFIC SI TEHNIC
(RST)**

Sistem compozit inteligent cu configuratie auto-controlabila constituit din aliaje cu memoria formei / materiale magnetice amorfe incorporate in matrici elastomerice

Smart composite system with self-controlled configuration developed from shape memory/ amorphous magnetic materials in elastomeric matrices

Acronim: SMAMEM

ETAPA DE EXECUTIE NR. 3

Formarea, caracterizarea și testarea funcțională a componentelor sistemului compozit inteligent. Fabricarea sistemului compozit inteligent

Obiectivele specifice Etapei III a proiectului au fost obiective comune Coordonatorului proiectului (CO), Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică Iași (INCDFI), partenerului P1, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași (UTI), și partenerului P2, Institutul de Chimie Macromoleculară „Petru Poni” Iași (ICMPP) și anume: (i) efectuarea testelor de ajustare a configurației sistemului de susținere în stare liberă; (ii) controlul volumului de lichid deținut în cadrul sistemului compozit inteligent (iii) testarea capacității sistemului compozit inteligent de a pompa fluide complexe și (iv) testarea capacității de auto-reglare a configurației sistemului compozit inteligent sub efectul stimulilor externi. În acest scop, au fost desfășurate următoarele activități: (i) educarea elementelor active, din aliaj cu memoria formei (AMF) Ti50Ni45Cu5, prin efect de memoria formei (EMF) cu revenire liberă și EMF generator de lucru mecanic; (ii) evaluarea EMF la încovoiere; (iii) evaluarea comportamentului la tracțiune statică, prin rupere și încercări de încărcare-descărcare; (iv) evaluarea calorimetrică a efectelor educării prin EMF cu revenire liberă; (v) evaluarea calorimetrică a efectelor educării prin EMF generator de lucru mecanic; (vi) evaluarea calorimetrică a efectelor solicitării prin la tracțiune statică; (vii) analiza prin difracție de raze X; (viii) analiza prin microscopie de forță atomică.

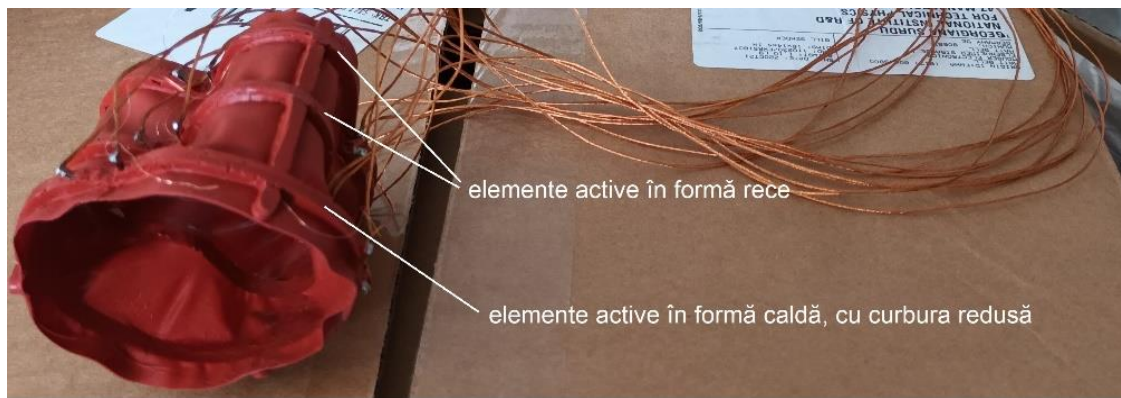
Urmare activităților desfășurate în această etapă a proiectului a fost construit și testat sistemul compozit inteligent cu configurație auto-controlabilă în configurație 3D prin înglobarea a nouă elemente active, câte trei în același plan transversal, într-o matrice polimerică în care s-au inserat și senzorii magnetici. Prin rularea și lipirea matricei, s-a obținut structura tubulară ilustrată în figura de mai jos.

În urma încălzirii rezistive a elementelor active, sub efectul unui curent de 10 A, acestea își recuperează parțial forma caldă, reducându-și curbura rezultând modificarea secțiunii sistemului.

Au fost încălzite doar cele trei elemente care compun modulul de la exteriorul sistemului compozit. Se observă că celelalte două module și-au păstrat forma inițială, elementele active care intră în componența lor fiind în stare rece. Această posibilitate de a modifica treptat volumul sistemului compozit inteligent demonstrează capacitatea acestuia de a controla volumul de lichid pe care îl deține.

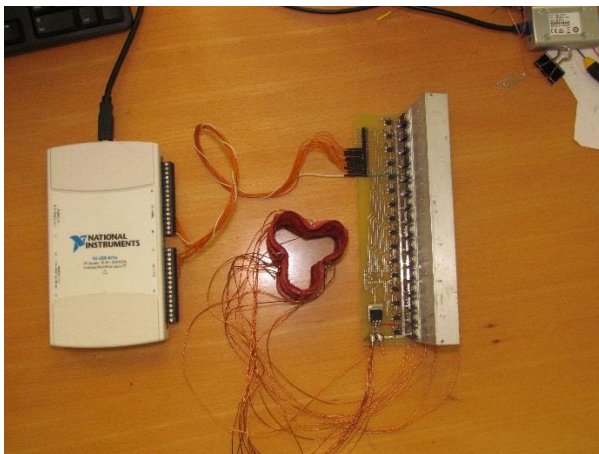


Sistemul compozit inteligent, în stare inițială: (a) vedere frontală; (b) vedere laterală

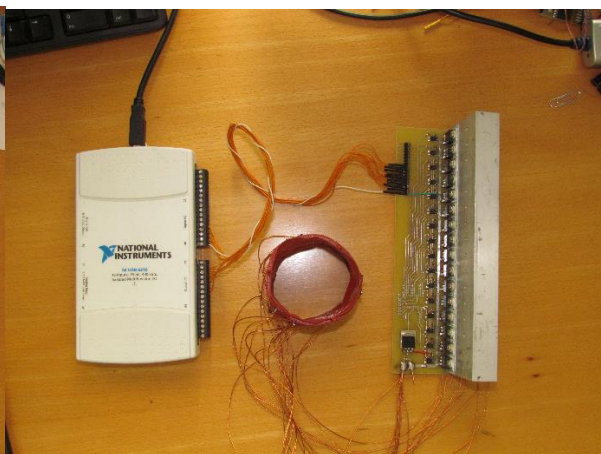


Modificarea treptată a formei sistemului compozit inteligent, prin încălzirea modului de la exterior (în prim-plan), în timp ce celelalte două module au elementele active în stare rece.

Controlul formei elementelor active ale sistemului compozit inteligent se face cu ajutorul unui calculator folosind o placă de achiziție de date. Prin intermediul aplicației dezvoltate în LabView în Etapa II a proiectului, placa de achiziție generează semnalele de comandă a curentului electric care încălzește elementul din material cu memorie a formei, semnalul alternativ de excitație pentru senzor precum și un semnal de curent continuu (DC) de compensare a off-setului.



Configurație „rece”



Configurație „caldă”

Totodată, placa de achiziție convertește tensiunea electrică de la ieșirea circuitului de prelucrare al semnalului provenit de la senzorul magnetic într-un semnal numeric care este interpretat de către aplicația software, în funcție de care se generează semnalele pentru încălzirea elementelor din material cu memorie a formei. Structura astfel formată asigură simultan funcțiile de actuator (material cu memoria formei), revenire (elastomer), monitorizare și feed-back (senzor magnetic) .

REZULTATELE ETAPEI III/2022 SI GRADUL DE REALIZARE AL OBIECTIVELOR

1. Identificarea rezultatelor Etapei III / 2022 ” Validarea functionalitatii sistemului compozit intelligent ,, și gradul de realizare al obiectivelor

Denumire activitate/obiectiv	Rezultate realizate / documente de prezentare a rezultatelor / grad de realizare	Document de monitorizare in-situ
A3.1 - Efectuarea testelor de ajustare a configurației sistemului de susținere în stare liberă	- Au fost efectuate teste de ajustare a configurației sistemului de susținere în stare liberă, prin educarea elementelor active prin intermediul a două proceduri bazate pe efect de memoria formei cu revenire liberă (EMF-RL) și respectiv generator de lucru mecanic (EMF-GLM). S-a evidențiat superioritatea procedurii bazate pe EMF-GLM, care a permis deplasarea unei sarcini de 1500 g de către o probă cântărind 0,44 g. RST / 100 %. - a fost elaborat un elastomer siliconic moale, cu modul Young scăzut, având în plus și conductivitate termică ridicată, care să funcționeze ca actuator (AED) în sinergie cu unul pe bază de aliaj cu memoria formei (AFM) RST / 100 %.	Informații incluse în RST; buletine de încercări
A3.2 - Experimentari privind controlul volumului de lichid detinut in cadrul sistemului compozit inteligent	- Prin încălzirea rezistivă a elementelor active, s-a evidențiat modificarea secțiunii sistemului compozit inteligent, ceea ce permite controlul volumului de lichid deținut de acesta. RST / 100 %.	Informații incluse în RST; buletine de încercări
A 3.3 - Testarea capacității sistemului compozit inteligent de a pompa fluide complexe	- A fost calculat debitul teoretic maxim de pompare a sistemului compozit inteligent, la valoarea de 22,5 ml/ s. - / RST / 100 %. - A fost testat un sistem din mai multe elemente de tip - clemă compliantă care combină acțiunea sinergică a AMF și AED pot fi combinate pentru a obține un element integrat cu acțiune de tip pompă ce poate funcționa la temperaturi accesibile ($T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) / RST / 100 %.	Informații incluse în RST; buletine de încercări
A.3.4. Testarea capabilității de auto-reglare a configurației sistemului compozit inteligent sub efectul stimulilor externi	- S-a evidențiat capacitatea de auto-reglare a configurației sistemului compozit inteligent prin reducerea necesarului energetic, pentru producerea transformării martensitice inverse, odată cu creșterea numărului de cicluri de educare, ca urmare a reducerii dimensiunilor plăcilor de martensită. RST / 100 %.	Informații incluse în RST; buletine de încercări
Diseminare	Pagina web a proiectului / 100 % Rezultatele proiectului au fost diseminate prin comunicare la conferințe internaționale și publicarea/trimiterea spre publicare de lucrări științifice /100%	Vezi mai jos

Diseminare:

- Pagina web a proiectului: <http://www.phys-iasi.ro/en/projects/en/smamem>

Articole :

1. Popa M., Lohan N.-M., Pricop B., Cimpoeșu N., Porcescu M., Comănesci R. I., Cazacu M., Borza F., Bujoreanu L.-G. (2022a) *Structural-Functional Changes in a Ti50Ni45Cu5 Alloy Caused by Training Procedures Based on Free-Recovery and Work-Generating Shape Memory Effect*, **Nanomaterials**, 12, 2088. (ref: Popa 2022 a)
2. Popa M., Apostol V. D., Lohan N.-M., Cimpoeșu N., Cazacu M., Borza F., Bujoreanu L.-G. (2022b), *Investigation of some thermomechanical processing effects on the structure and properties of a TiNiCu shape memory alloy*, **Materials Today Proceedings**, 63, în curs de evaluare (ref: Popa 2022 a)

Conferinte:

1. G. Stiubianu, A. Bele, C. Tugui, M. Cazacu, F. Borza, M. Grigoras, L.-G. Bujoreanu, *Large force actuators with synergistic output of dielectric elastomer actuators and shape memory alloys*, EuroEAP 2022 – Tenth international conference on Electromechanically Active Polymer (EAP) transducers & artificial muscles, Chianciano Terme, Tuscany, Italy, 7-9 June 2022 – prezentare orală
2. M. Popa, V.D. Apostol, N.M. Lohan, N. Cimpoesu, L.Gh. Bujoreanu, M. Cazacu, F. Borza, *Investigation of some thermomechanical processing effects on the structure and properties of a TiNiCu shape memory alloy*, BRAMAT 2022, 12th International Conference on Materials Science & Engineering, 9-12 March 2022, Brasov, Romania-prezentare poster

Brevete:

1. Cerere de brevet nr. A 00451/27.07.2022, *Sistem Compozit Inteligent cu Configurație Auto-Controlabilă*, Firuța Borza, Leandru Gheorghe Bujoreanu, Maria Cazacu