

# STUDII PRINVIND MODELAREA UNOR SISTEME FUNCȚIONALE AUTOASAMBLATE

## MODELING OF FUNTIONAL SELF-ASSEMBLED OPTO-MECHANIC- SYSTEMS

MIHALCEA Răzvan-Marian, RĂILEANU Mihail

Facultatea: IIR, Specializarea: INPN, Anul de studii II:, e-mail:raileanumihail@yahoo.com

Conducător științific: Conf.dr.ing **Cristina LACATUȘ**

*ABSTRACT: This paper presents a system of 65 retroreflectors placed on different support plates. The system resulted is an auto-assembling one, it needs to resist both transportation conditions and space conditions. Tests were performed in order to identify the resonance frequency. Three models of self-assembling systems have been designed and theirs functions were simulated to fulfill the specific loading requirements. All the necessary data used to establish the appropriate design of the self-assembled system were included in databases that will be improved in the future.*

*CUVINTE CHEIE: retro-reflectorii, satelit, autoasamblare, testare, modele auto-asamblabile*

### **Cuprins:**

- [1] Introducere
- [2] Obiective
- [3] Stadiu actual
- [4] Concluzii
- [5] Direcții ulterioare de cercetare
- [6] Contribuții individuale
- [7] Bibliografie

### **1. Introducere**

Lucrarea de față își propune să îmbine 65 de retroreflectori pe mai multe plăci pentru a forma un întreg acesta urmând să se autoasambleze în spațiu.

### **2. Obiective:**

- [1] Proiectarea unui sistem auto-asamblabil ce conține 65 de retro-reflectorii (7 pe o placă)
- [2] Testarea a doua plăci de dimensiuni diferite la vibrații și șocuri; o placă cu 65 retroreflectori și respectiv una cu 7.
- [3] Studiarea sistemelor auto-asamblabile existente și identificarea celor mai bune 3 sisteme respectând condițiile din spațiu și a limitărilor impuse de acest mediu. Modificarea subansamblului și adaptarea acestuia la cele 3 sisteme alese anterior
- [4] Crearea ansamblului final în 3D prin intermediul unui soft de specialitate și efectuarea testelor finale prin simulare.

Modalitatea de atingere a obiectivelor:

- [1] Sistemul va fi compus dintr-un ansamblu de 65 de retroreflectorori. Inițial cei 65 de retroreflectorori au fost dispuși pe o singură placă. În urma testărilor la mișcări complexe de șocuri și vibrații, s-a constatat că placa pe care erau dispuși avea frecvența de rezonanță regăsită între frecvențele ce apar în racheta transportoare în timpul zborului către satelit. De aceea s-a hotărât ca cei 65 de retroreflectorori să fie dispuși pe mai multe plăci.
- [2] După dispunerea celor 65 de retro-reflectorori pe mai multe plăci și finalizarea ansamblului, testele sunt reluate pentru a studia comportamentul acestora.
- [3] Autoasamblarea este principiul fundamental care generează organizare structurală la toate nivelurile, de la molecule la galaxii și constă în organizarea autonomă a unor componente în tipare sau structuri ordonate fără intervenția omului. După ce s-a ajuns la concluzia că cel mai sigur este să avem mai multe plăcuțe cu retroreflectorori atașați pe acestea, s-a pus problema autoasamblării acestora în spațiu unde nu există intervenție umană. Pornind de la definiția autoasamblării menționată mai sus, s-a ajuns la următoarele propuneri de tipuri de autoasamblare:
  - Autoasamblare pneumatică
  - Autoasamblare hidraulică
  - Autoasamblare asistată de motoare.
- [4] Având în vedere că susținerea lucrării se va face online, modelul fizic este înlocuit de modelul 3D pentru care se vor efectua atât proiectarea cât și studii de simulare.

### 3. Stadiul actual

În lucrarea precedentă a fost analizată conservarea integrității structurii fizice a retro-reflectorilor care se montează pe sateliți, la condițiile speciale de transport și la solicitările dinamice din momentul desprinderii echipamentului de capsula de transport. În acest scop s-a utilizat un echipament de vibrometrie – Shaker - care a fost amplasat într-o cameră izolată acustic ce împiedică întoarcerea undelor spre aparat, evitând astfel interferențele care ar afecta calitatea experimentului.

A fost prezentat modul în care componenta retro-reflectantă (un ochi de pisică) este testată în diferite condiții de stres simulând mediul în care acesta o să stea și mediul de transport către spațiu. Au fost prezentate unele explicații despre cum este testat, rezultatele testelor dar și explicații despre ce este el și cum se comportă în acele medii mai sus menționate.

După testările făcute atât fizice cât și virtuale s-a putut observa care sunt punctele slabe ale componentelor retro-reflectorului.

Acestea au fost marginile oglinzii unde a și cedat după testări la vibrații pe un sinus.

De asemenea s-a putut observa faptul că din cele 2 retro-reflectorii a cedat doar 1, după o inspecție mai minuțioasă, s-a putut observa faptul că a cedat cel la care componentele au fost strânse mai puternic astfel acumulând tensiuni mai mari.

S-a observat și faptul că oglinda a cedat exact în punctele de sprijin de pe corpul metalic.



Fig. 1. Ochiul de pisică

Scopul lucrării este de a crea un sistem auto-asamblabil macrodimensional ca parte componentă a unui dispozitiv de poziționare dintr-un satelit.

Frecvența de rezonanță este: frecvența la care corpul care este testat atinge cele mai mari praguri de stres. Este de menționat faptul ca frecvența de rezonanță nu este întotdeauna cea mai mare frecvență la care a fost supus în timpul testului. De asemenea se poate observa că după depășirea frecvenței de rezonanță corpul se relaxează și poate urma o alta frecvență de rezonanță către frecvențe mai mari.

Sistemul va fi compus dintr-un ansamblu de 65 de retroreflectori. Inițial cei 65 de retroreflectori au fost dispuși pe o singură placă. În urma testărilor la mișcări complexe de șocuri și vibrații, s-a constatat ca placa pe care erau dispuși avea frecvența de rezonanță regăsită între frecvențele ce apar în racheta transportoare în timpul zborului către satelit.

Frecvența de rezonanță este frecvența la care corpul este afectat prin stres mecanic mai mult decât la alte frecvențe. De exemplu, pentru un test derulat de la 5 la 3000 Hz și frecvența de rezonanță se afla la 500 Hz și 1500 Hz, corpul este stresat strict la acest frecvențe. De la 0 la 500 de la 500 la 1500 de la 1500 la 3000 corpul se comportă normal, pe unele segmente chiar atenuază vibrațiile primite.



Fig. 2. Testare rezonanță piesă

Pe X se găsesc valori frecvenței exprimate în Hertzi de la 0 la 2041 Hz

Pe Y se găsesc valori de la 0 la 1000 pentru g- accelerația gravitațională

S-au înregistrat 6 frecvențe de rezonante:

1 în punctul de coordonate 481;91 ; 2 în punctul de coordonate 1235;652 ; 3 în punctul de coordonate 1609;380 ; 4 în punctul de coordonate 1849;890 ;5 în punctul de coordonate 1921;52 ; 6 în punctul de coordonate 2017;260

În urma testelor efectuate, s-a constatat că momentele în care corpul este cel mai dispus deteriorării sunt momentele în care se atinge frecvența de rezonanță. În restul timpului, pentru celelalte frecvențe corpul nu este afectat.

În urma acestor constatări, la o verificare mai atentă, pe placa suport au apărut atât fisuri dar și deformări datorită elasticității materialului dispus pe o suprafață atât de mare.

După verificarea rezistenței retro-reflectorilor în studiile anterioare, a urmat verificarea întregului ansamblu. Ansamblul a presupus dispunerea a 65 de retro-reflector pe o placă ce nu a suportat testele efectuate și a cedat.



Fig. 3. Teste placa mare

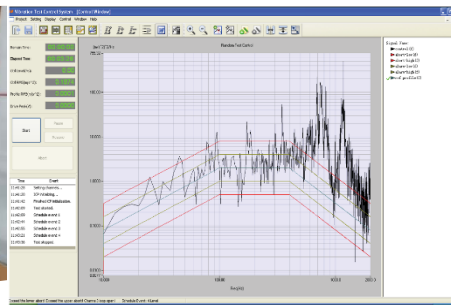


Fig. 4. Random- Vibration Test Report

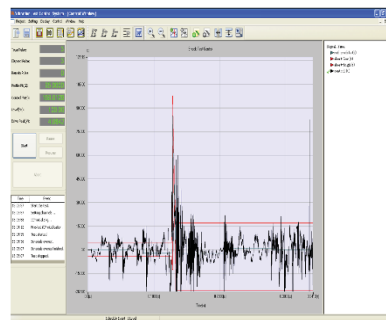


Fig. 5. Shock- Vibration Test Report

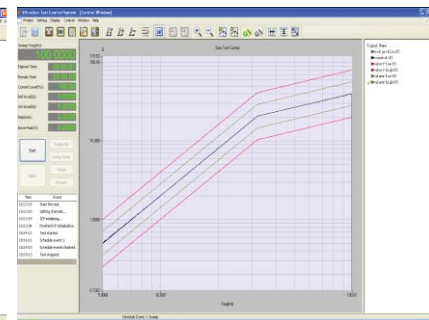


Fig. 6. Sin- Vibration Test Report

În urma testelor ce au fost efectuate în cadrul laboratorului de vibrometrie INFLPR CETAL s-a propus pentru soluționarea problemei, dispunerea retro-reflectorilor pe mai multe plăci.

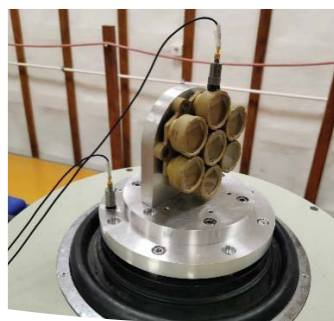


Fig. 7. Teste placa mică

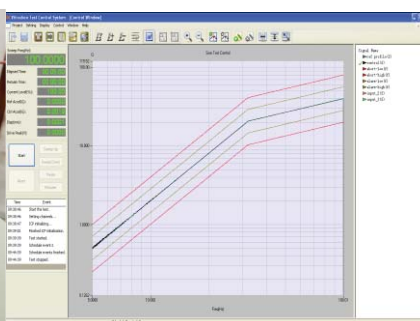


Fig. 8. Sin- Vibration Test Report

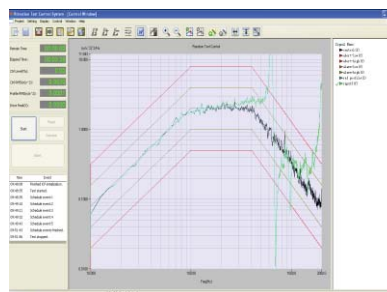


Fig. 9. Random- Vibration Test Report

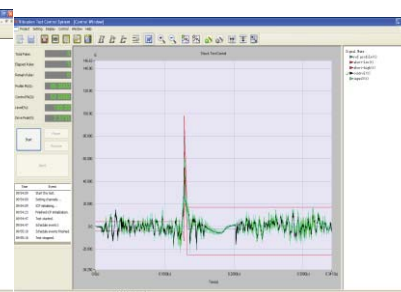


Fig. 10. Shock- Vibration Test Report

În urma testelor efectuate fizic în laborator se observă cu claritate diferențele benefice în dispunerea retroreflectorilor pe placi mai mici.

În continuare se va alege un sistem auto-asamblabil care să asigure condițiile impuse de design-ul produsului. După cercetari, au fost identificate 3 posibile sisteme auto-asamblabile optime.

Cele 3 sisteme auto-asamblabile au fost clasificate în funcție de 10 caracteristici. În urma clasificării se pot identifica avantajele și dezavantajele fiecărui sistem, informații necesare pentru stabilirea sistemului potrivit ce urmează a fi perfecționat.

**Tabelul 1. Clasificare în funcție de caracteristici**

Caracteristica	Ideal	Motor	Hidraulic	Pneumatic
Temperatură	240÷260 °C	✓	✓	✓
Uzura în timp	Cât mai scăzută	✓	✗	✗
Magnet	-	✗	✓	✓
Auto-blocare	-	✓	✗	✗
Greutate	Cât mai scăzută	✗	✗	✓
Cost	Cât mai mic	✓	✓	✓
Rezistent la radiații	-	✓	✓	✗
Nr. componente	Cât mai puține	✗	✗	✓
Neinflamabil	-	✓	✓	✗
Deficuitatea de obținere	Cât mai simplu	✓	✗	✓
Total (✓)		7	5	6

Conform datelor analizate în tabelul de mai sus, sistemul de auto-asamblare ales este cel cu motoare și pentru acesta se va face modelul 3D și studiile de simulare menționate anterior.

#### 4. Concluzii

Urmând pașii anteriori în care s-au încercat mai multe tipuri de construcții geometrice care să satisfacă ambele condiții de dispunere uniformă a retro-reflectorilor și rezistență crescută la condiții de transport, s-a ales modelul 1 ca fiind cel mai apropiat de cerințele propuse.

S-au identificat condițiile la care ansamblul va fi supus și la care trebuie să reziste în spațiu.

S-au identificat modelele posibile de auto-asamblare și s-au testat pentru modelul 1.

S-au efectuat teste de vibrometrie pentru placa mare și cea mică astfel, s-a concluzionat că retro-reflectorii dispuși pe placa mică sunt siguri de transportat.

#### 5. Direcții ulterioare de cercetare

Adaptarea soluției de auto-asamblare optimă ansamblului și perfecționarea acestuia.

Construirea modelului 3D propus. Testarea acestuia după identificarea formei sale finale auto-asamblabile cu ajutorul unor soft-uri de simulare.

## 6. Contribuții individuale

*Raileanu Mihail*: Studiul asupra posibilelor ansambluri auto-asamblabile, întocmirea documentației pentru construirea ansamblurilor, studierea restricțiilor de proiectare datorate soluțiilor de auto-asamblare, redactarea raportului final.

*Mihalcea Razvan*: Proiectarea 3D a ansamblurilor, simularea rezistenței și șocului mecanic al modelelor și testarea propriu-zisă a modelului celor două plăci în laboratorul de Vibrometrie INFLPR CETAL

## 7. Bibliografie

- [1]. Mircea Rades, “Vibratii mecanice” (în Romanian) publishing by Printech, Bucharest, Romania (12/2008)
- [2]. Ground Sensors. Available online: <http://www.cmc-amman.gov.jo> (accessed on 14 Jan 2020).
- [3]. Improved Remotely Monitored Battlefield Sensor System. Available online: <http://www2.l-3com.com/cs-east/sensor/index.htm> (accessed on 14 Jan 2020).
- [4]. Maroti, M.; Simon, G.; Ledeczki, A.; Sztipanovits, J. Shooter Localization în Urban Terrain. *Computer* **2004**, *37*, 60–61.
- [5]. G.M. Whitesides and B. Grzybowski, Self-Assembly at All Scales, *Science* 2095, 2002.
- [6]. Sensor Node Platforms. Available online: <http://nesl.ee.ucla.edu/projects/ibadge/default.htm> (accessed on 14 Jan 2020)
- [7]. Micro-Adaptive Muti-domain Power-aware Sensors. Available online: <http://www-mtl.mit.edu/researchgroups/icsystems/uamps/> (accessed on 14 Jan 2020)
- [8]. Jane’s IDR. Available online: [http://www.textrondefense.com/pdfs/news/jidr06\\_01.pdf](http://www.textrondefense.com/pdfs/news/jidr06_01.pdf) (accessed on 14 Jan 2020).
- [9]. Kim, B.; Shim, M.; Lee, J. Ubiquitous Sensor Network Localization Technologies and Trends. Weekly Technical Trends of Korean National IT Industry Promotion Agency **2007**, *1291*, 27–36.
- [10]. Kirchner, G.; Koidl, F.; Friederich, F.; Buske, I.; Völker, U.; Riede, W. Laser measurements to space debris from Graz SLR station. *Adv. Space Res.* **2013**, *51*, 21–24.
- [11]. Zhang, Z.-P.; Yang, F.-M.; Zhang, H.-F.; Wu, Z.-B.; Chen, J.-P.; Li, P.; Meng, W.-D. The use of Laser Ranging to Measure Space Debris. *Res. Astron. Astrophys.* **2012**, *12*, 212–218.
- [12]. Pal, A. Localization Algorithms în Wireless Sensor Networks: Current Approaches and Future Challenges. *Netw. Protoc. Algorithms* **2010**, *2*, 45–74.
- [13]. Kim, J.; Yoo, Y.; Jang, W.; Park, C. Measurement of Position Error în the Sensor Node Localization Scheme Using Optical Signals. În Proceedings of ICROS Annual Conference, Chuncheon, South Korea, 27–28 May 2010.
- [14]. Minvydas Ragulskis et all. “Shock and Vibration în Transportation Engineering”, Volume, Article ID 8457605,( 08/2016)
- [15]. Jens Trampe Broch “Mechanical Vibration and Shock Measurements” publishing by Bruel & Kjaer 2ed edition