

ETAPA 2

Contractul nr. : 249/2014

Tema: „ACTUATORI ELECTROMAGNETICI ȘI ELECTRODINAMICI PROCESATI PRIN TEHNOLOGIE LIGA”

Etapa de executie nr. 2 : “Studii preliminare privind metodele de asamblare și testare. Determinarea experimentală a caracteristicilor de material și corelarea cu parametrii tehnologici de executie”

Rezultate majore asteptate: Model experimental structuri de test a parametrilor de material; Model experimental structuri elemente de asamblare

Activitatea 2.1. : Proiectarea, simularea, executia si testarea circuitului electric si programelor pentru controlul actuatorului cu un grad de libertate; partea 1 (se finalizează în 2016)

a. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.1 a prezentului proiect are ca rezultat final:

- Documentatie de executie hardware a sistemului electric de control

b. Rezumatul fazei

In cadrul acestei activitati a fost realizata documentatia de executie hardware a unui sistem electric de control pentru comanda actuatorului. Schema electrica de principiu este prezentata in figura 1

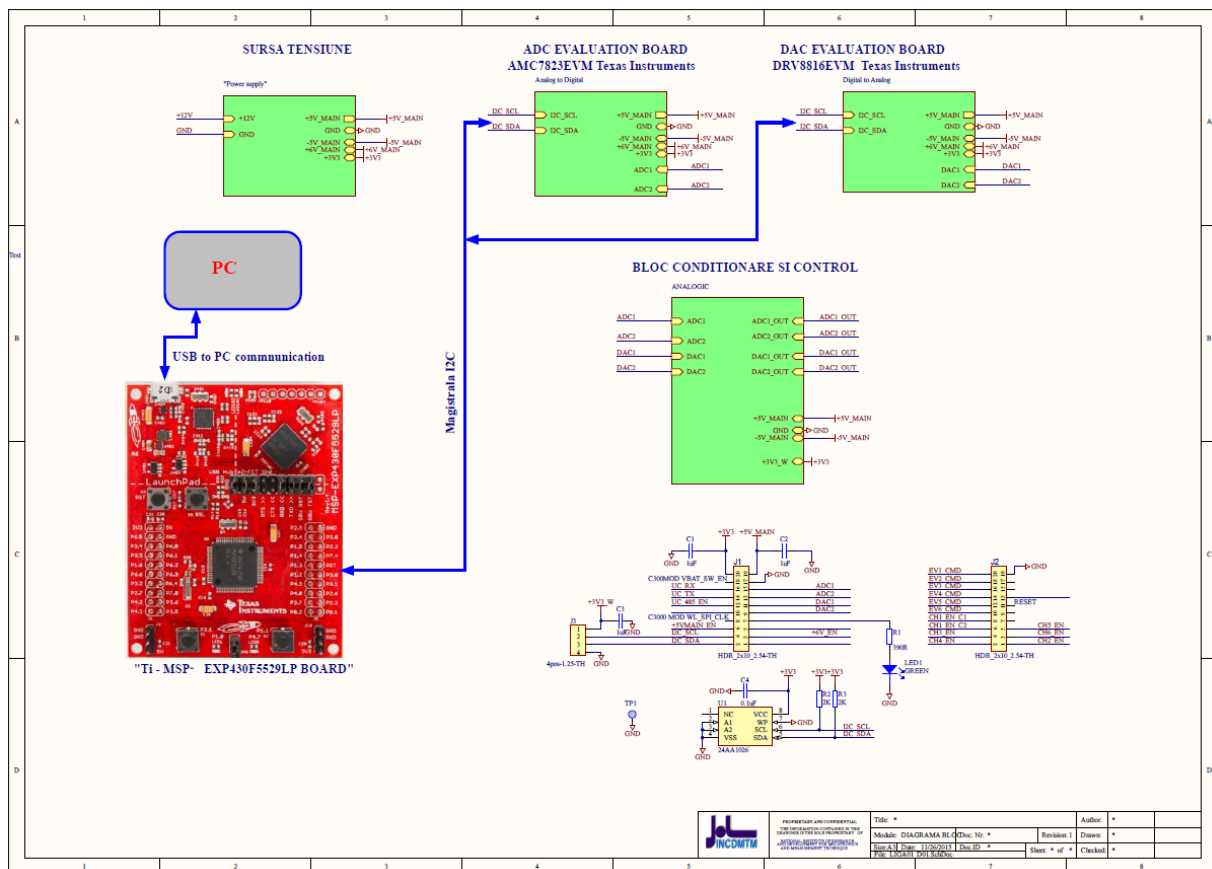


Fig.1 Schema bloc a circuitului de control al actuatorului

Structura de comanda este pilotata de o placa de dezvoltare pentru microcontrollerul MSP430F5529 produs de TEXAS INSTRUMENTS prevazut cu interfata USB pentru comunicatia cu un PC si cu emulator pentru programare si depanare, precum si cu butoane si led-uri pentru o interfatare ‘prietenoasa’ cu utilizatorul.

Placa de dezvoltare comunica prin interfata I2C cu modul de evaluare TEXAS INSTRUMENTS construit in jurul circuitului AMC 7823 destinat monitorizarii si controlului semnalelor analogice ,prevazut cu 8 canale ADC pe 12 biti ,cu o rata de esantionare de 200 kpsps si deasemenea cu 8 convertoare DAC pe 12 biti cu un timp de conversie de 0.002 ms.

Schema electrica este completata cu un modul de conditionare (Fig. 2) destinat conversiei semnalelor analogice unipolare de iesire in tensiune in iesiri bipolare de curent in gama +/- 300 mA. Pentru realizarea conversiei U/I s-a optat pentru un convertor tip HOWLAND. Documentatia electrica completa incluzand schemele electrice si lista de materiale sunt incluse în raportul în extenso.

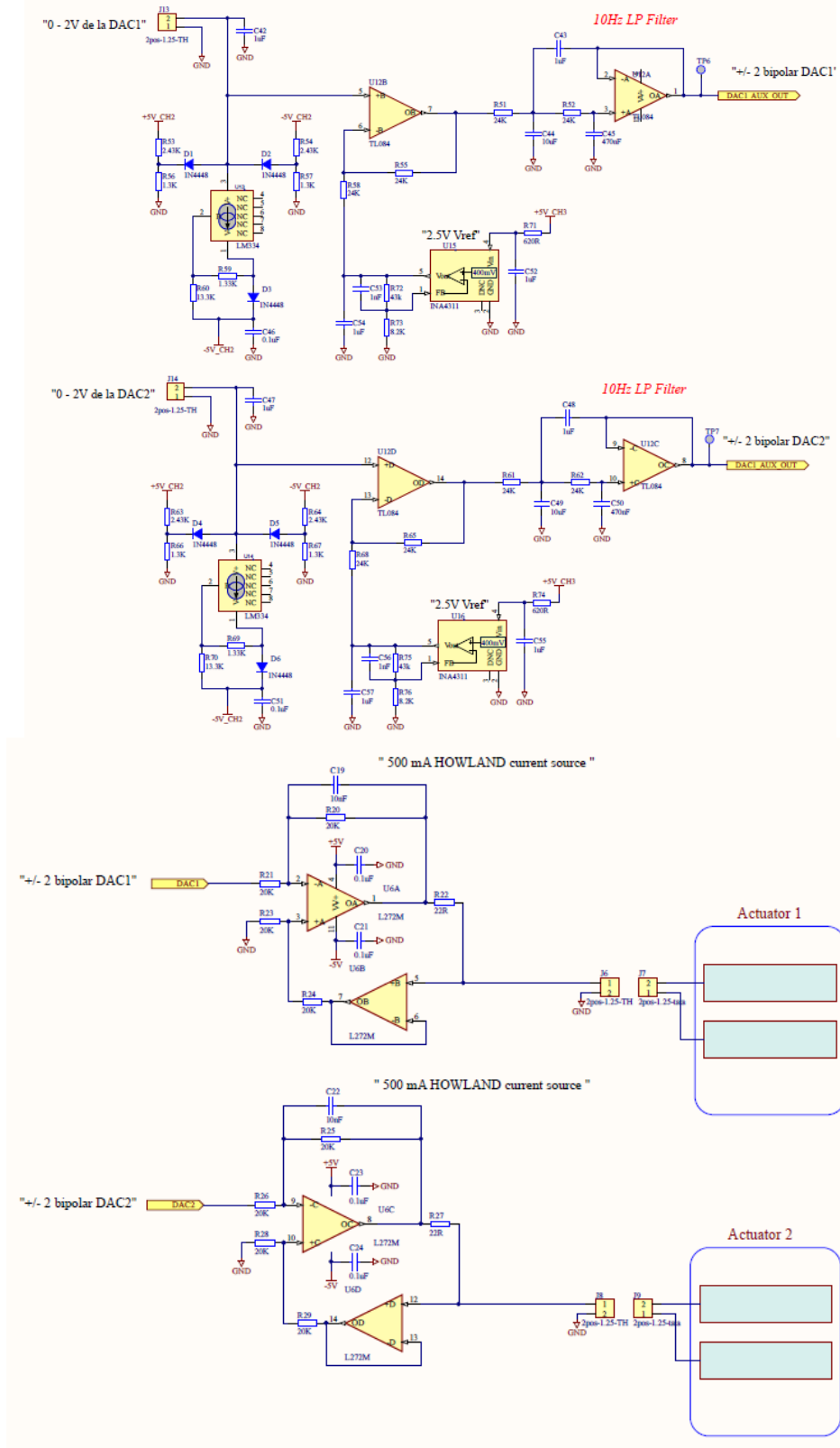


Fig. 2 Modul de conditionare semnal din modelul folosit la simularea circuitului de control a actuatorului magnetic. Solutia tehnica adoptata ofera un inalt grad de flexibilitate ,putand fi implementate multiple forme de unda de comanda in curent.

c. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Având în vedere rezultatele obținute putem concluziona că obiectivele propuse pentru această fază au fost atinse urmând a fi continuată în 2016 cu proiectare/execuție software.

Articol:

Comeaga, C.D., Mitiu, A.M., Gheorghe, V., The Study of an Electric Circuit of Force-Based Electrodynamic Energy Harvesting Device, The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics, 2015, Issue 48 ISSN 2247-7063, pp.53-59, Proceedings of “7th International Conference on Innovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development”, MECAHITECH’15 International Conference Bucharest, Romania (revista este indexată SCOPUS), September 10th-11th, 2015

Articol: Sorin, S., Dumitru, S. Electronics control and interface architectures for MEMS sensors and actuators, The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics, 2015, Issue 48 ISSN 2247-7063, pp.195-197, Proceedings of “7th International Conference on Innovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development”, MECAHITECH’15 International Conference Bucharest, Romania (revista este indexată SCOPUS), September 10th-11th, 2015

Activitatea 2.2. : Identificarea structurilor pretabile standardizării și modalităților de standardizare posibile partea II.

Participare la diseminarea rezultatelor (activitatea de finalizează în 2016)

a. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.2 a prezentului proiect are ca rezultat final:

- studiu privind structurilor pretabile standardizării și modalităților de standardizare posibile

b. Rezumatul fazei

Analizând situația existentă până în prezent și luând în considerare și dezvoltările acestor dispozitive, unele realizate deja altele impuse de necesitatea de a acoperi noi funcții, se constată că până la realizarea unei (unor) standardizări există însă o preocupare a producătorilor și chiar a proiectanților de a stabili procedee și metode de încercări care permit, atât pe baza observațiilor directe cât și pe baza studiilor, o definiție cât mai elaborată și cât mai extinsă a nomenclatorului încercărilor care să acopere cât mai mult posibil, dacă se poate chiar în întregime, funcționarea dispozitivelor MEMS.

De fapt în domeniul acestor dispozitive MEMS și cu atât mai mult a dispozitivelor NEMS, părerea specialiștilor este aceea că trebuie aleasă mai întâi soluția “ce se poate standardiza ” și apoi “ce ar trebui ” din aceasta normalizat și generalizat. În această privință este de subliniat că multitudinea actuală a tipurilor de asemenea dispozitive, chiar dacă aparent împiedică generalizarea prin diversitatea soluțiilor existente, reprezintă totuși o situație care va avantaja standardizarea viitoare deoarece se acumulează tot mai multe date tehnice, caracteristici, metode de încercare și proceduri care cu timpul se pot unifica fie pe grupe de produse fie pe domenii.

O analiză a literaturii de specialitate arată însă ca acest domeniu datorită complexității lui și a particularităților constructive a dispozitivelor din familia MEMS (optice, magnetice, electrostatice, giro, sa) -rezultat al unor participări interdisciplinare precum mecanica, optica, fizica materialelor, electronica și TIC- este într-o fază de început, de unde interesul actual al firmelor de accelerare a acestei activități. Există multe opinii ale specialiștilor care apreciază că tehnologia MEMS este mult mai complexă decât a circuitelor integrate de unde și dificultățile de a stabili un standard.

Totodată situația actuală în domeniul MEMS reprezintă în același timp și concepția determinată de fapt de producătorii care pentru a nu se expune unor riscuri concurențiale au elaborat, în multe cazuri, norme interne de producător care în cazul unui consens mai larg sau generalizat, realizat între producători și utilizatori, pot deveni cu ușurință baze importante fie pentru standarde de firmă fie pentru standarde europene sau internaționale.

În analizele efectuate și pe baza datelor acumulate până în prezent și a posibilităților științifice și tehnice de identificare a structurilor pretabile standardizării și/sau modalitățile de standardizare posibile, s-au luat în considerare variantele care cel mai posibil vor duce la o standardizare generalizată sau doar parțială și anume:

- se poate standardiza ansamblul produs,
- se pot propune pentru generalizare doar caracteristicile tehnice, tehnologice, de material inclusiv metodele de încercare corespunzătoare,
- se poate realiza numai o normă internă de produs în specificul fiecărui producător,
- se consideră pretabile pentru normalizare numai o parte a caracteristicilor sau a proprietăților de material ale dispozitivului.

Multitudinea de încercări propuse de specialiști a fi făcută încă din faza inițială de proiectare sunt justificate de complexitatea tehnologiilor de realizare, de unde și necesitatea de a dispune încă din faza inițială a proiectării de date sigure cu care să se opereze. Procesul este complex atât din punct de vedere tehnic, cât și economic tinând seama că până a ajunge în final la optimizarea dispozitivului, ciclul: proiectare, construcția, încercările inițiale și finale, poate fi reluat de câteva ori. De aici rezultă și importanța acordată producției unor probleme prin efectuarea unui complex program de măsurători.

Unele din aceste testări deja au fost efectuate la nivelul unor componente ale sistemului MEMS și au avut ca scop strângerea de date utile pentru elaborarea unor componente care pot fi standardizate.

c. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Studiu tehnic: Contribuții privind standardizarea metodelor de încercare a structurilor de asamblare.

Activitatea 2.3. : Proiectarea, simularea și executia unor micromagneti in organizare matriciala partea I(se finalizează în 2016)

a. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.3 a prezentului proiect are ca rezultat final:

- realizarea unor rețele de micromagneti cu orientarea B în plan respectiv perpendiculară pe planul rețelei

b. Rezumatul fazei

Au fost simulate rețele de micromagneti cu direcții de orientare a inducției magnetice. S-a analizat influența orientării și a raportului între lățimea magnetilor și interstitiu asupra distribuției d ecâmp magnetic și în principal asupra forței de interacțiune cu o piesă de referință. Au fost realizate rețele de micromagneti cu matrice obținută prin tehnologie LIGA și apoi electrodepunere și magnetizare.

c. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Studiu privind optimizarea proiectării rețelelor de micromagneti.

Structuri de micromagneti cu diferite caracteristici geometrice și magnetice.

Articole: Morega, A.M., Tanase, N., Morega, M., Comega, D., Ilie, C., Bending mode cantilever actuators for micro-electromechanical systems, conferința 2015 9th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering, ATEE 2015; Bucharest; Romania; 7 -9 May 2015; DOI: 10.1109/ATEE.2015.7133869 (indexat Scopus, IEEE Explore, edițiile anterioare indexate ISI - editorii au indicat ca se va realiza indexarea acestei editii);

Comega, C.D., Necula, C., Dontu, O., Optimizing the Design of a Magnetic Actuator for Scanning and Energy Harvesting MEMS Devices, ICMERA 2015, Bucharest, Romania, 29-30 Oct. 2015, (edițiile anterioare indexate ISI; editorii au indicat ca se va realiza indexarea acestei editii), Applied Mechanics and Materials Vol. 811 (2015) pp 204-209

Comega, C.D., Mitiu, A.M., Gheorghe, V., The Study of an Electric Circuit of Force-Based Electrodynamic Energy Harvesting Device, ICMERA 2015, Bucharest, Romania, 29-30 Oct. 2015, (edițiile anterioare indexate ISI; editorii au indicat ca se va realiza indexarea acestei editii), Applied Mechanics and Materials Vol. 811 (2015) pp 222-227

Activitatea 2.4.: Finalizare studiu privind principiile de control de inalta precizie a scannerelor optice - partea 2-a.

Achiziția echipamentelor/licențelor software esențiale- partea 1-a

a. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

- Analiza critică a experiențelor întâlnite până acum. Selectarea experiențelor celor mai semnificative și recomandarea principiilor de aplicat de către colectivul proiectului în elaborarea prototipurilor. partea 1

- Participare la finalizarea studiului privind comanda și controlul MEMS - partea 2-a. Achiziție echipamente și software - partea a 1-a.

b. Rezumatul fazei

Referitor la activitatea 2.4. care se referă și la experiențele câștigate până la aceasta dată, studiul prezintă experiență a câștigată la încercările care au vizat: determinarea modulului Young, tehnicile de indentare, topografia suprafeței și cum tehnologia utilizată pentru realizare are un rol deosebit în caracterizarea sistemului ca și în experimentările legate de definirea tehnologiei.

La realizarea microstructurilor mecanice de tip cantilever s-a optat ca tehnologia utilizată în proiect să fie tehnologia LIGA pentru care există experiență și dotare corespunzătoare.

Fată de alte tehnologii, procedeul LIGA are câteva avantaje importante:

- este un procedeu ce realizează micropiese prin depunere electrolitică în special Ni
- permite impresionarea rășinilor groase depuse pe un strat suport (ex: plachetă de Si aurit)
- iradierea se poate realiza prin raze X (procedeu mai complex și costisitor) sau prin radiații UV (costuri mai mici) și o rășină SU8 ca fotorezist
- obținerea de micropiese cu forme complexe și de orice secțiune
- realizarea factorilor de formă foarte ridicat (până la 100 și chiar peste)
- obținerea de micropiese de mare precizie (tolerante de ordinul 0,2 micrometri)
- rezoluții submicronice
- piese cu o stare a suprafeței excelentă
- se pot fabrica piese din diferite materiale (metale, aliaje, plastic, sticlă, ceramică)
- permite fabricarea de serie prin folosirea unor plachete (wafer) pe care sunt configurate micropiese identice sau diferite (mai multe sute de piese odată) și realizarea lor în paralel.

Tehnologia adoptată la actuala etapă a proiectului este o tehnologie ocolitoare și s-a bazat pe adaptarea procedurii de electroeroziune cu fir și etapa de depunere a metalului (Nichel) din procedeul LIGA.

Intrucât caracteristicile Ni, pot fi diferite de ale stratului deșus la nivel de microuscare, s-au efectuat încercări având ca scop determinarea modulului de elasticitate și a coeficientului Poisson, caracteristici care au influențe asupra performanțelor mecanice ale dispozitivului MEMS.

În vederea efectuării probelor s-au realizat mai multe structuri cantilever utilizând procedeul de electroeroziune cu fir.

În condițiile în care structurile pentru încercări nu impun realizarea unor dimensiuni precise și sunt mult mai mari decât dimensiunile pieselor obținute prin tehnologie LIGA, s-a utilizat numai al doilea pas al tehnologiei LIGA -depunerea galvanică de Ni- procesarea probelor realizându-se în continuare printr-o tehnologie mai ieftină comparativ cu tehnologia laser.

Măsurarea geometriei structurii făcându-se totuși cu precizie de microni, a fost posibilă determinarea caracteristicilor de material. Dacă la această fază tehnologia ocolitoare utilizată răspunde într-o bună măsură obiectivelor propuse, pentru etapa finală de realizare a dispozitivelor MEMS, această tehnologie trebuie evitată întrucât în procesul de prelucrare pot apărea particule metalice ale căror dimensiuni sunt comparabile cu cele întâlnite în realizarea structurii.

Mai mult încă, la nivelul realizării finale a structurilor dispozitivului MEMS se impune aplicarea în totalitate a fazelor din tehnologia LIGA deoarece la nivelul dimensiunilor finale trebuie să se obțină un factor de formă foarte bun (10-100), o verticalitate a flancurilor de cel puțin 80-90%, o rezoluție submicronică etc.

Proprietățile de material și parametrii de procesare pot influența funcționarea și reabilitatea unui dispozitiv MEMS. Cunoașterea lor este importantă întrucât prin procesarea după alte principii decât cele convenționale și anume prin tehnologiile de depunere practicate în Circuitele integrate pot apărea unele modificări privind aceste proprietăți.

Predicția modului în care aceste proprietăți de material se vor conserva și după procesarea lor în cadrul procesului de dezvoltare a unui MEMS realizat la o scară nano, nu se mai poate face după principiile utilizate în mecanica clasică, specifice structurilor mari.

Pentru acest motiv chiar dacă unele date de material sunt comunicate de producător, întrucât procesarea lor în cadrul dezvoltării unui MEMS poate genera modificări, se practică încercări de verificare a proprietăților de material și după procesarea dispozitivului MEMS. Performanțele unui dispozitiv MEMS depind în mare măsură de proprietățile elastice ale materialului, respectiv Modulul Young și Coeficientul Poisson întrucât stăpânirea a structurii este proporțională cu Modulul Young iar frecvența de rezonanță, proporțională cu rădăcina pătrată.

De aici, rezultă și rațiunea ca în afară de adaptarea și utilizarea unor date privind caracteristicile de material comunicate de firme, să se efectueze și încercări și măsurători pe materiale procesate.

Necesitatea efectuării acestor încercări este determinată și de faptul că datele comunicate în literatura de specialitate variază, justificat de lipsa de standarde sau de calibrarea diferită a aparaturii de măsurare.

S-au realizat de asemenea investigații tehnologice privind unele discontinuități, microgeometriei, rugozitatea structurii acesteia constituind de fapt o experiență semnificativă și utilă în realizarea etapelor următoare.

Aceste investigații s-au realizat prin încercări asupra unei structuri de tip cantilever fixată cu o rășină pe un suport metalic cilindric și au avut ca scop obținerea unor informații cu caracter tehnologic.

Aceste investigații s-au făcut cu ajutorul unui microscop de interferență tip VEEKO.

Unele investigații privind microscannerul optic cu microplaca încastrată au inclus următoarele:

1. Investigații tehnologice privind zona de discontinuitate între placuta microscannerului și zona de rășină de fixare.
2. Investigații privind microgeometria plăcuței pe care urmează să fie depusă microoglinda.
3. Investigații privind rugozitatea plăcuței cât și posibilele accidente ale microgeometriei suprafeței ce urmează să devină oglindă în urma unor tehnologii speciale.

În fig. 3 este redată o imagine în modul VSLI al microscopului în care este evidențiată (cu două săgeți) diferența de discontinuitate dintre placuta dispozitivului și nivelul rășinii de fixare. Investigația a avut loc pe două axe perpendiculare pe zona de discontinuitate. În dreapta imaginii este planul plăcuței și în dreapta suprafața rășinii.

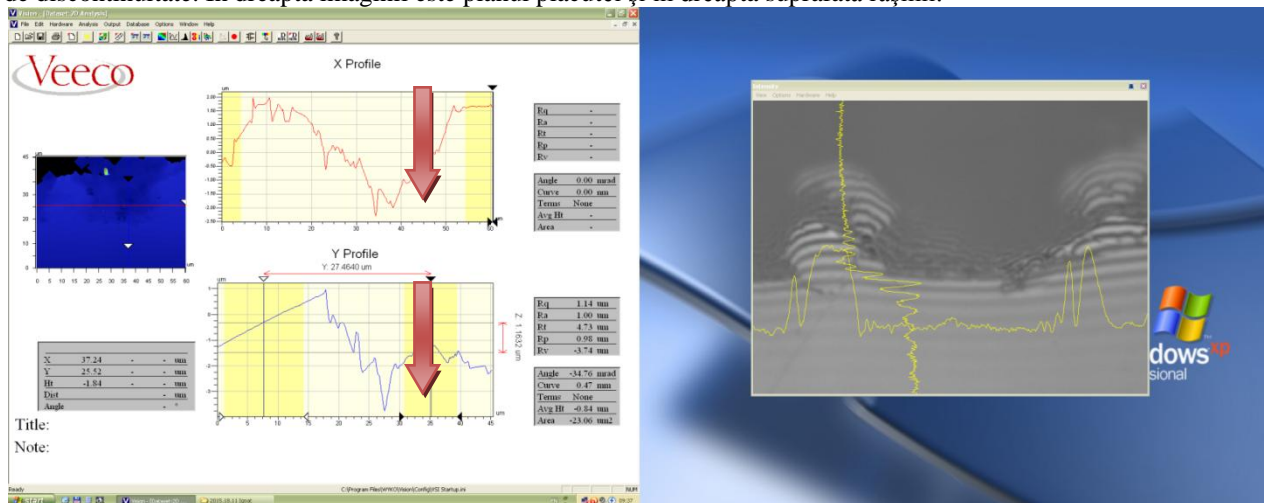


Fig. 3. Investigație în zona de discontinuitate

Domeniul de investigații (lungimea scanării cu microscopul) a fost pe axa Ox; 37,24 micrometrii iar pe axa Oy; 25,52 micrometrii. Pe fiecare axă investigația include 5 parametrii specifici de analiză a rugozității și microgeometriei suprafeței; R_q, R_a, R_z, R_p, R_v (cu valori tabelate în partea dreapta a imaginii).

Astfel pe axa Ox diferența dintre cele două suprafețe ale plăcuței și rășinii a fost de 24 micrometri iar pe axa Oy de 2 micrometri. Investigatiile privind geometria plăcuței sau lamelei încastate au inclus scanări pe lățimea și lungimea acestora care însă datorită limitelor de investigații ale microscopului de interferență nu au putut depăși 50-60 de micrometri. În fig. 4, 5, 6 sunt redată câteva geometrii apărute datorită prelucrărilor tehnologice de care ar trebui să se țină seama în tehnologia de realizare a stratului reflectorizat sau a microgolindiei.

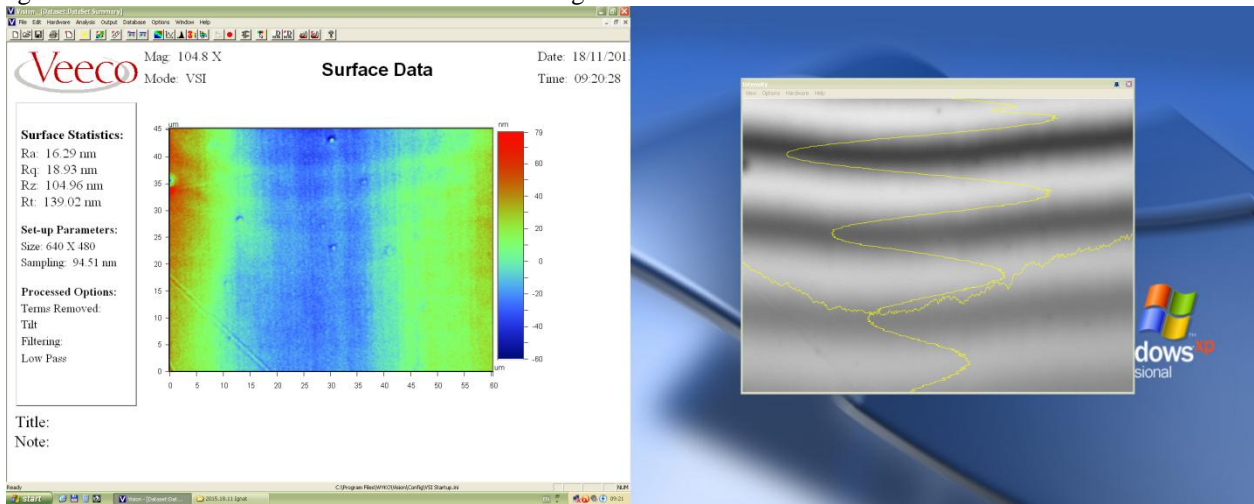


Fig. 4. Microgeometrie tip microș a (domeniu tip canal cu geometrie cilindrică) cu adâncime

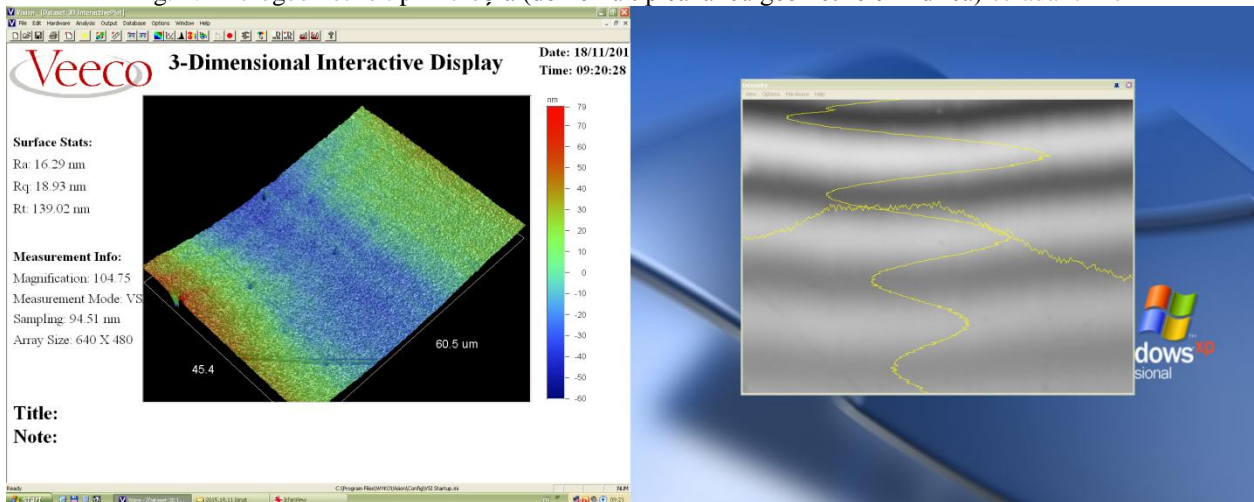


Fig. 5. Microgeometrie tip microș a (domeniu tip canal cu geometrie cilindrică) cu adâncime mai mare ca în fig. 5.

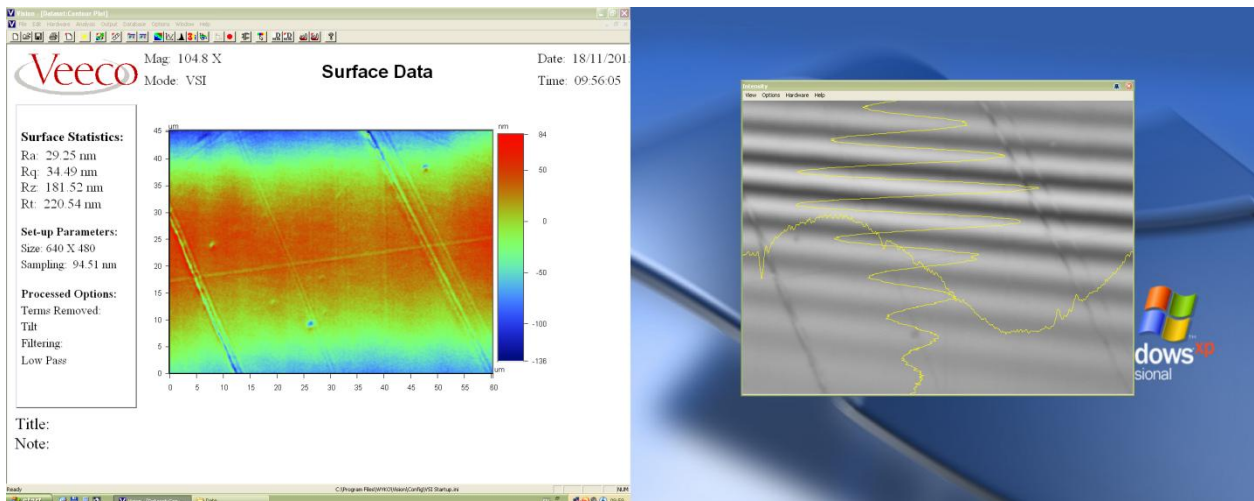


Fig. 6. Microgeometrie tip microș a (domeniu tip canal cu geometrie cilindrică) cu amplitudine (înălțime pozitivă)

Investigatii privind rugozitatea plăcuței cât și posibile accidente ale microgeometriei suprafeței ce urmează să devină oglindă în urma unor tehnologii speciale.

În fig. 7 este redată o investigație cu accidente punctuale de microgeometrie pe suprafața lamelei, apărute posibil datorită unor manevrări microtehnologice accidentale, iar în fig. 8 posibili nanopori de suprafață.

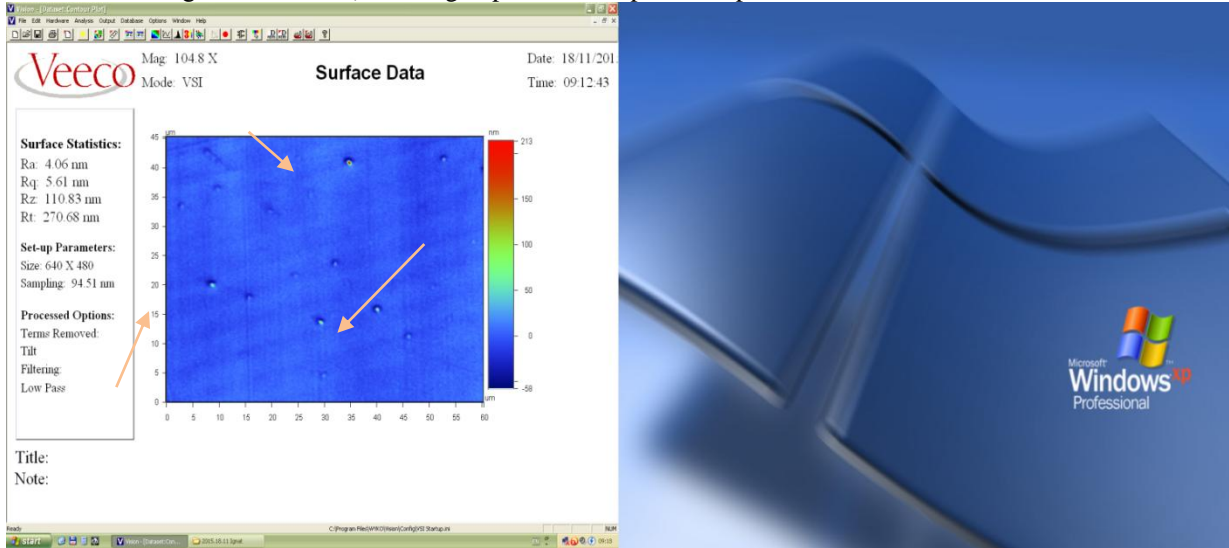


Fig. 7. Investigatie cu accidente punctuale de microgeometrie pe sauprafata lamelei

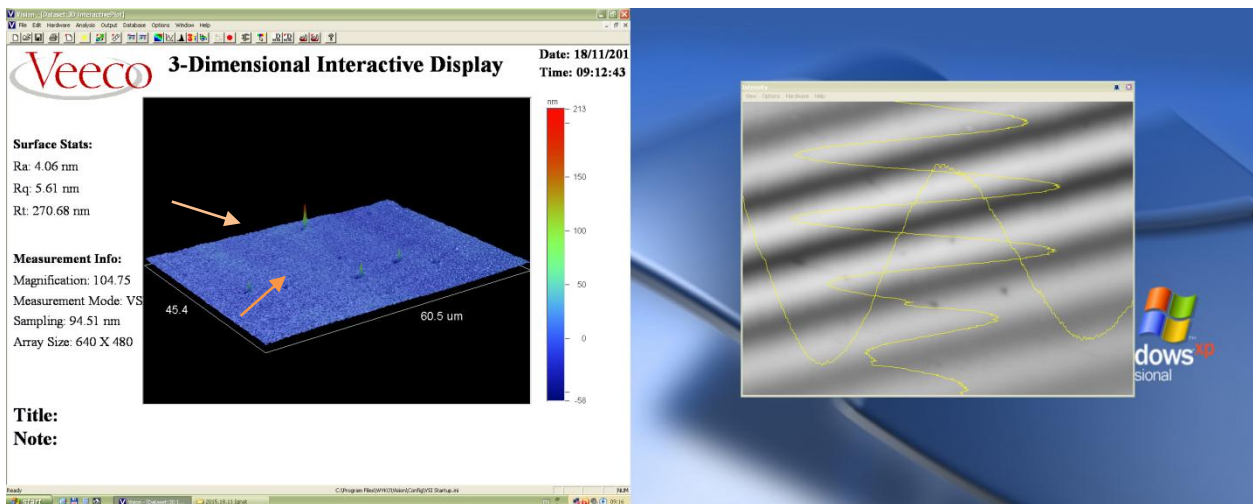


Fig. 8. Existenta unor nanopori la suprafata lamelei

c. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

- Studii de optimizarea sistemului electronic de control, utilizate în activitatea 2.1 (proiectarea circuitului hardware de control) și care vor fi dezvoltate și utilizate la proiectarea buclelor de control și a a programelor (prevăzută pentru 2016).
- Raport cu analiza experiențelor critice, necesar pentru optimizarea activității în fazele următoare și în activitatea post-contract de dezvoltare a rezultatelor cercetării.

Activitatea 2.5. : Determinarea proprietăților mecanice de material prin analiza experimentală a structurilor demonstrative partea 1 (se finalizează în 2016)

d. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.5 a prezentului proiect are ca rezultat final:

- determinari experimentale ale modulului de elasticitate prin vibrometrie laser (determinarea primei frecvente proprii);

e. Rezumatul fazei

A fost realizată o analiză modală a unor structuri de test, determinându-se primul mod de vibrație propriu și frecvență asociată. Folosind un model analitic a fost determinat modulul de elasticitate, observându-se o dependență puternică de condițiile tehnologice, în principal de distribuția câmpului electric pe suprafața plăcuței, la depunerea galvanică.

f. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Rezultate experimentale. Concluzii privind tehnologia de fabricație (optimizarea condițiilor de electro-depunere)

Activitatea 2.6. : Proiectarea, simularea si executia unor structuri demonstrative pentru determinarea parametrilor de material. A c h i z i t i a echipamentelor/licentelor software esentiale

g. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.6 a prezentului proiect are ca rezultat final:
- Structuri de test a parametrilor de material.

h. Rezumatul fazei

Au fost realizate structuri de test cu diferite dimensiuni și orientări pentru măsurarea modului de elasticitate cât și a distributiei lui pe suprafata plachetei. Aceste structuri au fost utilizate la activitatea 2.5.

i. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii si propuneri pentru continuarea proiectului

Structuri de test a proprietăților de material ale MEMS.

Articol: Gheorghe, V., Popescu-Cuta, A., Comeaga, C.D., Determining the Young modulus of electroplated Ni using modal analysis, The Romanian Review Precision Mechanics, Optics & Mechatronics, 2015, Issue 48 ISSN 2247-7063, pp. 267-270 , Proceedings of “7th International Conference on Innovations, Recent Trends and Challenges in Mechatronics, Mechanical Engineering and New High-Tech Products Development”, MECAHITECH’15 International Conference Bucharest, Romania (revista este indexata SCOPUS), September 10th-11th, 2015

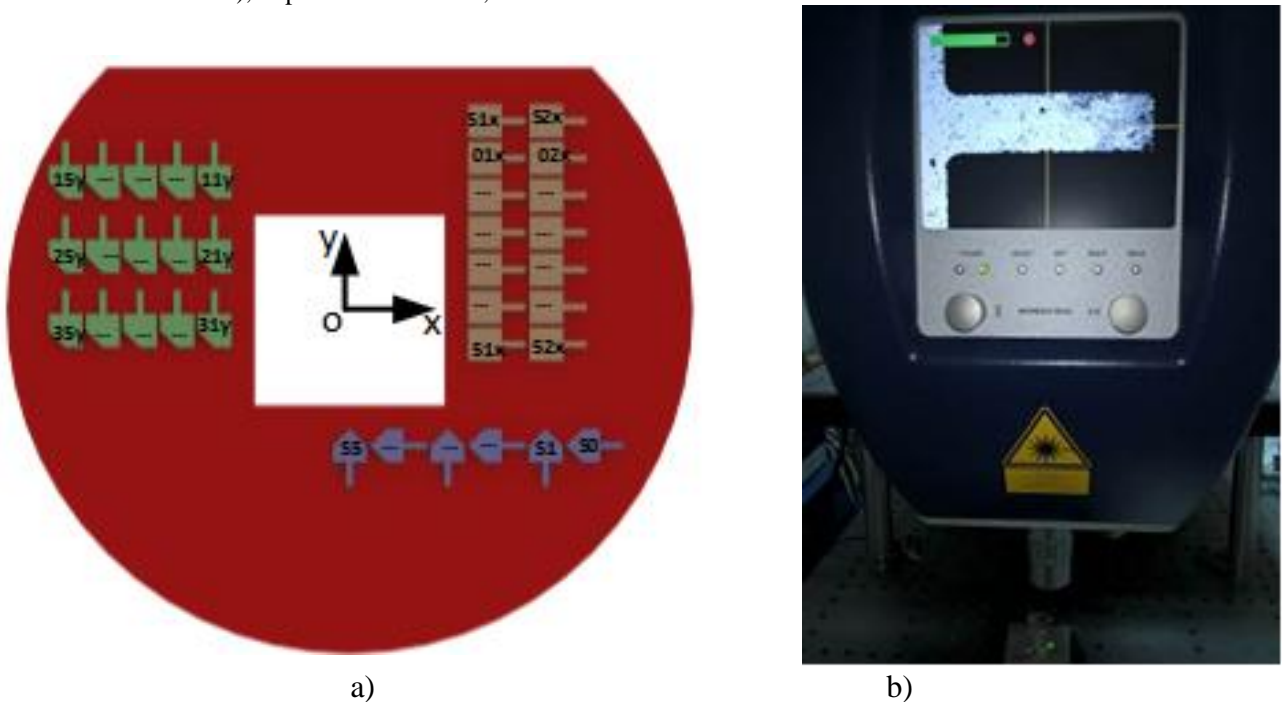


Fig. 9. Pozitia elementelor de test (microgrinzi pe placheta) si o microgrindă în timpul testelor vibrometrul MSA-400

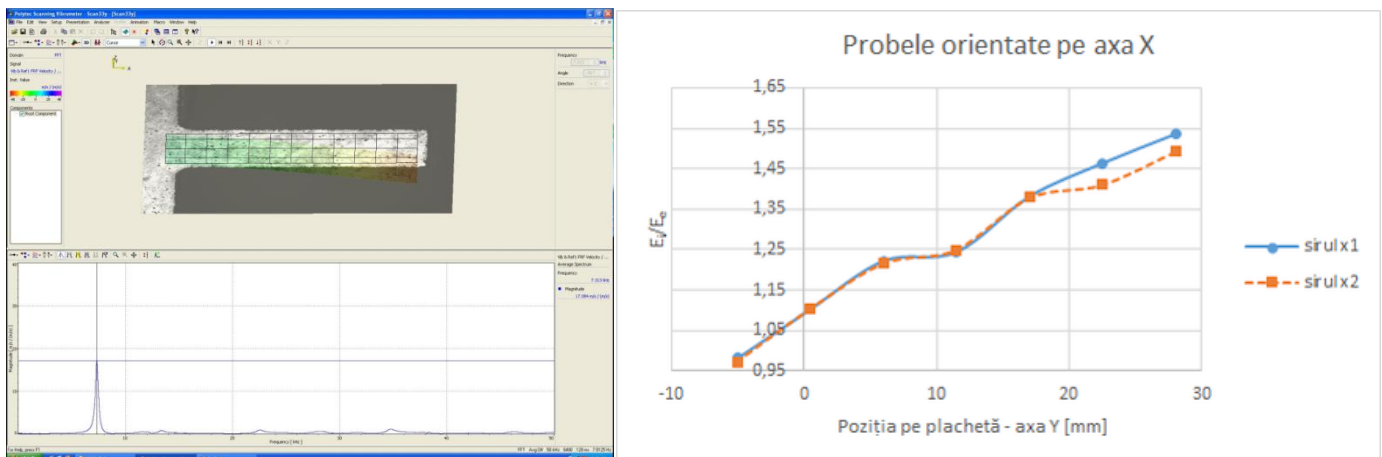


Fig. 10 Analiza determinărilor (analiza modală) și variatia modului de elasticitate în raport cu cel de referință (din literatura de specialitate) pentru probele orientate pe direcția OX (2 șiruri paralele)_

Activitatea 2.7. : Proiectarea, simularea si executia unor structuri de test cu elemente de cuplare/aliniere. Diseminarea rezultatelor

a. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.7 a prezentului proiect are ca rezultat final:

- Structuri de test a posibilităților de cuplare la nivel microscopic;
- Dispozitive pentru orientarea în vederea cuplării a componentelor MEMS.

b. Rezumatul fazei

Au fost realizate structuri de test cu diferite dimensiuni și geometri pentru evaluarea capacității de asamblare (fortă de blocare, rezistență dinamică, precizie de pozitionare(Fig. 11).

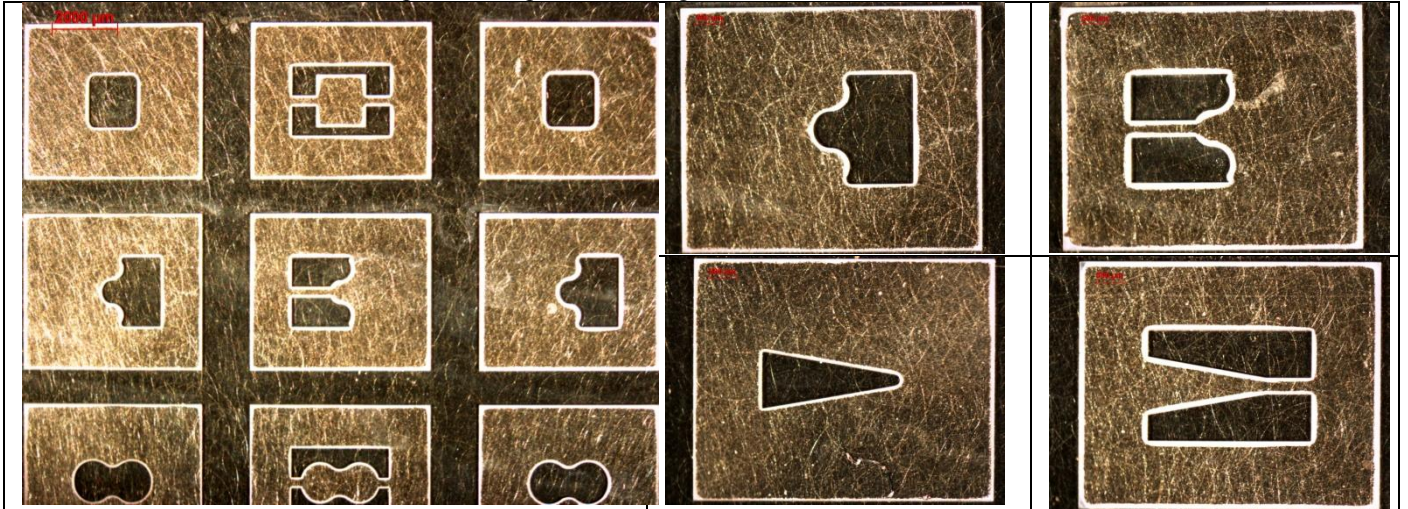


Fig. 11 Exemplu de structuri de cuplare și orientare (diferite scale; structuri tip mamă-tată)

Au fost realizate dispozitive ultra-precise de pozitionare relativă a componentelor supuse asamblării (cuplării). Au fost proiectate doua sisteme pentru fixarea acestor structuri, un dispozitiv de prindere si o mânghina actuator. Aceste dispozitive sunt folosite pentru prinderea și alinierea structurilor în vederea studierii comportamentului acestora la testare pentru verificarea parametrilor de material și al altor caracteristici functionale.

Caracteristici: lungime de prindere activa : 6 mm; lungime de ghidare: 2.5 mm; dimensiuni de gabarit: 23x15x21 mm (pentru mânghina actuator); 25x16x18 mm (dispozitiv de prindere); flansa de fixare adaptea pentru prindere pe masă de laborator optic.

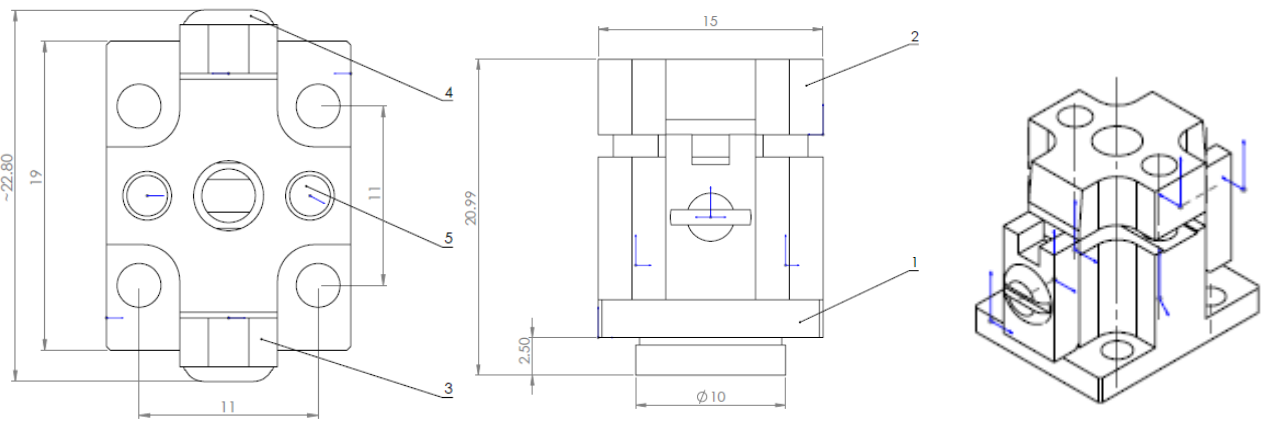


Fig. 12 Componentă de prindere din sistemul de orientare a probeleor

c. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Structuri de test a cuplării/asamblării între componente MEMS.

Activitatea 2.8. : Studiu privind posibilitatile de standardizare a elementelor de asamblare. Partea I –a

a. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei

Etapa2 Activitatea 2.8 a prezentului proiect are ca rezultat final:

Studiu privind posibilitățile de standardizare a elementelor de cuplare.

b. Rezumatul fazei

Au fost identificate structuri pretabile standardizării, dimensiunile relevante pentru standardizare.

c. Rezultate, stadiul realizării obiectivului, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

Studiu.

CONCLUZII GENERALE ETAPĂ

Etapa 1/2014 a pus bazele cercetărilor prin acumularea unor informații de bază privitoare la modelarea microsistemelor electro-magnetice tip MEMS, standardizare în domeniul MEMS (cu accent pe metodele de determinare a parametrilor de material, soluții de cuplare componente), sisteme de scanare existente cu dimensiuni miniaturale, metode de control a actuatorilor electromagnetici tip MEMS, introducerea în determinarea parametrilor de material cu ajutorul vibrometriei laser (tehnica accesibilă ca urmare a dotării partenerilor).

În această etapă s-a conturat o structură de actuator, identificându-se blocurile componente și stabilindu-se direcțiile de cercetare (au fost identificate ca elemente critice aspecte privind: a. Cunoașterea cu o bună acuratețe a parametrilor de material, în special a modulului de elasticitate și a parametrilor magnetici; b. Manipularea și asamblarea componentelor – necesitatea unor soluții constructive simple pentru cuplarea componentelor și care să asigure o bună orientare relativă; c. Realizarea rețelilor de micromagneți cu diferite direcții de magnetizare.

Etapa 2/2015 a continuat cercetările menționate, urmărindu-se trecerea de la analiza conceptuală la proiectarea și executia subsistemelor critice menționate.

Dintre realizări se pot menționa:

- realizarea unor structuri de test pentru determinarea parametrilor de material prin vibrometrie laser; aceste structuri au fost testate și au permis corelări ale procesului tehnologic cu variațiile parametrilor. O parte din rezultate au fost comunicate în la conferințe și au fost publicate la reviste de specialitate;

- realizarea unor dispozitive de orientare a probelor, utilizabile și pentru poziționarea relativă la verificarea performanțelor structurilor de cuplare și orientare; standul optic de testare a fost proiectat, executat și este în probe.

Se analizează posibilitatea realizării unui brevet.

- realizarea unor structuri de asamblare, cu rol și de posibilități de orientare relativă; aceste structuri au fost realizate la diferite dimensiuni și cu diferiți parametri tehnologici, urmărindu-se atât identificarea geometriilor optice, a dimensiunilor adecvate dar și a limitelor tehnologice (este necesar un echilibru între performanțe și complexitatea tehnologică; spre exemplu o durată foarte mare de depunere electrogalvanică, în condiții de control extern de precizie al curentului electric, combinată cu utilizarea unui fotorezist foarte bun calitativ dar și extern de costisitor, poate asigura o precizie ridicată a structurilor dar impune o durată de peste 48h pentru realizarea unui singur pas în tehnologie și costuri foarte ridicate); informațiile obținute în această etapă, combinate cu simulările ce vor fi realizate în prima parte a lui 2016, vor permite stabilirea configurației pentru realizarea prototipului și implicit stabilirea parametrilor tehnologici folosiți;

Rezultatele sunt în prezent prelucrate pentru a fi realizat un articol științific.

- realizarea unor micromagneți; au fost simulate mai multe structuri de micromagneți, identificându-se tipul optim de rețea; apoi au fost realizate simulări pentru identificarea configurației optime a rețelei (dimensiuni, pas, raport magnet-interstitiu); simultan au fost realizate câteva rețele cu diferite orientări ale magnetizării, scopul fiind atât verificarea tehnologiei dar și verificarea modelelor matematice (acest aspect este critic deoarece există numeroase date experimentale care permit validarea unui model experimental pentru o structură la scară microscopică cât și un bagaj de reguli de modelare extinse dar nu există suficiente informații la nivel micro; echipa este obligată să își construiască propriile soluții de validare a modelelor);

O parte din rezultate au fost comunicate la conferințe și publicate în jurnale/reviste.

- proiectarea circuitului de control a actuatorilor; simulările complexe realizate în Comsol au permis identificarea circuitului electric echivalent la bornele de comandă; informațiile au fost utilizate la proiectarea hardware a circuitului electric de control, folosind sisteme tip DSP ușor de reconfigurat, realizându-se simulări ale funcționării (probele finale, implicit ultimele reglaje atât pentru electronica analogică dar mai ales pentru parametrii sistemelor digitale, se vor realiza odată cu executia prototipului).

O parte din rezultate au fost comunicate la conferințe și publicate în jurnale/reviste.

În concluzie se apreciază că, în ciuda unor condiții dificile (reducerea masivă a finanțării la actul adițional 2, iar apoi acordarea unei suplimentări cu durată redusă de implementare a activităților transferate) au fost îndeplinite sarcinile asumate pentru anul 2015.

Diseminarea rezultatelor se realizează prin site, publicarea de articole (practic în prima parte a anului 2015 au fost prezentate la ATEE și ICAMERA rezultatele obținute în perioada finală a anului 2014 când a existat un disponibil financiar consistent ca urmare a unei suplimentări; apoi au fost prezentate rezultate preliminare în toamna 2015, obținute în condiții financiare dificile - articolele prezentate la MECAHITECH sunt în curs de publicare în revista indexată SCOPUS – un articol este deja indexat; rezultatele semnificative obținute în finalul anului 2015 sunt prelucrate și urmează a fi transmise către conferințe și reviste de nivel superior în luna decembrie și ianuarie)

Prof. Constantin Daniel COMEAGĂ

