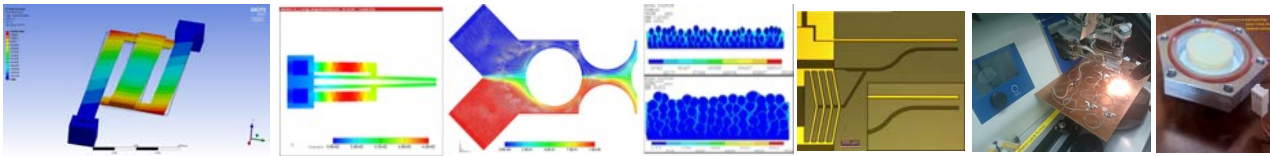


Laboratorul de Simulare, Modelare și Proiectare Asistată de Calculator- L5

<http://www.imt.ro/organisation/research%20labs/L5/index.htm>



MISIUNE

Misiunea laboratorului este **cercetarea și dezvoltarea de sisteme micro-electro-mecanice și microfluidice** precum și a **aplicațiilor** acestora folosind tehnici pentru **proiectare, modelare și simulare**, cu orientare către proiecte de cercetare colaborative, **educație** (cursuri, laboratoare), **servicii** (proiectare și simulare cu element finit, manufacturare aditivă pe polimeri prin sinterizare selectivă laseri) și **consultanță** (proiectare/optimizare, manufacturare aditivă) în domeniul micro-nano-bio/info tehnologiilor.

L5 are un rol de suport pentru activitățile de cercetare ale altor laboratoare din IMT Bucuresti.

În plus, L5 dezvoltă **tehnici de rapid prototyping** de la scara micro la scara macro, **microsenzori și actuatori MOEMS și MEMS, cercetări pentru clase noi de materiale avansate** cu aplicații în nanodispozitive (filme subțiri și nanostructuri din materiale semiconductoare oxidice).

Echipa L5 are o expertiză multidisciplinară și este formată din 12 membri, cercetători științifici: 10 doctori în electronică, fizică și matematică și doi fizicieni. Laboratorul este coordonat de către Dr. ing. Raluca Müller (raluca.muller@imt.ro).

Domenii de activitate

- **Proiectare, simulare și dezvoltare/optimizare** de componente și microsisteme **MEMS/MOEMS** (console, membrane, microgripere) și **microfluidice** (valve, pompe, microcanale, mixere, filtre) pentru aplicații bio-medicale și microelectronice
- **Modelare și simulare** pentru **probleme multifizice**; **analize** mecanice, termice, electrice, electromagnetice, piezoelectrice și **analize cuplate** (statice și tranziente); **analize microfluidice** de tip CFD, difuzie, mixing, electrocinetic, electrochimic, interacțiune fluid-structură
- **Proiectare și fabricare** de microsenzori și actuatori/microsisteme MEMS și MOEMS;
- **Proiectare și realizare tehnologică structuri microfluidice și micro-electro-fluidice, caracterizare electrică și prin profilometrie de contact**;
 - **Rapid prototyping**: 3D Printer (SLS, respectiv, fotopolimerizare cu absorbție de un singur foton);
 - **Caracterizarea fenomenelor fizice** în semiconductori cu bandă interzisă largă;
 - **Dezvoltarea tehnologiilor** de obținere și a proceselor de dopare pentru filme și nanostructuri de ZnO, cu potențial de utilizare în diferite aplicații de dispozitiv, în electronica transparentă, celule fotovoltaice, senzori funcționali în domeniul ultraviolet cu funcționare inclusiv în medii agresive și spațiu;
 - **Simulări atomistice** și analiză prin calcule ab initio a structurii electronice în prezența impurităților dopante și a defectelor pentru materiale semiconductoare.

Echipamente

• Hardware:

- **Server Dual IBM 3750 cu 8 procesoare** quad-core Intel Xeon MP 2.93 GHz, 196 GByte RAM și 1 TByte HDD + 876 GByte external storage;

- **Sala de curs echipată cu rețea de calculatoare pentru training**

Software pentru Modelare si simulare:

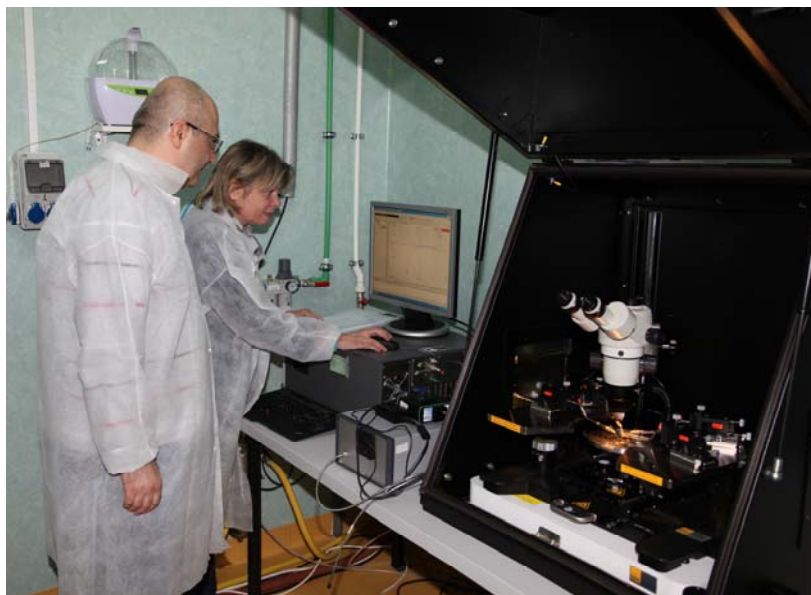
- **COVENTORWARE 2014** - pachet de programe specializate pentru proiectare, modelare si simulare in domeniul MEMS si microfluidica. Contine instrumente de proiectare (editor de layout 2D, generator de modele 3D) si module de simulare a principalelor fenomene fizice utilizate in dezvoltarea si functionarea microsistemelor.
- **SEMulator3D, 2011** - generarea modelelor 3D pentru filme subtiri, structuri si dispozitive fabricate in tehnologiile pe plachete de siliciu.
fizice (mecanice, termice, electromagnetice si fluidice sau cuplate). Metode de simulare complexa: **Metoda secventiala** (Termic-structural, electromagnetic-termic-structural, electrostatic-structural-fluidic, CFX- și FLOTRAN) si **Cuplare directa** (Acoustic-structural, Piezoresistiv, Electromagnetic, Electro-termic-structural-magnetic).
- **MATLAB R2015b** - software matematic: functii de calcul, vizualizare si programare. Poate fi folosit pentru calcule matematice, dezvoltare de algoritmi, achizitii de date, modelare si simulare, analiza datelor si vizualizare, grafice stiintifice si ingineresti, dezvoltare de aplicatii (inclusiv interfata grafica);
- **SOLIDWORKS - mediu de proiectare** 2D si 3D pentru geometrii complexe, capacitate de export fisiere pentru utilizare in programe de simulare, module suplimentare pentru comunicarea proiectelor, pentru marirea productivitatii CAD si PDMWorks ; include solutii de management de date de proiectare, adaptate managementului individual sau de grup al proiectelor SolidWorks.
- **MATHEMATICA 7** - mediu de calcul numeric si simbolic; rezolvare de ecuatii si sisteme de ecuatii liniare si neliniare; rezolvare de ecuatii diferentiale si integrale, prelucrari statistice, optimizari; grafica 2D si 3D.
- **ORIGINPRO 8** - software pentru prelucrarea datelor: grafice, interpretare / interpolare prin prelucrari statistice.

Echipamente de caracterizare si procesare:

- Echipament de caracterizare electrica Keithley 4200 SCS cu microprobere EP6/ Suss MicroTec.
- 3D Printer based on Single Photon Photopolymerization MiniMultiLens system from EnvisionTEC
- Laser microengraving system
-
- 3D Printer Selective Laser Sintering EOS Formiga P100

Aplicații:

- ✓ realizare de modele și machete (pentru inginerie, arhitectură, educație)
- ✓ realizare de matrițe pentru implanturi
- ✓ industrie auto: realizare de matrițe pentru industria auto, a cauciucului, a maselor plastice
- ✓ optică: realizare de elemente optice (oglinzi, lentile) de forme complexe
- ✓ medicină: realizare de proteze și orteze, ustensile medicale (chirurgie), modele 3D ale zonelor scanate în vederea elaborării strategiei chirurgicale
- ✓ artă (muzee): realizare de copii ale sculpturilor
- ✓ industrie: realizare de componente pentru industria constructoare de mașini
- ✓ industria sticlei și a porțelanului: realizare de matrițe
- ✓ realizare de componente mecanice fixe, mobile sau semi-mobile pentru aplicații specifice incluzând robotică
- ✓ realizare de circuite și dispozitive fluidice și microfluidice conținând tubulatură (diametru minim 1 mm, geometrii 3D complexe), valve, micropompe (scală milimetrică și centimetrică)
- ✓ realizare de elemente de îmbinare la scală milimetrică
- ✓ realizare de încapsulări adaptate pentru diverse structuri MEMS sau alte tipuri de dispozitive
- ✓ realizare de machete ale structurilor MEMS pentru a le testa conceptul și principiul de funcționare
- ✓ senzori (de torsiune, de accelerație, de presiune etc.)



Echipament de caracterizare electrica Keithley 4200 SCS



3D Printer cu sinterizare selectivă laser pe polimer; Formiga P100; EOS Co & KG, Germania; 2008

Servicii:

- ☐ Simulare si Modelare asistată de calculator (folosind metode ca FEM, FVM, BEM, etc.) pentru structuri si micro sisteme MEMS/NEMS, microfluidice
- ☐ Caracterizari electrice: I-V, C-V, C-t, C-f. Masuratori in domeniul de temperatura 77-400 K.
- ☐ Proiectare masti, proiectare si realizare tehnologica structuri microfluidice si micro-electro-fluidice pe suport de siliciu si sticla, proiectare si realizare conectori pentru microfluidica

- Depuneri prin metoda sol-gel de filme subțiri cu diferite proprietăți electrice (rezistivitate), optice (transmisie, absorbție) și fotoluminescență pentru aplicații în electronica, senzori, conductori transparenți, acoperiri ale diferitelor substraturi.
- Rapid prototyping utilizând 3D Printer Selective Laser Sintering pentru următoarele aplicații: Realizarea de modele cu utilitate în proiectare, arhitectură, educație; Realizarea de matrițe; Realizarea de componente robotice cu diferite grade de libertate; Realizarea de carcase (încapsulări) de diferite tipuri pentru structuri MEMS; Realizarea de machete MEMS pentru testarea conceptului și a modului de operare al structurilor MEMS și, respectiv, al unor senzori macoscopici; Realizarea de părți mecanice și fluidice funcționale;
- Training în domeniul simulării: laboratoare pentru studenți; cursuri MASTER; practica studenți

Colaborări internaționale și naționale recente

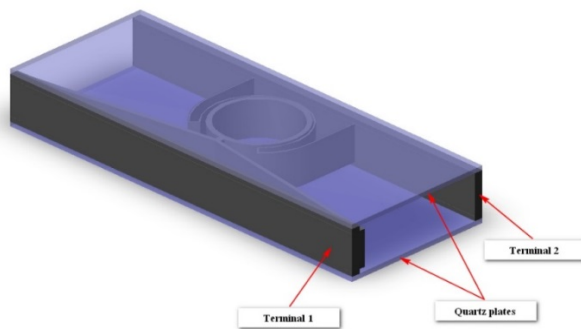
- **ECSEL-H2020: 3Ccar: „Integrated components for control in electrified cars”,** (2015 – 2018) Coordonator: Infineon Technologies AG Germany, IMT Partner - Dr. Gabriel Moagar-Poladian;
- **MANUNET”. Nr. 22 / 2016,; „Microgrippers with integrated sensors for microrobotic applications”** (2016-2017) Coordonator IMT- București: Dr. Rodica Voicu, Parteneri: UTCN- Cluj Napoca, SITEX-45 SRL, Robotics Special Applications SA, Spania
- **POC-G- Programul Operațional Competitivitate 2014 – 2020, Axa 1: Cercetare, dezvoltare tehnologică și inovare (CDI) în sprijinul competitivității economice și dezvoltării afacerilor: Acțiunea 1.2.3.,** Contract nr. 77/08.09.2016. Cod MySMIS 105623 Parteneriat în exploatarea Tehnologiilor Generice Esențiale (TGE), utilizând o **PLAT**forma de interacțiune cu întreprinderile competitive (**TGE-PLAT**)- Proiect din fonduri structurale- Coordonator: Dr. Raluca Müller - proiect la care participă mai multe laboratoare din IMT.
- **Proiect PN II: “Sistem micro-electro-fluidic pentru separarea și electroporarea celulelor biologice (MEFSYS)”**, 30/2014-2017, Coordonator IMT, Director de proiect: Dr.Oana Nedelcu
- **Proiect PN-II-PT-PCCA-2013-4-1478**, contract nr. 57/2014: “Dezvoltarea de noi materiale nanocompozite electroizolante pentru creșterea durabilității motoarelor electrice – NANOMEL”– IMT Partener – Fiz.Victor Moagar
- **Proiect Experimental Demonstrativ PN-III-P2-2.1-PED-33/ 2017-2018): Proiectare și realizare teste tehnologice de obținere a unei structuri de comutator MEMS cu contact metalic robust –** Coordonator: UTCN Cluj- Napoca , IMT Partener, - Dr. Raluca Müller
- **Proiect IDEI:** “Prospective research regarding rapid prototyping processes for applications in the field of micro and nanosystems realization”, (2011–2016), Director proiect: Dr. Gabriel Moagar-Poladian;
- **STAR:** “Tribomechanical Characterization of MEMS Materials for Space Applications under harsh environments”- MEMSMAT Project 97/2013-2016 Coordonator UTCN, IMT Partener, Dr. Raluca Müller

REZULTATE obținute în cadrul proiectelor

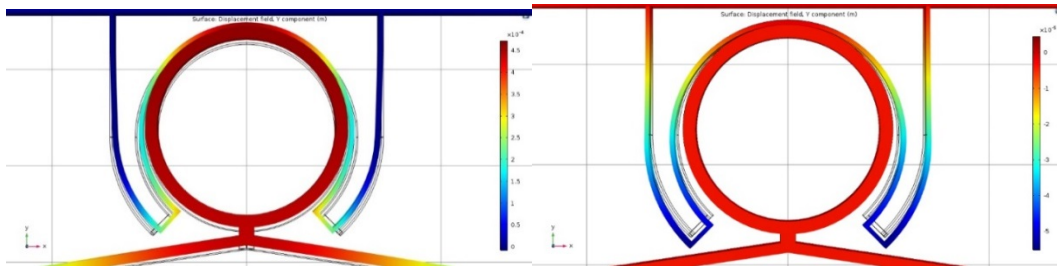
- **ECSEL-H2020: 3Ccar: „Integrated components for control in electrified cars”,** (2015 – 2018) Coordonator: Infineon Technologies AG Germany, Partner L5 din IMT - Dr. Gabriel Moagar-Poladian; Domenii abordate în IMT:
- Structuri pentru managementul termic al automobilelor electrice
- Sisteme avansate de încapsulare multi-stimul

Rezultate:

- Au fost concepute și simulate diode termice (Fiz. Cătălin Tibeică) – prezentate în figurile următoare și, respectiv,
- A fost conceput un comutator termic cu raport de închidere mare (Dr. Gabriel Moagăr-Poladian) – a se vedea tabel.

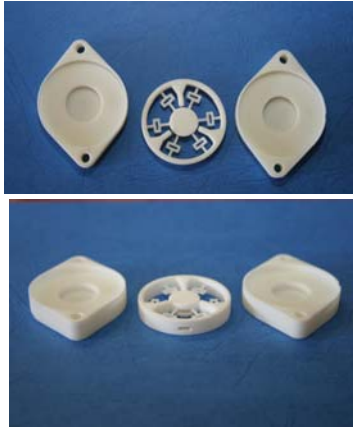


Lay-out 3D diodă termică

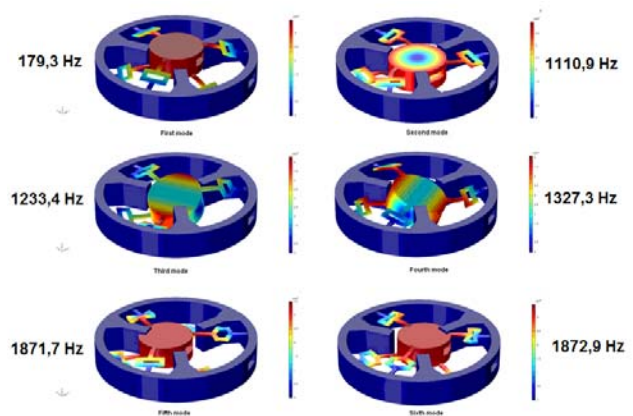


Deplasările în lungul axei verticale pentru o diferență de temperatură de 100°C : stânga – “polarizare” directă; dreapta – polarizare inversă (deplasare mărită de 20 ori pentru a facilita observarea)

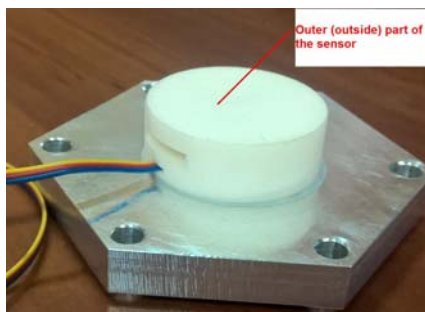
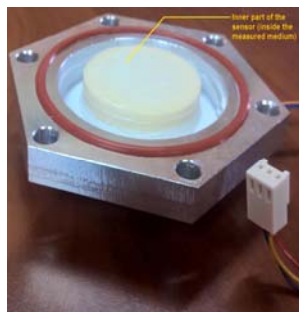
- Au fost concepute, simulate și fabricate două tipuri de senzori folosind tehnici de 3D Printing și conceptul de “sensor conversion” dezvoltat de către dr. Gabriel Moagăr-Poladian: - senzor de accelerație (echipa: dr. Gabriel Moagăr-Poladian, fiz. Cătălin Tibeică, ing. fiz. Victor Moagăr-Poladian) și - senzor de presiune (echipa: fiz. Cătălin Tibeică, dr. Gabriel Moagăr-Poladian)



Imagini foto ale senzorului de accelerație desfăcut (componente realizate prin 3D Printing)



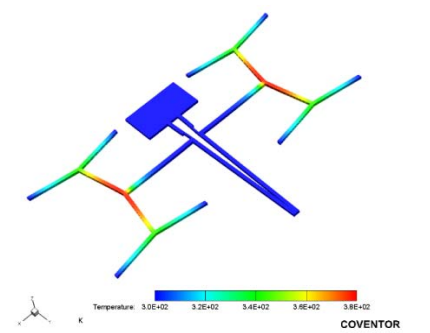
Analiza modală a senzorului de accelerație (partea centrală), distribuția deflexiei și frecvențele primelor 6 moduri. (COMSOL Multiphysics)



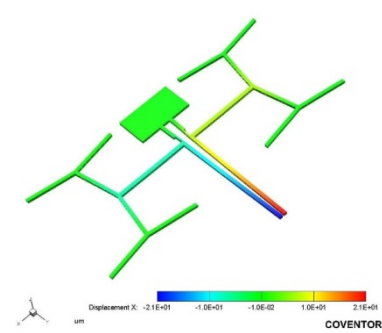
Imaginea a senzorului de presiune (senzorul de presiune este prins de suportul care reprezintă unul din pereții cuvei de măsură)

► Proiect ERA-MANUNET Contract nr. 22/2016

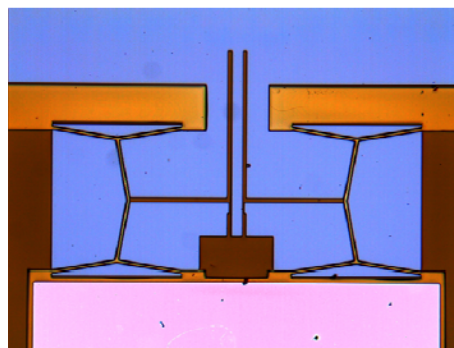
Proiectare și simulare pentru structuri MEMS de micropensete actionate electro-termic cu modul de operare normal deschis și bazate pe actuatoarele în formă V. Realizarea de simulări cuplate electro-termo-mecanice cu ajutorul programului Coventorware 2014 pentru a analiza distribuția de temperatură în structura și deplasările bratelor micropensetei în urma aplicării unei tensiuni electrice.



a)



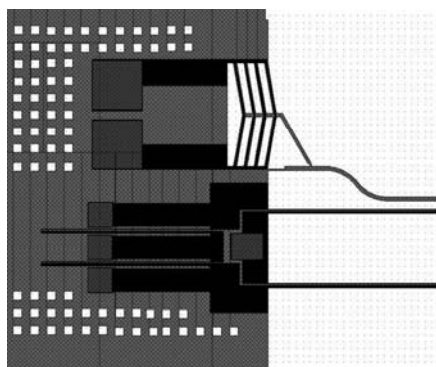
b)



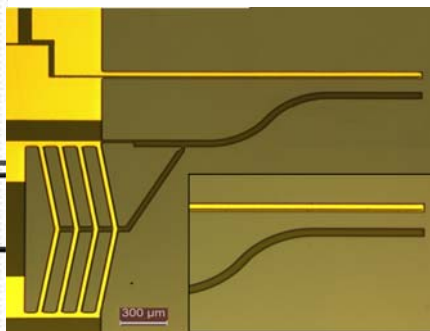
c)

- a) Distribuția de temperatură în structura la $I=22$ mA; b) Deplasările în plan ale bratelor structurii pentru $I=22$ mA (simulări cu Coventorware 2014) - Simulări FEM cuplate electro-termo-mecanice
c) Imagine optică a structurii de micropensetă normal deschisă fabricată din polimerul SU-8 și Cr/Au/Cr.
Contact Dr. Rodica-Cristina Voicu.

- Proiectare, simulare și fabricare structuri MEMS de micropensete integrate cu senzori de forță/deplasare acționate electro-termic. Realizarea de simulări cuplate electro-termo-mecanice cu ajutorul programului Coventorware 2014 pentru a analiza comportamentul micropensetei și a senzorului.



a)



b)



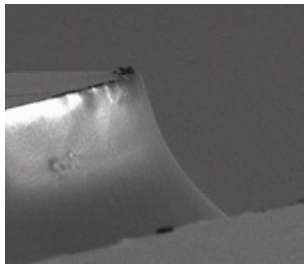
c)

- a) Configurația unei micropensete polimerice integrată cu senzor de forță/deplasare; b) Imagine optică a structurii de micropensetă fabricată din SU-8 și Au; c) Imagine optică a structurii de micropensetă când bratele sale prind un micro-obiect. Contact Dr. Rodica-Cristina Voicu.

- Realizarea unui demonstrator de micropensetă cu acționare electro-termică integrat cu senzor de forță/deplasare (b). Realizare procese tehnologice utilizând polimerul SU-8 biocompatibil ca start structural și metalul Au pentru configurarea rezistențelor metalice. Caracterizări microfizice și teste electrice în vederea validării funcționării structurilor de micropensete și teste privind manipularea de micro-obiecte.

► **Proiect PN II: “Sistem micro-electro-fluidic pentru separarea și electroporarea celulelor biologice - MEFSYS” (2014-2017) Coordonator IMT București, Director de proiect Dr. Oana Nedelcu, Parteneri:** • SC Spital LOTUS SRL Ploiești; • DDS Diagnostic SRL București; • Universitatea din București - Facultatea de Chimie; • Universitatea Politehnică din București - Facultatea de Științe Aplicate - Laboratorul de Holografie Digitală

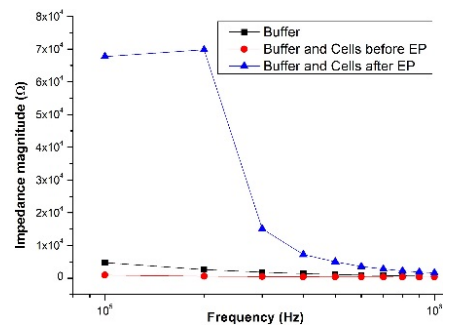
Au fost elaborate metodologia și setul de parametri pentru testarea și caracterizarea microsistemului. Au fost obținute rezultate de caracterizare a microsistemului prin tehnici microfizice și rezultate experimentale de separare și electroporare pentru celule cervicale și leucocite.



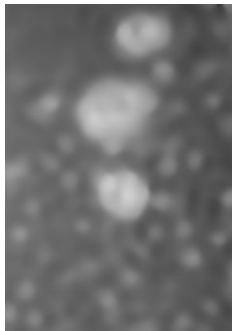
Imagine SEM a microcanalului corodat izotrop in sticla



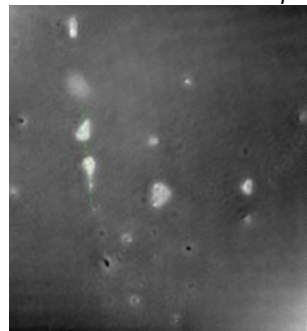
Imagine montaje experimentale



Variatia impedantei in functie de frecventa pentru solutie si limfocite inainte si dupa electroporare



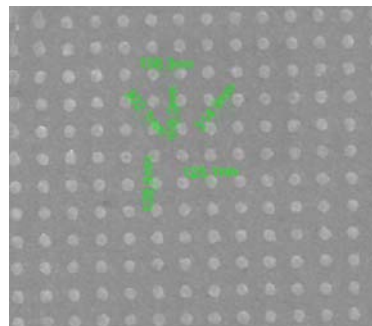
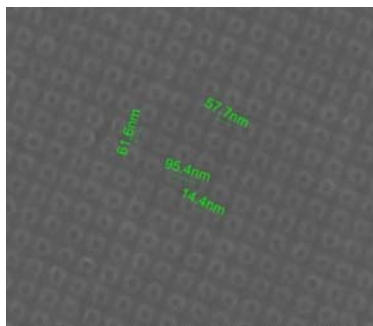
Imagine de faza limfocite



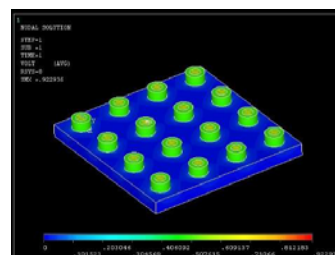
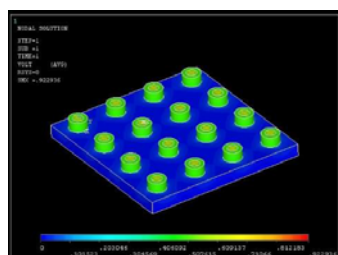
Celule electroporate cu forme si dimensiuni modificate

► **Proiect Nucleu:** „Nanostructuri si heterostructuri pentru componente micro-nano (opto)electronice”,
Coordonator: **Dr. Rodica Plugaru**

- Dezvoltarea de procese tehnologice pentru realizarea arilor de nanostructuri core-shell cu materiale semiconductoare oxidice pentru aplicatii in nano- electronica, optoelectronica si senzori optici ultrasenzitivi.
- Realizarea de structuri FET cu arii de nanodoturi core-shell cu materiale semiconductoare oxidice pe substrat paternat: a) Si/SiO₂/(Au)/TiO₂, b) Si/SiO₂/(Au)/TiO₂/SiO₂ si c) Si/SiO₂/(Au)/TiO₂/ZnO .
- Realizarea unui model numeric pentru simularea comportamentului electric al arilor de nanodoturi core-shell cu materiale semiconductoare oxidice
- Procese tehnologice pentru realizarea arilor de nanostructuri core-shell cu materiale semiconductoare oxidice. Analiza proprietatilor structurale si functionale, fotoconducție si transport de sarcina, ale arilor de nanostructuri core-shell.

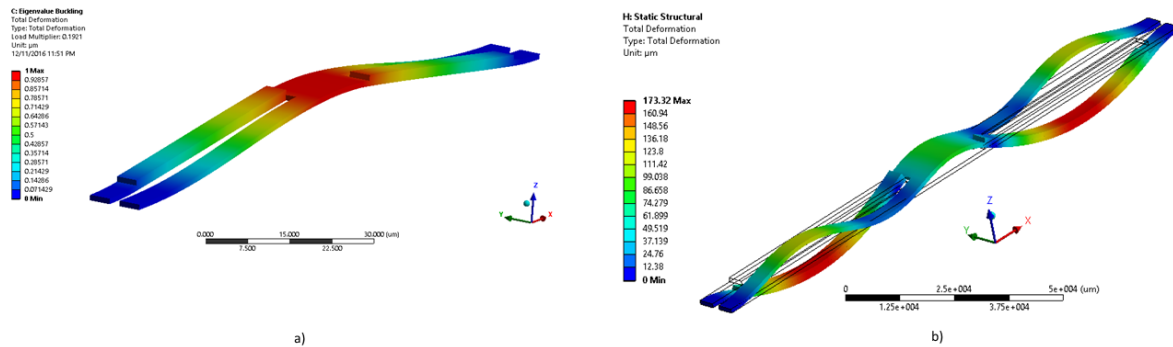


Arii de nanodoturi core-shell: a) Si/SiO₂/(Au)/TiO₂ , b) Si/SiO₂/Au/TiO₂/ZnO

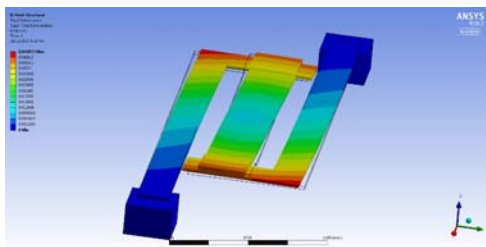


Distributia de potential in ariile de nanodoturi core-shell: (a) TiO₂/SiO₂ and (b) TiO₂/ZnO.

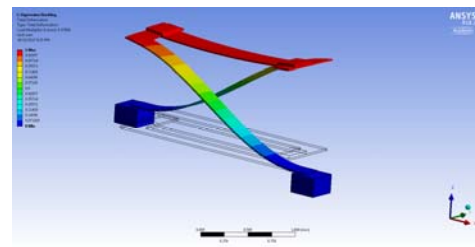
► **Proiect Nucleu:** “Simularea si realizarea microstructurilor cu instabilitate mecanica controlata pentru obtinerea de dispozitive cu geometrie complexa in 3D cu aplicatii in biologie si medicina”, Coordonator Ing.Fiz. Victor Moagar- Poladian



- a) Simularea pierderii stabilitatii unei structuri de Si si SiO₂ cu stres compresiv pentru primul mod de buckling (flambaj) liniar (Deplasare totala).
- b) Simularea pierderii stabilitatii unei structuri de Si si SiO₂ cu stres compresiv pentru simularea bucklingului (flambajului) neliniar (Deplasare totala).



Deformarea totală a structurii în cadrul simulării statice în prezența stresurilor reziduale.



Deformarea structurii ca urmare a procesului de flambaj.