

**PROGRAMA ANALITICĂ**  
a disciplinei:  
**Sisteme Microelectromecanice (MEMS)**

**1. Titularul disciplinei: Daniela Ionescu**

**2. Tipul disciplinei: DO**

**codul: 604 RD**

**3. Structura disciplinei:**

| Semestru<br>I | Numărul de ore pe săptămână |   |   |   | Forma de evaluare finală | Numărul de ore pe semestru |   |   |    |       |
|---------------|-----------------------------|---|---|---|--------------------------|----------------------------|---|---|----|-------|
|               | C                           | S | L | P |                          | C                          | S | L | P  | Total |
| I             | 2                           | - | - | 2 | ex.                      | 28                         | - | - | 28 | 56    |

**4. Obiectivele cursului:**

- însușirea cunoștințelor legate de microsistemele electromecanice (MEMS), care au multiple aplicații în practică;
- asimilarea informației tehnice legate de tehnologiile de fabricație a MEMS-urilor, cu particularități specifice structurilor cu dimensiuni micrometrice;
- însușirea cunoștințelor legate de aplicațiile MEMS-urilor;
- instruirea în domeniul proiectării, identificării aplicațiilor și descoperirea de valențe aplicative noi pentru microsenzori, microdetectors și microactuatori;
- dezvoltarea aptitudinilor pentru conceperea și proiectarea de astfel de sisteme, pornind de la materiale cu proprietăți speciale (feroelectrice, magnetorezistive, faze feroice, etc.), precum și pentru dezvoltarea de aplicații specifice.

**5. Concordanța între obiectivele disciplinei și obiectivele planului de învățământ:**

Obiectivele cursului sunt în concordanță cu obiectivele din planul de învățământ, pentru instruirea studenților masteranzi pe domeniul Rețele de comunicații, adăugând noi valențe aplicative cunoștințelor asimilate precum și crearea de aptitudini noi, specifice subdomeniului abordat.

**6. Rezultatele învățării exprimate în competențe cognitive, tehnice sau profesionale**

- capacitate de identificare și descriere a microsistemelor electromecanice;
- capacitate de interpretare a valențelor aplicative ale MEMS-urilor;
- capacitate de configurare a unor noi aplicații ale MEMS-urilor;
- capacitate de proiectare a structurilor de tip MEMS;
- capacitate de structurare a unor microsisteme noi, plecând de la materiale noi, cu proprietăți speciale.

**7. Proceduri folosite la predarea disciplinei:**

(Se precizează și: a) metodele și mediile de învățare centrate pe student; b) strategii de actualizare a predării conform programului de studiu, caracteristicilor studenților, formei de învățământ și criteriilor de calitate adoptate.)

- prezentarea cursului cu video-proiectorul;
- mini-proiecte și teme în clasă și acasă;
- prezentarea etapizată a temei de proiectare și verificare pe parcurs;
- reactualizarea permanentă a informației prin referate cu subiect impus, pe parcursul semestrului.

## 8. Sistemul de evaluare:

(La fiecare formă de evaluare se precizează tipul: tradițional, cu calculatorul, mixt.)

### *Evaluarea continuă:*

#### *Activitatea la proiect*

Ponderea în nota finală: 30 %

(Se evaluează în funcție de frecvența și relevanța intervențiilor orale, calitatea lucrărilor efectuate, consemnarea sistematică a informațiilor semnificative generate de student în grup de aplicație.)

#### *Testele pe parcurs*

Ponderea în nota finală: - %

(Se utilizează pentru evaluarea pe parcursul semestrului a cunoștințelor, teoretice și / sau practice acumulate la orele de curs și de aplicație.)

#### *Lucrări de specialitate*

Ponderea în nota finală: 20 %

mini-proiecte și teme în clasă și acasă, sinteze științifice, eseuri tematice, referate, studii de caz

(Se utilizează pentru evaluarea competențelor generale și specifice pe baza unor lucrări elaborate de student precum: rezumate, sinteze științifice, eseuri tematice, referate, proiecte, rapoarte de activitate practică sau de cercetare, studii de caz, recenzii etc.)

*Evaluarea finală:* examen; dezvoltare tematică; probă orală; studenții au la dispoziție o parte din figurile descriptive pt. dispozitive și instalații.

Ponderea în nota finală: 50%

#### Proba(ele):

(Se menționează fiecare probă și se precizează:

- a) categoria de sarcini (test de cunoștințe cu întrebări închise / deschise, dezvoltare tematică, rezolvare de probleme, demonstrație, prezentare de caz etc);
- b) condițiile de lucru (mijloace accesibile studentului în timpul probei) și
- c) ponderea în procente a fiecărei probe în nota examenului.)

## 9. Conținutul disciplinei:

### a) Curs

#### I. Introducere

6 ore

Proprietățile materialelor măsurate cu ajutorul MEMS-urilor și metode de măsură - 2 ore

Tehnologii de fabricație a MEMS-urilor (materiale utilizate la fabricația MEMS-urilor; tehnologii de prelucrare în volum (gravarea umedă; realizarea microprelucrărilor cu grad înalt de precizie); tehnologii de prelucrare pe suprafață; corodarea în tehnică epi(taxială): cu implantare ionică, cu plasmă, electrochimică; tehnologii LIGA (litografie galvanică pentru copiere/multiplicare) - 4 ore

## II. Microsenzori și microdetectors

10 ore

Microsenzori mecanici (senzori inerțiali (accelerometre; senzori de deviație); senzori de presiune; senzori de forță și modul de torsiune) - 1,5 ore.

Termorezistori (termorezistori cu film metalic; termorezistori semiconductori; termorezistori rezistivi cu siliciu; termorezistori pt. detecția radiației termice; pelistori pt. detectarea căldurii de reacție) - 1 ore;

Microsenzori termoelectrice (micro-pile termoelectrice pt. detecție IR; micro-termosenzori cu vid (detectors Pirani); microsenzori cu gaz; termoconvertori c.a./c.c.; senzori pt. fluxul de căldură; răcitori termoelectrice micro-electromecanici) - 1 ore;

Detectors de imagine (detectors cu diodă Schottky; detectors cu tranzistori cu strat subțire (TFT)) - 1,5 ore.

Detectors cu unde ghidate (aplicații: senzori monolitici de deplasare) - 1 ore.

Microsenzori pentru câmpul magnetic (caracteristici; microsenzori Hall; magnetorezistori; magnetodiode; microsenzori cu magnetotranzistori; multisenzori de câmp magnetic și temperatură) - 1,5 ore.

Microsenzori chimici cu semiconductori (senzori chemo-mecanici (dispozitive cu undă acustică de suprafață - SAW devices; dispozitive cu unde Lamb; dispozitive cu console rezonante); senzori termici (senzori catalitici termici (pelistori); senzori termoelectrice cu efect Seebeck); senzori optici (microspectrometre; circuite integrate cu martor bioluminiscent; dispozitive cu plasmoni rezonanți de suprafață); senzori electrochimici) - 1,5 ore.

Senzori pt. microfluide (microsenzori pt. debit și viteză de curgere; microvalve; micropompe; micromixere; schimbători de căldură; declanșatori de reacții chimice) - 1 ore.

## III. Microactuatori

4 ore

Caracteristici (descrierea sistemelor mecanice de ieșire)

Microactuatori electrice și electrostatici

Microactuatori piezoelectrice

Microactuatori pe bază de electrostricțiune, electreți și fluide reologice

## IV. Aplicații ale MEMS-urilor

8 ore

Aplicații în electronică (capuri de citire driver; cap imprimantă ink jet; proiectoare de televiziune; relee, comutatoare și filtre; oscilatoare controlate în tensiune; componente ale rețelei de fibră optică; display-uri ale portabilelor; lasere; microstructuri termice de diagnoză (micro-sonde pt. senzori de temperatură în microscopia de forță atomică, microstructuri de diagnoză pt. investigarea proprietăților termice ale straturilor subțiri); senzori de presiune; senzori pt. cutremure; senzori de stocare de date; etc.) - 3 ore.

Aplicații în medicină (senzori de măsurare a tensiunii arteriale; stimulatori cardiace; microvalve active; valve de control; micropompe; sisteme de stimulare a mușchilor; senzori de control a mișcării; microinstrumente; micro-pipete, micro-dozatori; microsisteme de reparare a țesuturilor; microsisteme de introducere a implantului; proteze; sisteme microanalitice (sisteme "lab-on-a-chip" de preparare și detecție; microsisteme de electroforeză capilară)) - 3 ore.

Aplicații în domeniul transporturilor și apărării naționale (senzori de navigație; senzori de presiune (vapori și combustibili); accelerometre pentru controlul forței de frânare și al suspensiei; senzori pt. aer condiționat; senzori pt. airbag-uri; anvelope "inteligente"; ghidarea muniției; sisteme de armare; senzori; supraveghere; stocare de date; control de trafic aerian) - 2 ore.

Total 28 ore

#### **b) Aplicații - Proiect**

- teme de proiectare conținând structuri MEMS de RF (aplicații wireless bazate pe MEMS-uri; switch-uri MEMS; defazori MEMS; filtre MEMS; oscilatori MEMS; etc.) 18 ore
- modelare MEMS cu ajutorul calculatorului (metode, aplicații). 10 ore

Total 28 ore

### **10. Bibliografie selectivă**

1. Jan G. Korvink and Oliver Paul (ed.), (2006), *MEMS: A Practical Guide to Design, Analysis, and Applications*, Springer, William Andrew Publishing Norwich, NY, U.S.A.
2. J. Fraden, (2003), *Handbook of Modern Sensors - Physics, Designs, and Applications*, 3rd ed., Springer.
3. M. Madou, (1997), *Fundamentals of Microfabrication*, CRC Press.
4. Héctor J. De Los Santos, (2002), *RF MEMS Circuit Design*, Artech House, Boston, London.
5. Hayward, W., (1996), *Introduction to Radio Frequency Design*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
6. L. Ljung, (1999), *System Identification—Theory for the User*, 2nd ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
7. Collin, R. E., (2001), *Foundations of Microwave Engineering*, 2d ed., New York: IEEE Press.
8. B. Romanowicz, (1998), *Methodology for the Modeling and Simulation of Microsystems*, Kluwer Academic Press, Boston.
9. H. H. Pham and A. Nathan, (1998), *Compact MEMS-SPICE modeling*, Sensors and Materials, No. 10, 1998, pp. 63-75.
10. K. S. Kundert and O. Zinke, (2004), *The Designer's Guide to Verilog-AMS*, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.

#### **Semnături:**

Data: 10.07.2008

Titular curs: s.l. dr. ing. *Ionescu Daniela*

Titular(i) aplicații: s.l. dr. ing. *Ionescu Daniela*