



Nanostructuri și Nanomateriale Avansate pentru Aplicații Inteligente.

INCDFE-IFT Iași

VS.

Tehnologii Generice Esențiale

Dr. Nicoleta LUPU

Director General al INCDFE-IFT Iași



In conformitate cu statutul său, Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică Tehnică – IFT Iași desfășoară activități de cercetare-dezvoltare și inovare în domeniile:

- materialele cu structuri și proprietăți fizice noi,
- dispozitive, aparate și echipamente bazate pe acestea,
- metode noi de obținere și tehnici noi de caracterizare a materialelor și de control nedistructiv, metode de separare electrică și magnetică,
- materiale și dispozitive speciale cu aplicații în inginerie, medicină și biotehnologie.

Aplicațiile care rezultă din aceste cercetări sunt dezvoltate în parteneriat, atât cu institute de cercetare și universități, în cadrul programelor naționale și internaționale de cercetare, cât și cu parteneri industriali.

Direcții de cercetare-dezvoltare

a. Domenii principale de cercetare-dezvoltare:

- Materiale magnetice avansate cu proprietăți și structuri speciale: cristaline, amorfe, nanocristaline/nanostructurate, nanocompozite, nanodimensionate.
- Aplicații pe bază de materiale avansate: senzori, traductori, actuatori, sisteme de măsură.
- Aplicații pe bază de noi fenomene magnetice: tehnici de control nedistructiv, magnetometrie, separare magnetică.

b. Domenii secundare de cercetare:

- Dezvoltarea de cercetări științifice și tehnologice multidisciplinare în domenii conexe magnetismului și materialelor magnetice:
 - medicină,
 - tehnologia informației,
 - industria automotivă,
 - securitate,
 - agricultură,
 - biologie, chimie, protecția mediului, etc.

Direcții de cercetare-dezvoltare

c. Servicii:

- Activități demonstrative pentru studenții de la facultățile de profil (inclusiv pentru masteranzi și doctoranzi) – ***pentru atragerea acestora către o carieră în cercetare.***
- Training pe infrastructura de cercetare existentă la INCDFE-IFT Iași.
- Prepararea de materiale magnetice cu structuri și proprietăți speciale, inclusiv prin nanostructurare cu fascicul de electroni și ioni.
- Analize structurale, morfologice/topologice, compoziționale.
- Caracterizarea electrică și magnetică a materialelor.
- Măsurători electromagnetice în gama de frecvențe 100 Hz – 500 MHz.
- Evaluarea nivelului de radiații electromagnetice în domeniul 1 Hz - 2 GHz.
- Evaluări nedistructive ale materialelor conform EN, ASTM, ASME.

Direcții de cercetare-dezvoltare

d. Microproducție (pe bază de comenzi):

- Materiale amorfe și nanocristaline sub formă de benzi, fire convenționale și fire acoperite cu sticlă (inclusiv submicronice); materiale amorfe și nanocristaline masive; micro- și nanopulberi; nanofire simple și multistrat din metale și aliaje ale acestora.
- Instalații pentru prepararea materialelor amorfe sub formă de benzi, fire convenționale și fire acoperite cu sticlă;
- Instalații pentru prepararea materialelor sub formă de micropulberi prin tehnica atomizării în fluxuri de fluide;
- Instalații cu ultrasunete pentru prelucrări mecanice ale materialelor casante și pentru sudarea maselor plastice; dezintegratoare cu ultrasunete;
- Echipamente complexe de caracterizare a materialelor magnetice, inclusiv a celor foarte moi din punct de vedere magnetic care necesită compensarea câmpului magnetic terestru.

Rezultate de succes

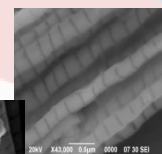
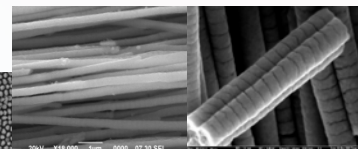
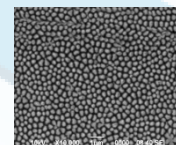
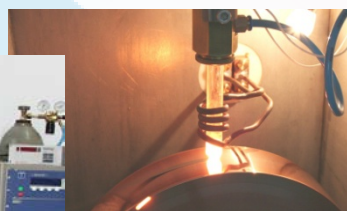


INCDFI-IFT Iași

Tehnologii de preparare a materialelor magnetice amorfе și nanocristaline sub formă de benzi (**consultanță și microproducție pentru companii comerciale**), fire (**consultanță și microproducție pentru companii comerciale; transfer de tehnologie către o companie din S.U.A.**), fire acoperite cu sticlă (**4 brevete internaționale – 1 SUA, 1 CA, 2 UE; consultanță și microproducție pentru companii comerciale**), nanofire, pulberi pentru aplicații și sensoristică (**consultanță și microproducție pentru companii comerciale**).



*Echipament pentru
prepararea benzilor
amorfе / nanocristaline*

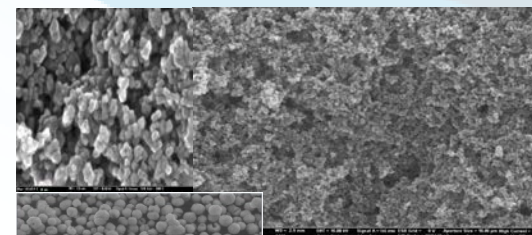
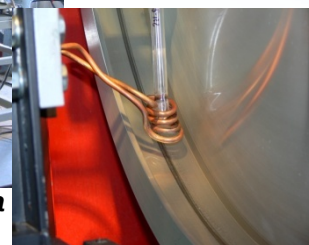


*Nanofire
magnetice
simple*

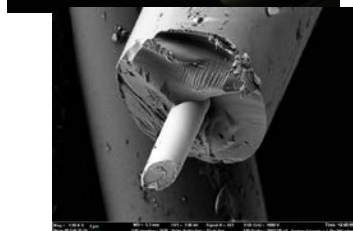
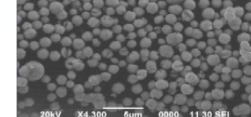
*Nanofire
magnetice
multistrat*



*Echipament pentru prepararea
microfirelor convenționale.*

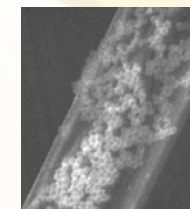
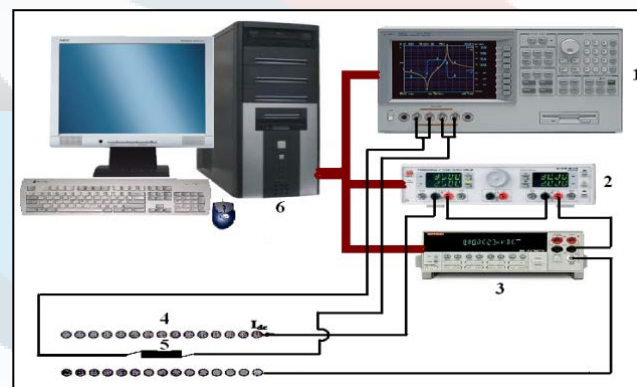
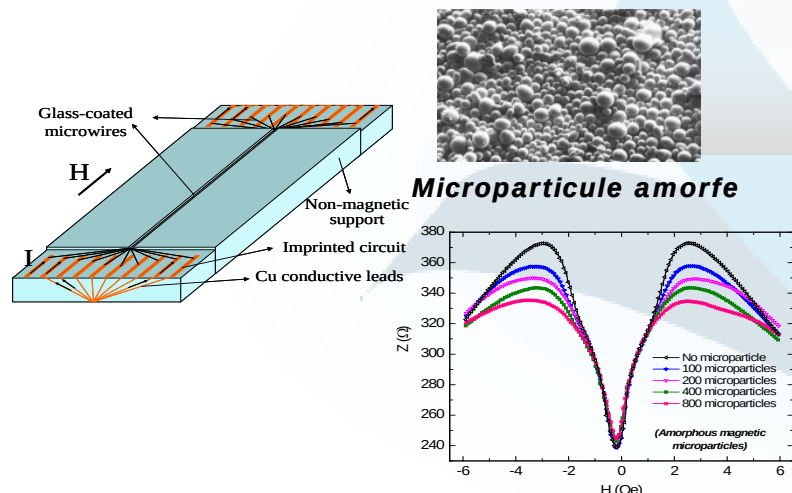


*Nanopulberi
magnetice*

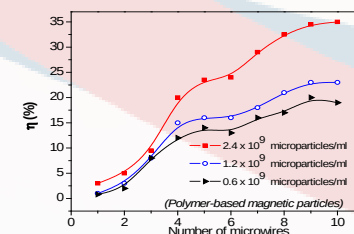


*Echipament pentru prepararea micro
și nanofirelor acoperite cu sticlă.*

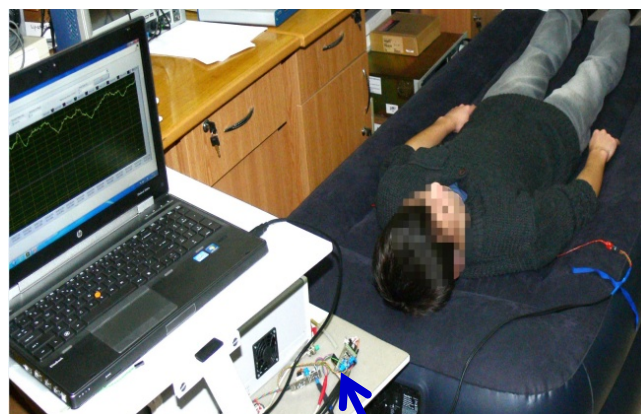
Senzori pentru detecția de biomolecule, cu aplicații (bio)medicale



Particule magnetice acoperite cu polimeri



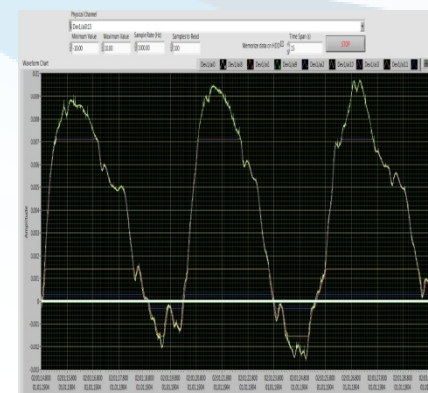
Senzori pentru detecția apneei



Senzor pentru detecția apneei

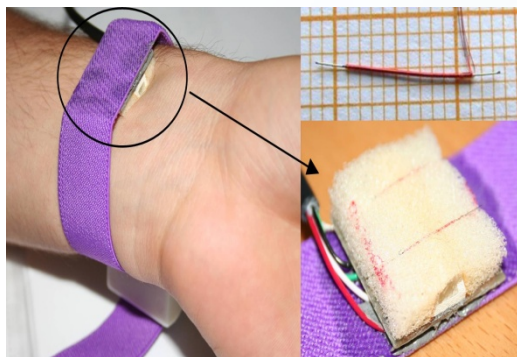


Semnal puls

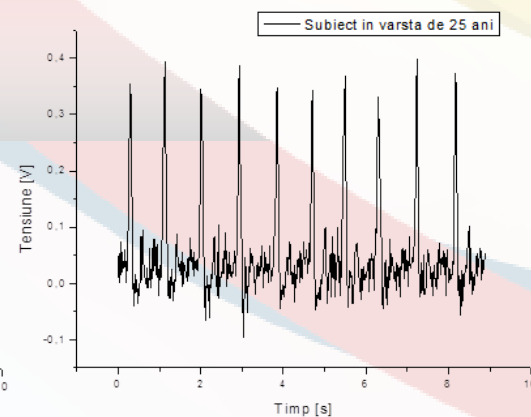
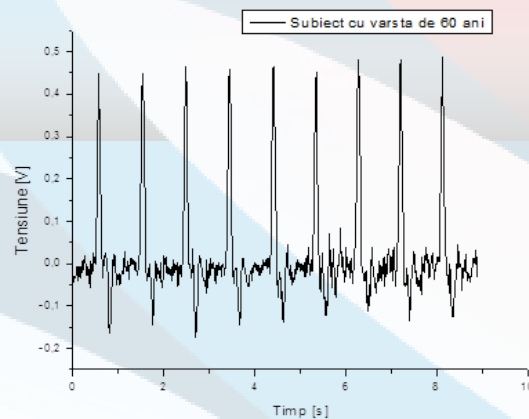


Semnal respiratie

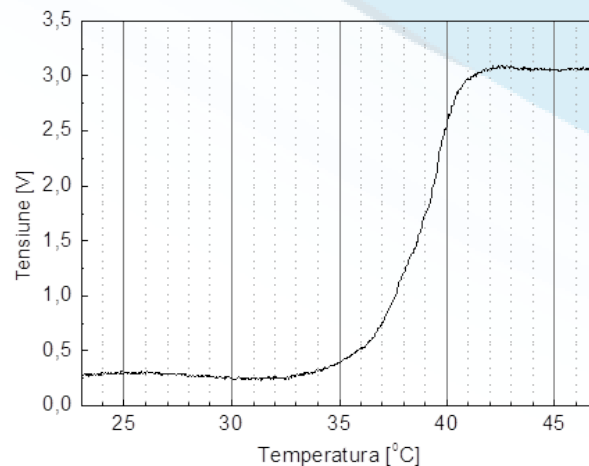
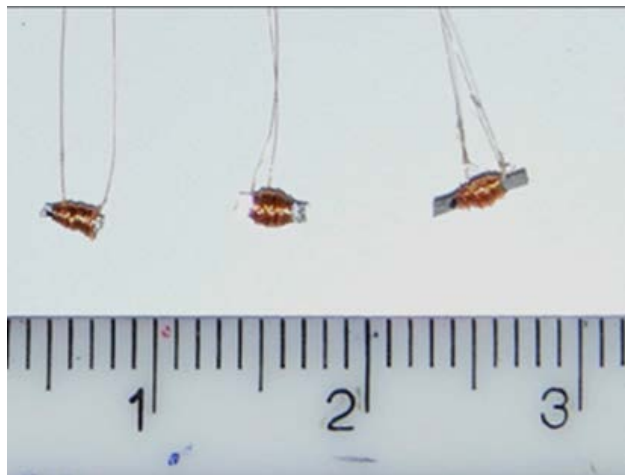
Senzori magnetoelastici pentru detecția undei de puls



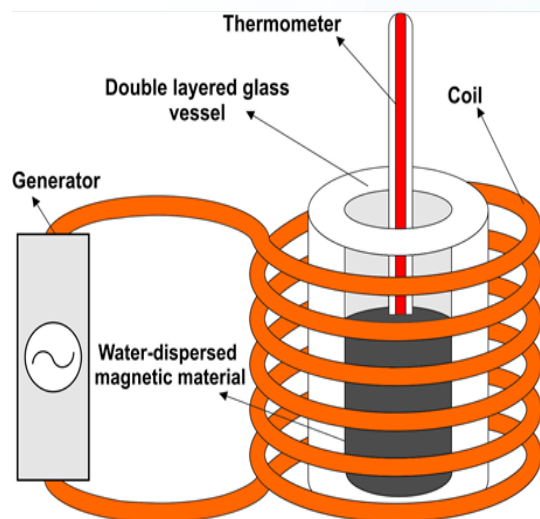
Senzor de puls



Senzori de temperatură cu aplicații în medicină și inginerie

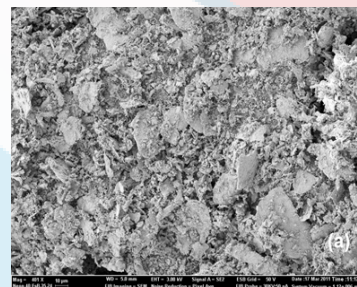
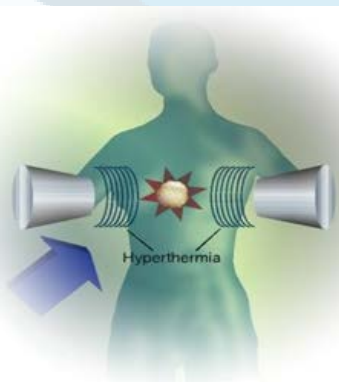


Materiale magnetice cu temperatură Curie coborâtă, pentru aplicații medicale (hipertermie)

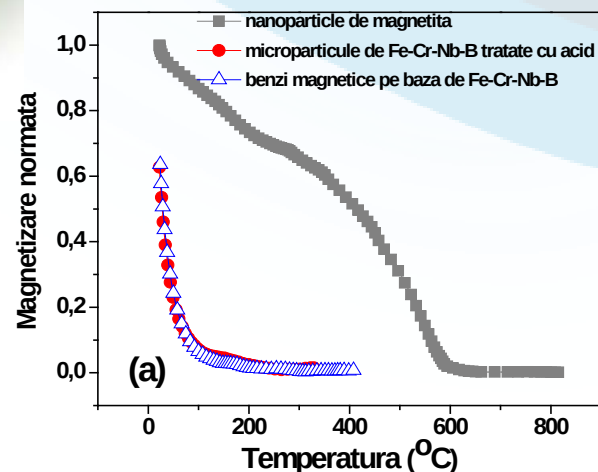
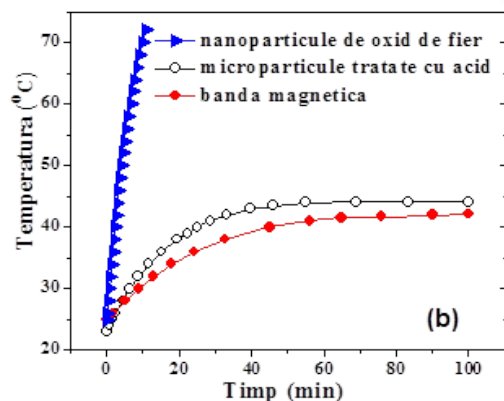


Viteze specifice de absorbție (VSA)

	Benzi $Fe_{67.7}Cr_{13}Nb_{0.3}B_{20}$	Microparticule $Fe_{67.7}Cr_{13}Nb_{0.3}B_{20}$	Oxid de fier
VSA (W/g)	3,45	7,25	39,1



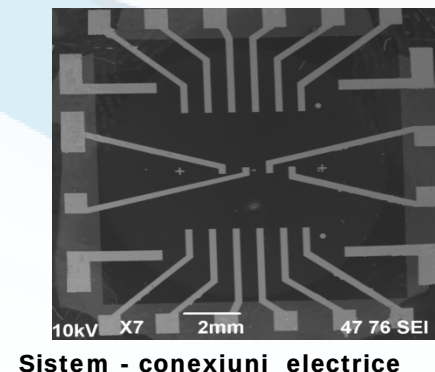
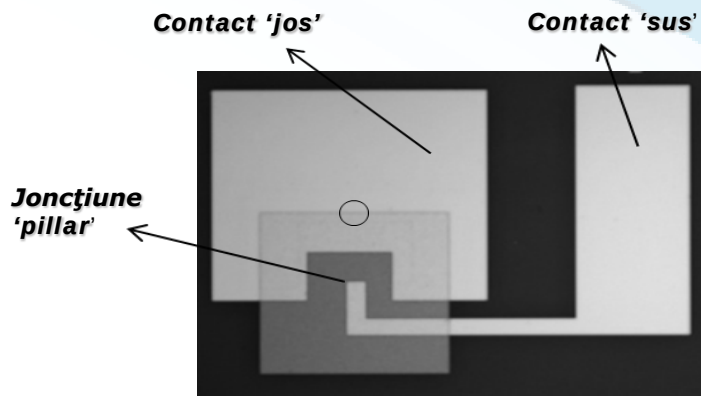
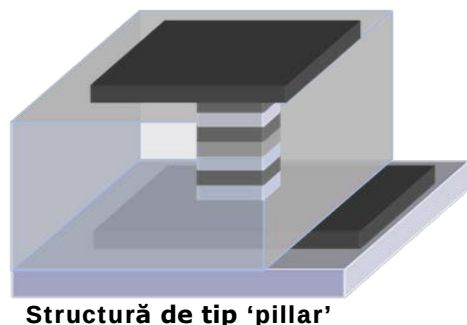
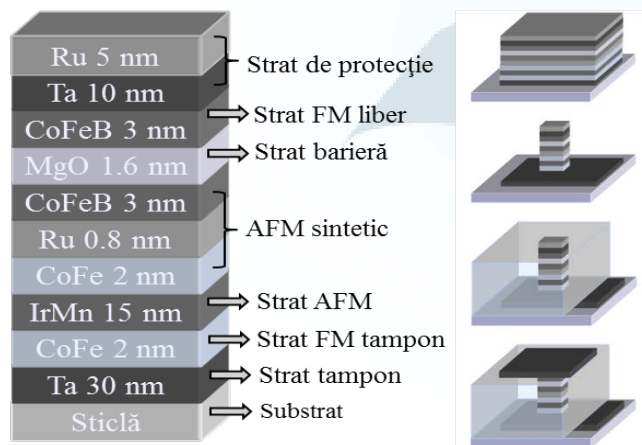
Microparticule de FeCrNbB



Structuri magnetice pe bază de sisteme de straturi subțiri complexe cu aplicații în senzori de câmp magnetic de înaltă rezoluție, de tip magnetorezistiv

Operațiuni structurare:

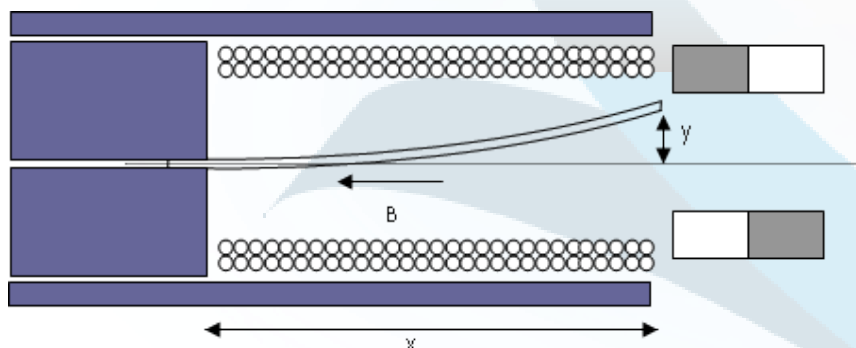
1. litografiere cu fascicul laser + corodarea ionică pentru realizarea stratului de contact de 'jos';
2. nanolitografiere cu fascicul de electroni + corodare ionică pentru definirea joncțiunii 'pillar';
3. depunerea unui strat de SiO_2 pentru izolarea contactului de 'jos' de contactul de 'sus';
4. litografiere cu fascicul laser și realizarea stratului de contact de 'sus' (Au)



Proiect finanțat de Office for Naval Research, SUA - "Sensitivity Enhancement of Combined Magnetic and Electric Field Sensing System Using the Magnetoresistive Elements" (2009-2013)

Rezultate de succes

Materiale și dispozitive magnetice pentru sisteme de conversie a energiei mecanice (vibrații) în energie electrică (Energy Harvesting Device)

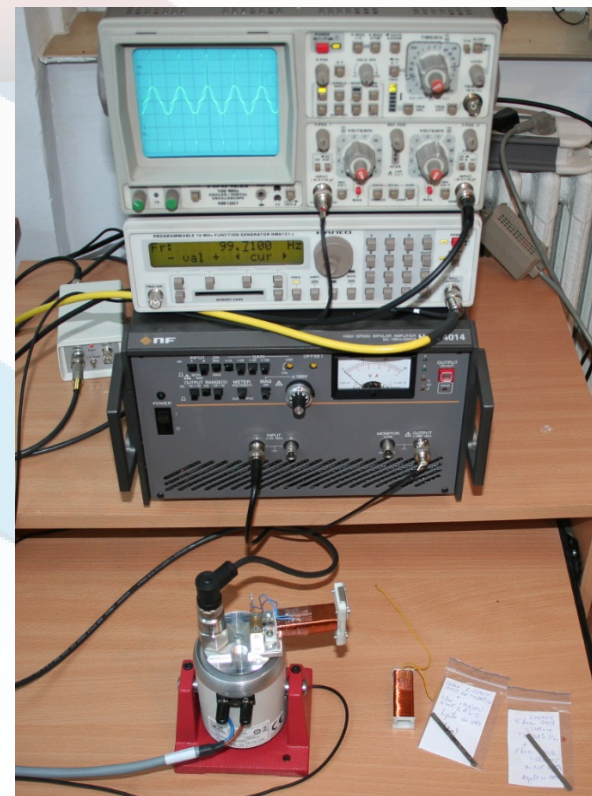


Caracteristici constructive:

- lamelă (cantilever) din material magnetic amorf;
- înfășurare pentru culegere semnal;
- magneți permanenți (NdFeB)

Performanțe:

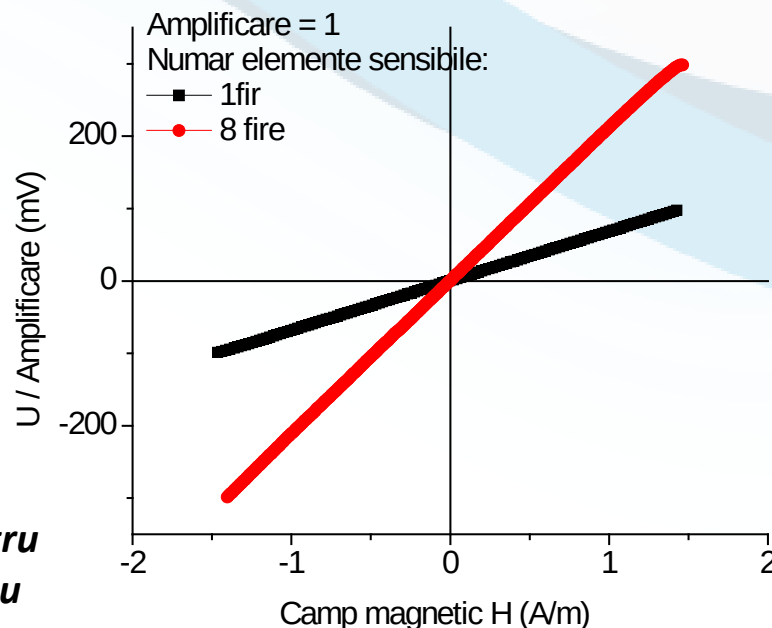
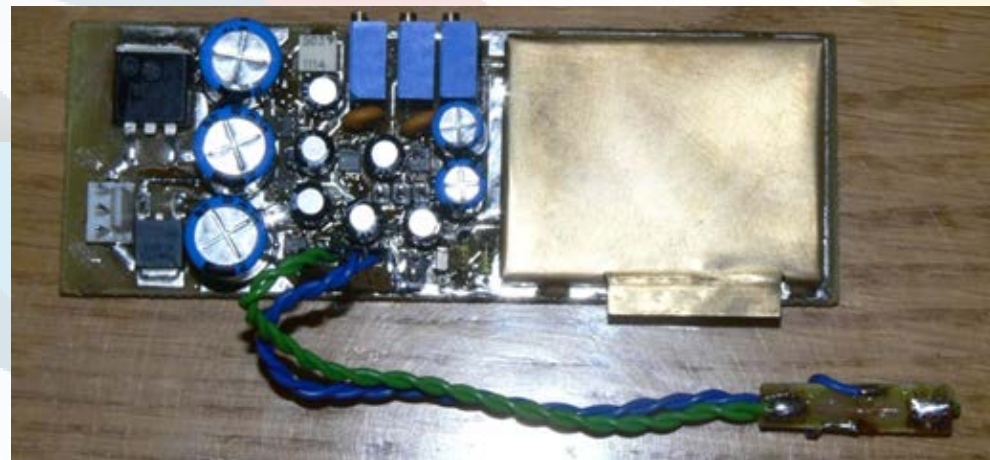
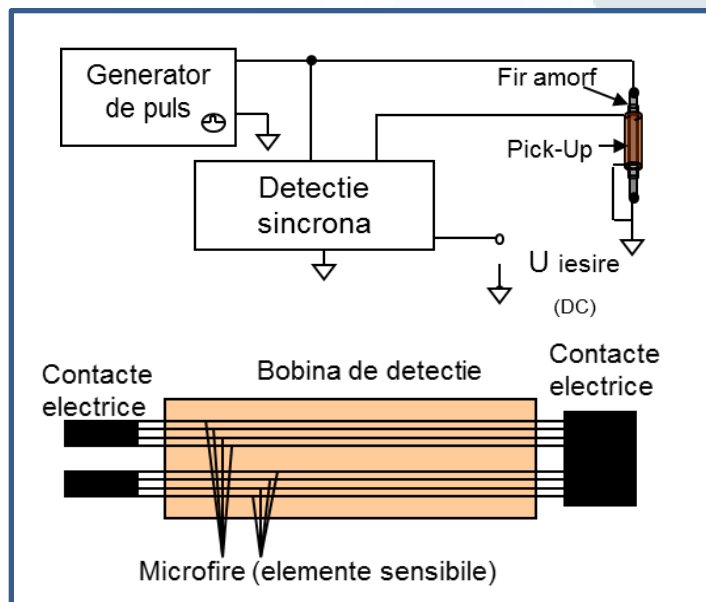
- pentru vibrații cu accelerația de 1g, dispozitivul EDH poate furniza la ieșire o putere maximă de 3mW pentru sarcini mai mari de 100Ω;
- frecvența de rezonanță ajustabilă (20÷200Hz).



Sistem EDH

Proiect MNT-ERA.NET – “Small Energy Harvester based on Magnetostrictive Amorphous and Nanocrystalline Materials - STREAM” (o companie din Iași + 1 partener din Slovacia) (2012-2014)

Senzor pe bază de microfiri magnetice pentru detecția câmpurilor magnetice foarte mici (efect GMI)



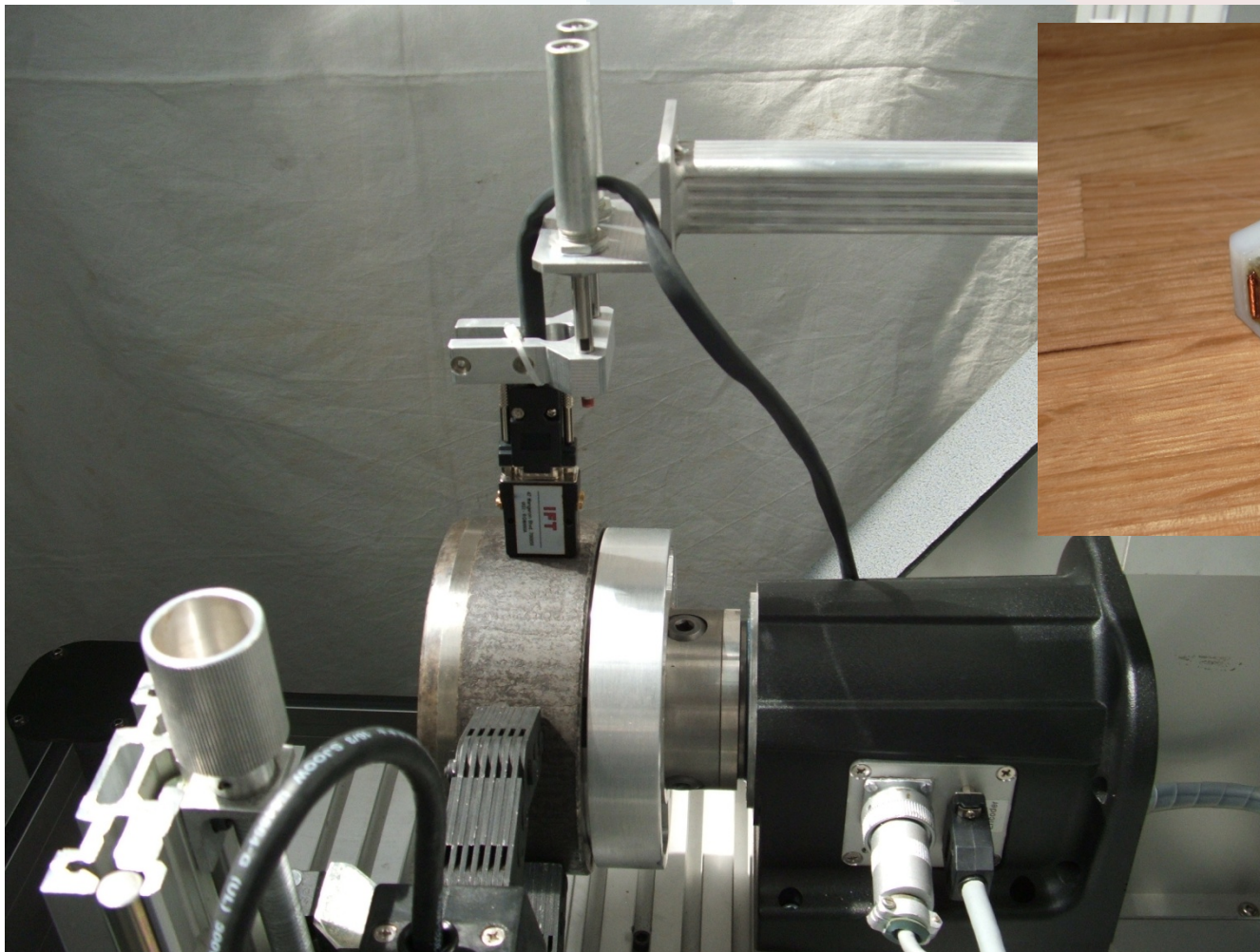
Dependența tensiunii de ieșire, U , de intensitatea câmpului magnetic, H , pentru un senzor cu 1 microfir magnetic și pentru un senzor cu 8 microfiri magnetice.

Rezultate de succes



INCDFE-IFT Iași

Senzor magnetoinductiv pentru control nedistructiv (ex. detecția microfisurilor din roțile de tren)





Rezultate obținute în ultimii 5 ani

- peste **200 de lucrări publicate** în reviste cotate ISI
- peste **200 de lucrări comunicate** la conferințe naționale și internaționale
- **10 brevete naționale acordate** și **13 aplicații depuse** (în domeniul materialelor, senzorilor și a altor dispozitive bazate pe acestea), cărora le-au fost acordate peste 23 de premii naționale și internaționale - 8 medalii de aur, 6 medalii de argint, 3 medalii de bronz, 6 premii speciale
- 1 brevet internațional ("***Amorphous and nanocrystalline glass-covered wires and process for their production***") **cesionat unei companii din SUA**
- **5 proiecte de C-D/consultanță finanțate de companii private din SUA, Norvegia, Germania, Israel**
- **contracte de micro-producție** - fire, benzi și pulberi magnetice livrate către companii din SUA, Europa și Israel (50.000 ÷ 200.000 EUR/an)
- **1 transfer de tehnologie către o companie din SUA / redevențe**



Colaborări

- cu institute naționale, instituții publice de cercetare, spitale/clinici, universități (participarea în programe de formare a studenților din ciclurile I și II de studii și a doctoranzilor, în parteneriat cu UAIC Iași) și parteneri privați/industrie



MAGNESENS - Centru Euroregional de Cercetări Avansate pentru Senzori și Sisteme de Senzori pe Bază de Micro și Nanomateriale Magnetice

Proiect cofinanțat de UNIUNEA EUROPEANĂ prin Fondul European de Dezvoltare Regională, POS CCE, Axa Prioritară 2, O2.2.1 – Dezvoltarea infrastructurii C-D existente și crearea de noi infrastructuri C-D (laboratoare, centre de cercetare) (2010-2013)



**Camera curată (144 mp
– ISO 5 și ISO 7)**



**Camera ecranată
magnetic
(unică la nivel național)**



**Instalație de nanolitografiere cu
fascicul de electroni de rezoluție
ultraînaltă (cu Gas Injection
System, 2 nanomanipulatoare)**



**Microscop electronic de
transmisie de rezoluție
ultraînaltă (cu
monocromator, filtru de
energie, corector de imagine,
EDX, lentilă Lorentz)**

STRUCTURA CENTRULUI MAGNESENS

- (1) Laborator Preparare Straturi Subțiri și Nanostructurare**
- (2) Laborator de Microscopie Electronică**
- (3) Laborator de Senzori Magnetorezistivi pe bază de Micro și Nanomateriale Magnetice**
- (4) Laborator de Biosenzori Magnetici și Senzori Magnetici pentru Medicină**
- (5) Laborator de Senzori și Rețele de Senzori pe bază de Materiale Magnetice Microdimensionale**



Facilități - Preparare și/sau procesare materiale

- 1) Cameră curată (ISO 5, ISO 7 , ISO 8) (144 m.p.) (**MAGNESENS**)
- 2) Instalații pentru prepararea materialelor amorfe și nanocristaline/nanostructurate prin răcire rapidă din topitură (benzi, fire, micro și nanofire acoperite cu sticlă, probe masive)
- 3) Instalații pentru depuneri de straturi subțiri în vid și atmosferă controlată
- 4) Echipamente pentru prepararea de micro și nanopulberi
- 5) Echipamente pentru prepararea de nanomateriale (*nanofire, nanobare, nanoinsule, nanoclusteri, straturi subțiri*) prin depunere electrochimică
- 6) Instalație de tip Spark Plasma Sintering (SPS) pentru sinterizare
- 7) Instalații pentru proiectarea și prepararea de micro- și nanostructuri
 - a) Sistem de litografiere cu laser (min. 1 μm ; sistem automat de aliniere)
 - b) Instalație de nanolitografiere cu fascicul de electroni de rezoluție ultraînaltă (**MAGNESENS**)
 - c) Instalație cu fascicul dublu focalizat (CrossBeam) cu modul pentru nanolitografiere cu fascicul de ioni, EDX, EBSD, Gas Injection System

- 1) Cameră ecranată magnetic (ecranare pentru c.c și c.a.) (*MAGNESENS*)
- 2) **Facilități pentru prepararea probelor înainte de caracterizare** (*curățare în plasmă; corodare ionică, mașină pentru sudare microcontacte, mașină universală pentru șlefuire și lăpuire*)
- 3) **Analizoare pentru determinarea dimensiunilor nano și microparticulelor**
- 4) **Difractometru de raze X echipat cu module de temperatură și reflectometrie**
- 5) **Analizoare termice** (diferențial și cu scanare)
- 6) **Spectrometre** (UV-VIS, FT-IR, de absorbție atomică)
- 7) **Echipamente pentru analiza suprafeței și a porozității** (*inclusiv pentru măsurarea capacității de stocare a hidrogenului*)
- 8) **Echipament pentru măsurarea vâscozității materialelor cu și fără câmp magnetic aplicat**
- 9) **Microscop de forță atomică cu module MFM, EFM, SThM, STYM, conductive-AFM, nanoindentare și nanolitografiere**
- 10) **Microscopie electronice** (de baleiaj și de transmisie) (*MAGNESENS*)
- 11) **Echipamente pentru caracterizarea electrică și magnetică** (*NanoMOKE; VSM; PPMS; Histerezisgraf; analizoare de impedanță/material (40 Hz-3 GHz); VNA (3÷50 GHz)*)
- 12) **Echipament pentru studiul caracteristicilor dinamice ale senzorilor magnetici, cu sistem de compensare a câmpului magnetic terestru**
- 13) **Sisteme de testare cu ultrasunete** (*aparate ultrasonice de înaltă frecvență; defectoscop ultrasonic; sistem pentru scanare și inspectare sol de tip Ground Penetrating Radar*)

Participarea în proiecte FP7

NANOSENS - “Upgrading the Capacity of NIRDTP to Develop Sensing Applications for Biomedicine using Magnetic Nanomaterials and Nanostructured Materials”

FP7-REGPOT-2012-2013-1 / Grant nr. 316194

Contribuția Comisiei Europene: 2.422.076,00 € (2013 – 2016)

SCOP: creșterea la cel mai înalt nivel european a capacității de cercetare și inovare a INCDFE-IFT Iași în domeniul microsenzorilor pentru aplicații medicale și a biosenzorilor pe bază de nanoparticule și nanofire magnetice.

Activitățile dezvoltate în cadrul proiectului vor avea ca rezultat creșterea vizibilității științifice a INCDFE-IFT Iași, precum și a potențialului său de inovare și a adaptării la nevoile societății în general și ale agenților economici în particular, în cele mai avansate tematici din domeniul microsenzorilor și biosenzorilor:

- (i) microsenzori pentru aplicații medicale:** microsenzori acustici pe bază de nano- și microfibre pentru aplicații medicale; microsenzori magnetici implantabili pe bază de materiale nanostructurate pentru aplicații medicale;
- (ii) biosenzori pe bază de nanoparticule și nanofire:** senzori cu elemente de detecție nanometrice pentru aplicații în nanomedicină, biosenzori pe bază de nanofire multistrat pentru detecția de biomolecule.

NANOSENS - “Upgrading the Capacity of NIRDTP to Develop Sensing Applications for Biomedicine using Magnetic Nanomaterials and Nanostructured Materials”

FP7-REGPOT-2012-2013-1 / Grant nr. 316194

Principalele activitățile ale proiectului vor fi realizate în parteneriat de tip twinning cu 6 organizații de cercetare europene de top: **University of Sheffield, Marea Britanie; Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, Spania; Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores para os Microsistemas e as Nanotecnologias (INESC-MN), Lisabona, Portugalia; Institut Català de Nanotecnologia, Barcelona, Spain; University of Glasgow, Marea Britanie; University of Ulm, Germania.**

Prin implementarea acestui proiect INCDFT-IFT Iași va: **(i) dezvolta resursa umană prin angajarea a 7 cercetători cu experiență, 1 manager pentru proprietate intelectuală și inovare, și totodată prin organizarea de schimburi de cunoștințe și de training cu partenerii de twinning pentru personalul existent și pentru personalul nou angajat; (ii) dezvolta potențialul tehnologic prin achiziționarea unui echipament de tip scanning Auger nanoprobe, prin modernizarea instalației de pulverizare R.F. cu facilități de ablație laser și prin achiziționarea unui sistem de electroforeză în gel; (iii) crește vizibilitatea științifică prin activitățile de promovare specifice din proiect și prin organizarea de workshop-uri de diseminare și conferințe/întâlniri științifice.**

Participare în proiecte FP7

VitriMetTech – “Vitrified Metals Technologies and Applications in Devices and Chemistry”

FP7-PEOPLE-2013-ITN / Grant nr. 607080

Coordonator: Universita Degli Studi di Torino, Italia

Valoare proiect: 3.465.780,12 € (2013-2017)

Parteneri: 11 grupuri europene de cercetare recunoscute la nivel mondial și 6 companii private, din Franța, Germania, Grecia, Polonia, Elveția, România și Marea Britanie.

SCOP: instruirea unui grup de tineri cercetători în vederea implementării unor metode de cercetare de înalt nivel științific privind noi materiale metalice amorfe (pe bază de Fe, Mg, Al, Ti), inclusiv în formă masivă, și materiale compozite amorf/cristalin pentru aplicații funcționale bio-mecanice, chimice și structurale. Transferul rezultatelor către companii industriale va stimula inovarea într-o zonă a sectorului metalurgic din industria europeană. VitriMetTech cuprinde cinci proiecte de cercetare care își propun să atingă următoarele obiective: **(1) materiale magnetic moi cu magnetostricțiune joasă sau nulă pentru utilizarea în inductori și transformatoare toroidale sau planare; (2) aliaje cu magnetostricțiune mare și cuplaj magneto-mecanic pentru dispozitive de tip cantilever și energy harvesting; (3) materiale masive amorfe pe bază de Mg, bio-corodabile și cu modul de elasticitate scăzut, pentru implanturi fără elemente toxice; (4) metale nano-poroase pe bază de precursori metalici amorfi pentru cataliză electro- și heterogenă, spectroscopie Raman îmbunătățită, electrozi flexibili și actuatori; (5) îmbunătățirea proprietăților mecanice ale materialelor amorfe pentru aplicații specifice.**



***"Science is a wonderful thing if one does not have to
earn a living at it..." (A. Einstein)***

BUT... we stick to physics!!!