

Contractor: INCDIE ICPE-CA Bucuresti

Cod fiscal : RO13827850

(anexa la procesul verbal de avizare interna nr.)

De acord,

DIRECTOR GENERAL

Dr. Ing. Sergiu NICOLAIE

Avizat,

DIRECTOR DE PROGRAM

Dr. Ing. Georgeta ALECU

RAPORT DE ACTIVITATE AL FAZEI

Contractul nr.: 35N/2018

Proiectul: 18240301 - Senzori si dispozitive electronice de actiune realizate pe baza de noi materiale active

Faza: 3/2018

- Sintetizarea nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs. Caracterizarea complexa a nanofluidelor magnetice sintetizate. Proiectarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice. Realizarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice. Testari preliminare efectuate cu nanofluide magnetice cu diferite magnetizatii la saturatie.
- Proiectare model experimental senzor de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa.

Termen: 15.10.2018

Responsabil proiect

Dr. Ing. PISLARU-DANESCU Lucian

1. Obiectivul proiectului:

Obiectivul general al proiectului consta in:

- **Obiectiv 1: Sistem inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice**
- **Obiectiv 3: Senzor de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa**

2. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:

- Sintetizarea nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs;
- Un model experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- Un model experimental de senzor de temperatura in medii agresive chimic si/sau corozive;

3. Obiectivele fazei:

Obiectivele specifice pentru aceasta faza sunt:

- Sintetizarea nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs;
- Caracterizarea complexa a nanofluidelor magnetice sintetizate;
- Proiectarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- Realizarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- Testari preliminare efectuate cu nanofluide magnetice cu diferite magnetizatii la saturatie;
- Proiectarea modelului experimental al senzorului de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa.

4. Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:

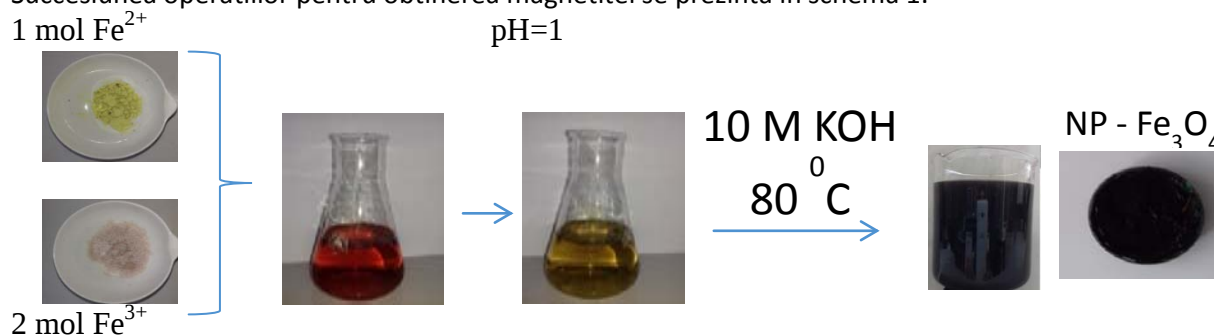
- Sintetizarea a 2 probe de magnetita prin metoda co-precipitarii;
- Analiza structurala prin difractie de raze X pentru nanoparticulele de magnetita sintetizate;
- Analiza morfologica efectuata prin SEM pentru ambele probe de nanoparticule de magnetita sintetizate;
- Determinarea proprietatilor magnetice si obtinerea curbilor de magnetizatie;
- Proiectarea si realizarea practica a driver-ului ce asigura controlul electronic al bobinelor L1, L2, L3, L4;
- Realizarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- Efectuarea de testari preliminare cu un nanofluid magnetic sintetizat si caracterizat la INCDIE ICPE-CA;
- Proiectarea modelului experimental al senzorului de temperatura ce utilizeaza ca element sensibil o microbobina avind ca miez magnetic un microfir feromagnetic înglobat în sticlă, cu temperatura Curie TC joasa. Microbobina este activata de catre o bobina de activare alimentata la un curent de 0.2 A;
- Proiectarea modelului experimental al senzorului de temperatura ce utilizeaza ca element sensibil doua microbobine avind fiecare ca miez magnetic un microfir feromagnetic înglobat în

sticlă, dar cu temperatura Curie TC diferita unul de celalalt. Microbobinele sint activate de catre o bobina de activare alimentata la un curent de 0.2A.

5. Rezumatul fazei:

5.1 Sintetizarea nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs.

Sinteza nanoparticulelor de magnetita s-a realizat prin metoda co-precipitarii pornind de la saruri $\text{FeCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ si $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. S-au realizat 2 sinteze pentru obtinerea nanoparticulelor de magnetita, diferenta constand in: 1 sinteza a fost realizata in atmosfera de azot, iar a doua in atmosfera de oxigen. Sinteza in atmosfera de azot favorizeaza obtinerea magnetitei in defavoarea maghemitei ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), in procesul de reactie. Este cunoscut faptul consemnat in literatura de specialitate ca in sinteza magnetitei se obtin si cantitati variabile de maghemita, acestea fiind concurenta in procesul de precipitare. Optimizarea conditiilor de reactie permite obtinerea preponderenta a unui produs de reactie respectiv magnetita in defavoarea maghemitei. Factorii decisivi care influenteaza acest proces sunt: temperatura de reactie (80°C) este temperatura optima de obtinere a magnetitei); raportul molar dintre reactanti ($\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 2:1 optim de obtinere a magnetitei); atmosfera protectoare de azot; valoarea initiala si finala a pH-ului, timpul de reactie; surfactant, acid oleic, EDTA, tetrametil amoniu hidroxiid, acid citric. Pentru sinteza, s-a utilizat un raport molar de $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 2:1, dintre saruri, raport care este optim in obtinerea magnetitei versus maghemita, des prezentat in literatura de specialitate. Ca agent de precipitare s-a utilizat o solutie de KOH 10M. Temperatura de precipitare a fost de 80°C . Dupa reactia de co-precipitare, precipitatul de oxid de fier obtinut a fost mentinut la temperatura de 80°C si amestecat mecanic in vederea cresterii nucleelor de oxid de fier obtinute, dupa care a fost decantat magnetic cu ajutorul unui magnet de 1,7 T, si spalat de doua ori cu apa bidistilata si alcool etilic urmat de acetona. Succesiunea operatiilor pentru obtinerea magnetitei se prezinta in schema 1.



Schema 1. Succesiunea operatiilor pentru sinteza nanoparticulelor de magnetita.

5.2 Caracterizarea complexa a nanofluidelor magnetice sintetizate, caracterizare structurala, morfologica si magnetica

- Caracterizarea structurala prin difractometrie Scherrer

Probele au fost analizate cu ajutorul difractometrului D8 DISCOVER in conditiile de lucru: tub Cu, detector LynxEye, increment: 0.04° , 1 sec/pas, $2\theta=20^\circ-70^\circ$. Au fost identificate pentru cele 2 probe pentru proba 1 s-a identificat Fe_3O_4 in sistem de cristalizare cubica, cu structura de spinel, cu indici Miller caracteristici de: 220, 311, 400, 511, 440, iar pentru proba 2, s-a identificat in plus un pic cu indice Miller 210 caracteristic $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Probele prezinta o slaba cristalinitate. Pentru nanoparticulele de magnetita sintetizata conform primei metode in atmosfera de azot, s-a obtinut un parametru de retea de $8,391 \text{ \AA}$ si $d=2,531 \text{ \AA}$ corespunzator indicelui Miller 311 care corespunde cu valoarea teoretica a Fe_3O_4 de $8,397 \text{ \AA}$ conform fisa 010-78-6086, pentru nanoparticulele de magnetita sintetizate prin a doua metoda in atmosfera de oxigen, s-a obtinut un parametru de retea de $8,457 \text{ \AA}$, datorita prezentei fazei de $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ alaturi de magnetita. De altfel, s-a constatat si vizual prezenta fazei $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, proba avand o

usoara tenta brun rosiatica, in comparatie cu culoarea neagra a probei 1. Dimensiunea medie de cristalite s-a determinat cu formula Scherrer de unde au rezultat dimensiuni de cristalite pentru proba 1 de 51,6 Å, (5,96 nm) si pentru proba 2 de 49,3 Å, (4,96 nm). Figurile 1 si 2 prezinta difractogramele pentru nanoparticulele de magnetita sintetizate conform celor 2 sinteze in atmosfere de azot si de oxigen.

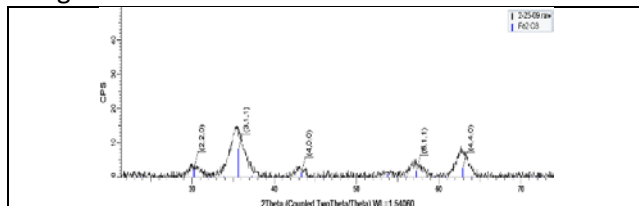


Figura 1. Difractograma de raze X pentru proba de magnetita sintetizata in prezenta de azot.

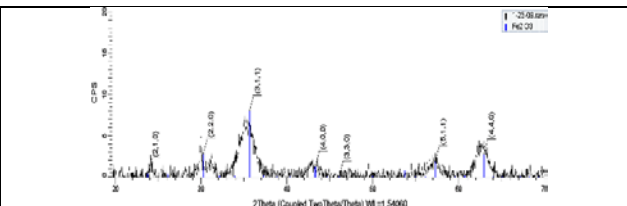


Figura 2. Difractograma de raze X pentru proba de magnetita sintetizata in oxigen.

- Caracterizare morfologica, microscopia SEM

Inregistrarea imaginilor SEM s-a realizat cu aparatul Carl Zeiss SMT FESEM-FIB Auriger type scanner in conditiile: tensiune de accelerare 6 kV si magnitudini de 50.00, 100.00 si 200.00 KX. Figurile 3 si 4 prezinta imaginile SEM pentru cele 2 probe de magnetita sintetizata proba 1 in atmosfera de azot si proba 2 in aer.

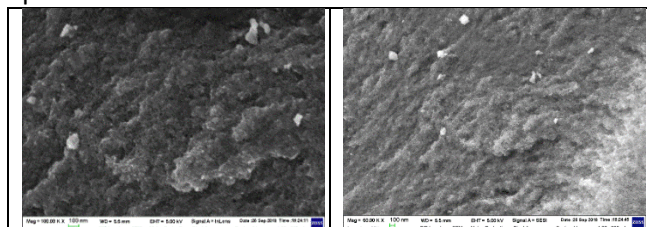


Figura 3. Imagine SEM pentru nanoparticule de magnetita sintetizata in atmosfera de azot.

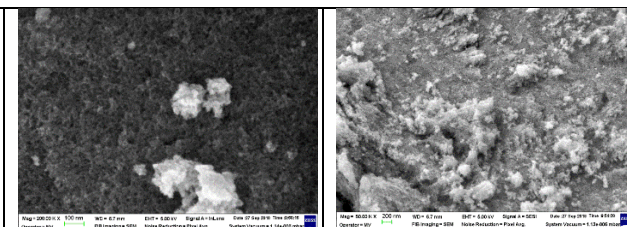


Figura 4. Imagine SEM pentru nanoparticule de magnetita sintetizata in aer.

- Masuratori privind proprietati magnetice

Masuratorile privind proprietatile magnetice, au fost realizate pe aparatul „Vibrating Sample Magnometer tip VSM LAKE SHORE model 7300”, aflat în dotarea ICPE-CA București. Masuratorile s-au efectuat la temperatura camerei 300K. Figurile 5A si 5B prezinta curbele de magnetizatie pentru cele 2 ferofluide care contin nanoparticule de magnetita conform celor 2 sinteze, surfactant acid oleic si lichid purtator ulei de transformator iar in tabelul 3 se prezinta datele proprietatilor magnetice M_s , M_r si H_c ale celor 2 ferofluide. Din datele experimentale obtinute, cele 2 probe de ferofluid prezinta in curbele de magnetizatie histerezis cu valori mici de M_r de 0,08 si 0,11 emu/g si magnetizatie de saturatie de 0,67 emu/g, si prezenta H_c cu valori de 276,2 Oe si 253,2 Oe, pastrandu-se caracterul feromagnetic ale celor 2 ferofluide.

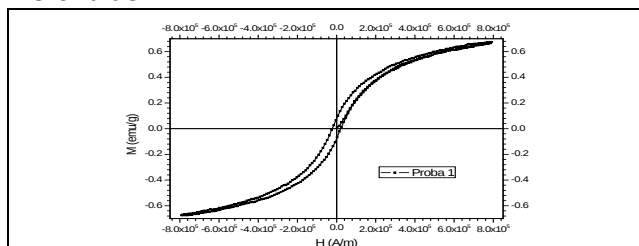


Figura 5A. Curba de magnetizatie pentru ferofluidul corespunzator probei 1.

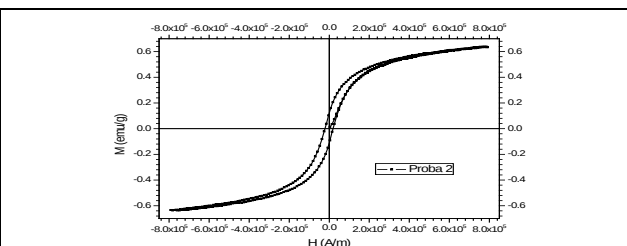


Figura 5B. Curba de magnetizatie pentru ferofluidul corespunzator probei 2.

5.3 Proiectarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice.

- Proiectarea driver-ului electronic care realizeaza controlul bobinelor de activare

Un oscilator generează o tensiune dreptunghiulară V_{osc} , Fig. 6 cu frecvența cuprinsă între $20 \text{ Hz} \div 100 \text{ Hz}$. Valoarea frecvenței este stabilită de constanta de timp $\tau_{osc} = R1 \cdot C1$. Tensiunea V_{osc} este aplicată la terminalul CK al unui contor Johnson, Fig. 6. În același timp, tensiunea V_{osc} este aplicată la doua porti logice care sunt conectate în serie pentru reformarea semnalului intrarea unui declanșator monostabil pe front pozitiv. La ieșirea monostabilului, se obține un semnal U_{MON} cu impulsuri rectangulare cu factor reglabil de umplere, în funcție de valoarea constantei de timp $\tau_{MON1} = R2 \cdot C6$, Fig. 6. Tensiunea U_{MON} este utilizată pentru cele 4 intrari ale celor 4 comutatoare electronice controlate. La ieșirea fiecăruia dintre cele 4 comutatoare se obține un tren de impulsuri rectangular $U1, U2, \dots, U4$, ce sunt utilizate pentru controlul tranzistorilor de putere IGBT T1, T2, T3 și T4, prin intermediul unor circuite electronice tampon. Sarcina acestor tranzistoare este reprezentată de bobinele de inducție $L1, L2, \dots, L4$, Fig. 7. Astfel, bobinele pot fi controlate folosind o tensiune dreptunghiulară cu frecvența f variabilă în intervalul de $5 \text{ Hz} \div 25 \text{ Hz}$ și factorul de umplere k reglabil în intervalul 40% - 70%, Fig 8.

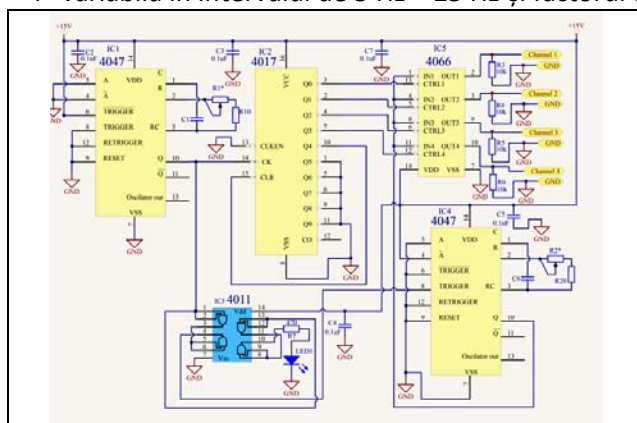


Fig. 6. Schema electronica de comanda a bobinelor L1, L2, L3, L4.

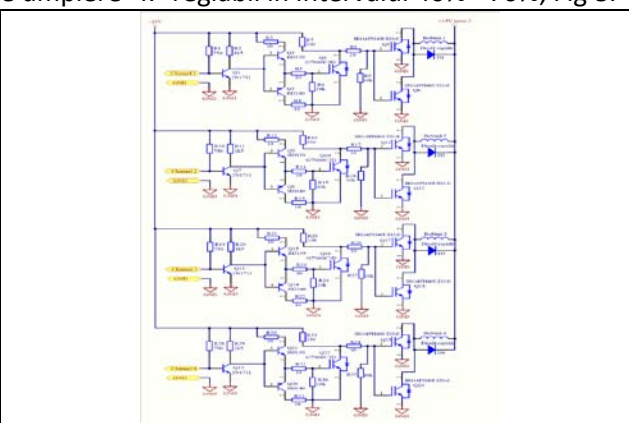


Fig. 7. Schema electronica de forță pentru comanda bobinelor L1, L2, L3, L4.

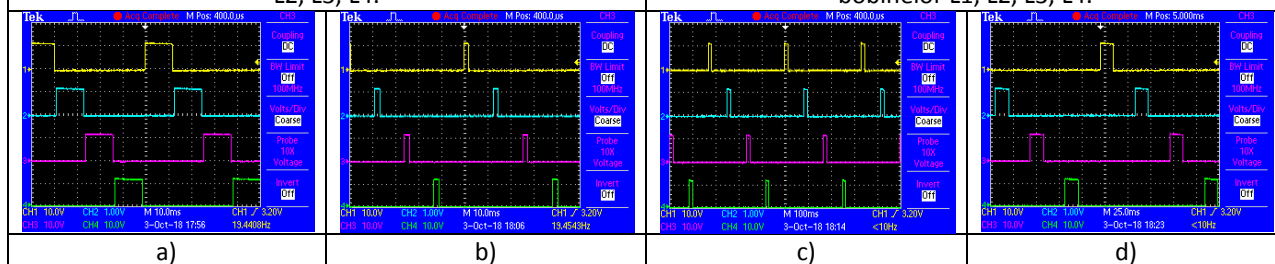


Fig. 8. Trenul de impulsuri dreptunghiulare $U1, U2, \dots, U4$ cu frecvența cuprinsă între $6.45 \text{ Hz} \div 20 \text{ Hz}$.

În Fig. 9 se prezintă circuitul imprimat pentru realizarea schemei electronice de comanda a bobinelor L1, L2, L3, L4 iar în Fig. 10 circuitul imprimat pentru realizarea schemei electronice de forță care activează bobinele L1, L2, L3, L4.

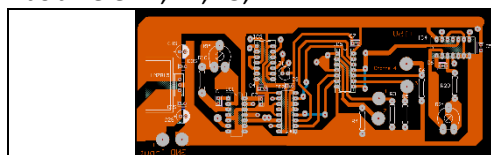


Fig. 9. Circuitul imprimat pentru realizarea schemei electronice de comanda a bobinelor L1, L2, L3, L4.

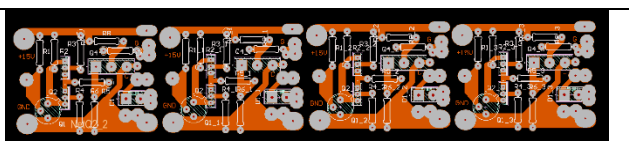
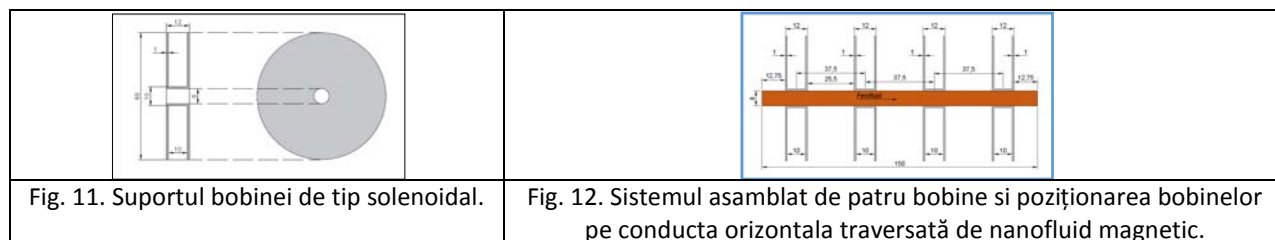


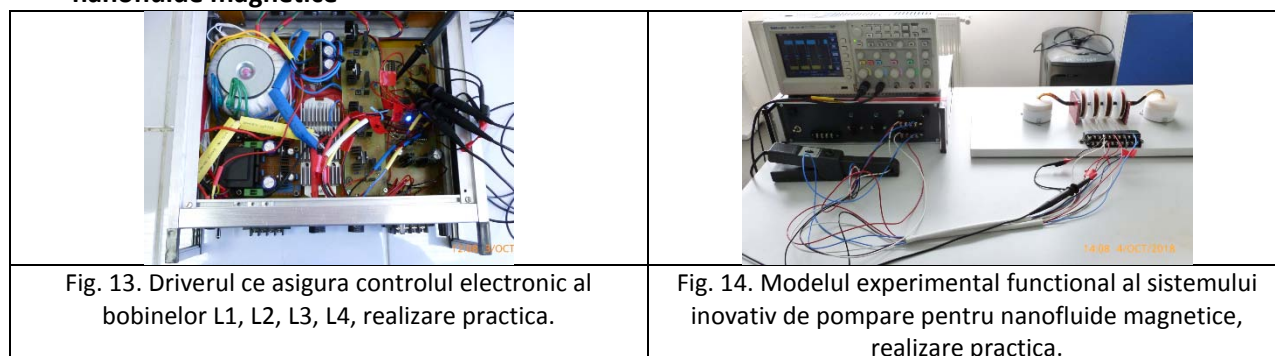
Fig. 10. Circuitul imprimat pentru realizarea schemei electronice de forță care activează bobinele L1, L2, L3, L4.

- Proiectarea sistemului asamblat de patru bobine, ca parte a sistemului inovativ de pompare pentru nanofluid magnetic

În Fig. 11 se prezintă un suport pentru cele patru bobine de tip solenoidal împreună cu cotele geometrice dimensionale. În Fig. 12 se prezintă sistemul asamblat de patru bobine identice. Numărul de spire al unei bobine este de $N = 400$ spire $\text{CuEm } 0.65$.

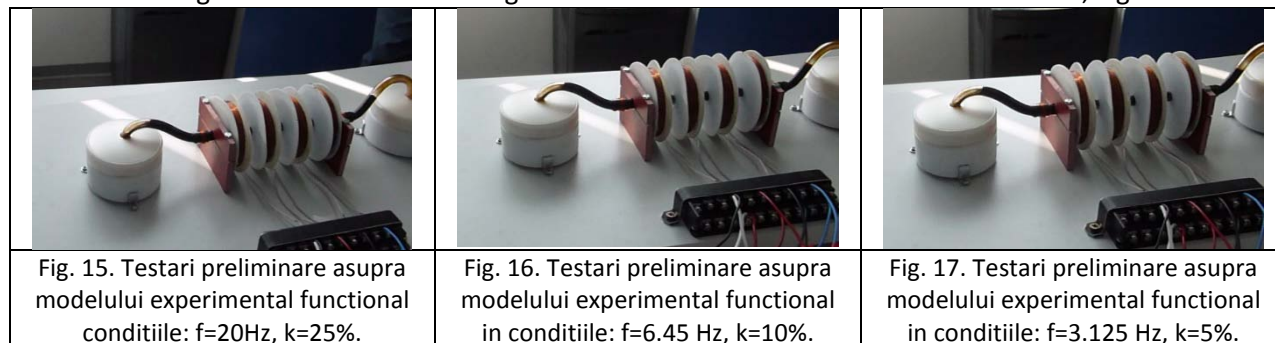


5.4 Realizarea modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice



5.5 Testari preliminare efectuate cu nanofluide magnetice cu diferite magnetizatii la saturatie

Pentru frecvente si factori de umplere: $f=20\text{Hz}$, $k=25\%$; $f=6.45\text{ Hz}$, $k=10\%$; $f=3.125\text{ Hz}$, $k=5\%$; s-au efectuat testari preliminare asupra modelului experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice cu nanofluidul magnetic sintetizat si caracterizat la INCIE ICPE-CA, Fig. 15-17.



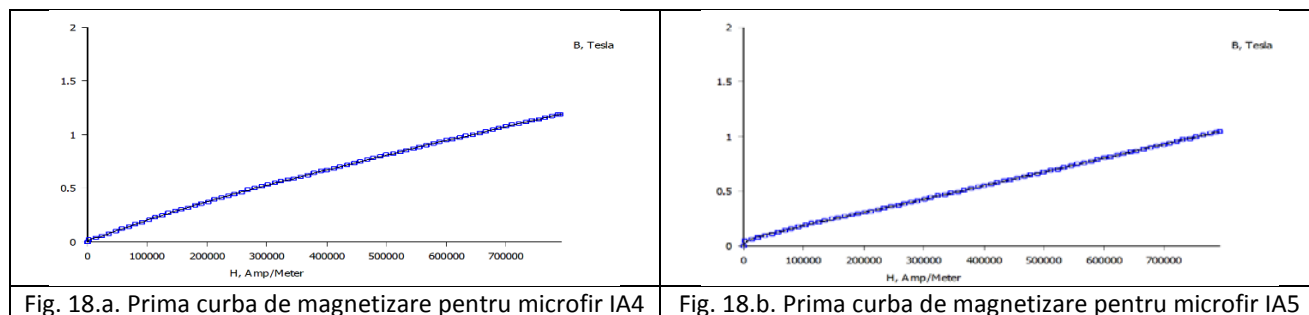
Microactuatia necesara pentru a produce efectul de pompare s-a pus in evidenta in fiecare din aceste experimente.

5.6 Proiectare model experimental senzor de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa

In prima etapa a acestui proiect s-au obtinut si caracterizat microfibrele ce vor fi utilizate in constructia senzorului de temperatura. In Tabelul 1, sunt prezentate caracteristicile principale ale acestor microfibre (modele experimentale). Pentru simularile efectuate pe cele doua modele conceptuale de senzori, s-au utilizat curbele de prima magnetizare prezentate mai jos (Fig. 18 a si b). Simularea s-a realizat cu programul Finite Element Method Magnetics (FEMM).

Tabel 1. Caracteristicile microfibrelelor obtinute

Aliaj	Compozitie chimica (% masice)						Dimensiune microfir (medie)		Temperatura Curie [$^{\circ}\text{C}$]
	Fe	Cr	Ni	Co	B	Si	$\varnothing$ microfir	$\varnothing$ miez metalic	
IA 4	6.71	3.72	0.04	79.45	3.61	6.47	23.5 μm	15.5 μm	92
IA 5	35.1	13.1	43	-	2.9	5.9	22.8 μm	17.5 μm	100



5.6.1 Model de senzor simplu

Acest model inglobeaza un ansamblu de doua bobine: o bobina exterioara si una interioara, Fig. 19-21.

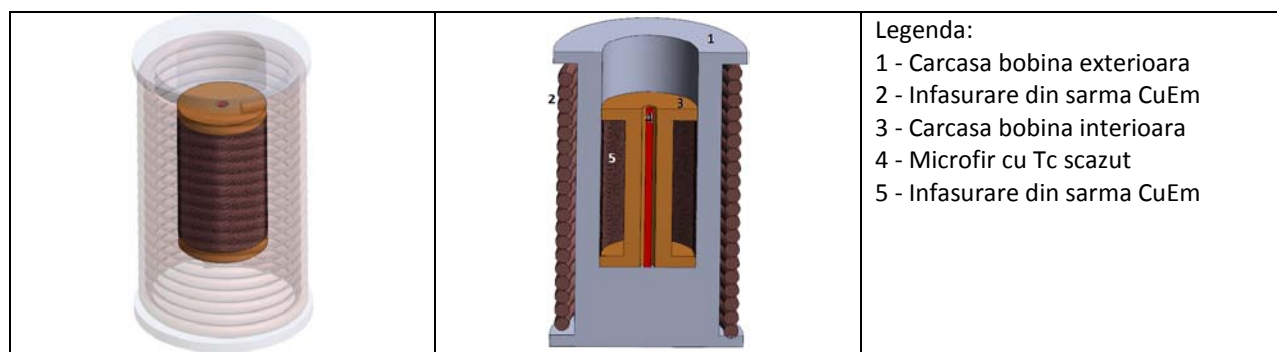


Fig. 19. Ansamblu senzor simplu

	Caracteristici bobina exterioara Carcasa: teflon Infasurare: 136 spirale din sarma CuEm, diamteru spira: 0.315 mm		Caracteristici bobina interioara Carcasa: teflon Infasurare: 1000 spirale din sarma CuEm, diamteru spira 0.06 mm La interior: Microfir IA4 / Microfir IA5
Fig.20. Desen carcasa bobina exterioara simpla.	Fig.21. Desen carcasa bobina interioara.		

In Tabelul 2 sunt prezentate succint rezultatele obtinute pentru cele doua tipuri de microfiri, iar in continuare sunt prezentate imagini preluate din programul de simulare, in trei puncte principale: la capatul superior al bobinei interioare si respectiv al microfirului, la mijlocul bobinei interioare si respectiv al microfirului si la capatul inferior al bobinei interioare si respectiv al microfirului.

Tabel 2. Valori ale inductiei in interiorul microfirului, la capetele si mijlocul acestuia

Microfir	B [mT] la capatul superior al microfirului		B [mT] la mijlocul microfirului	B [mT] la capatul inferior al microfirului	
	min	max		min	max
IA4	5.1	5.7	13.5	4.4	6.2
IA5	5	5.6	14	4.3	6.2

5.6.1 Model de senzor dublu

Acest tip de model este format dintr-un ansamblu de trei bobine: o bobina exterioara si doua bobine interioare identice, Fig. 22-24.

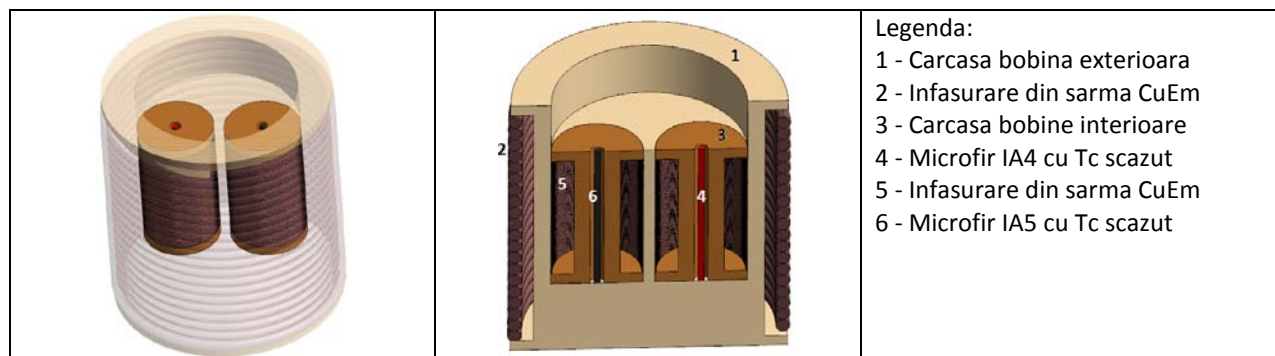
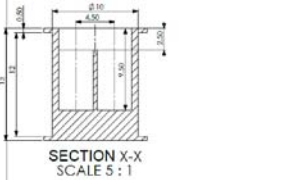
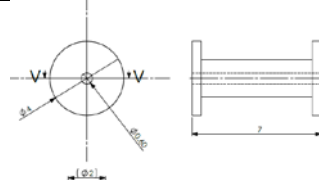


Fig. 22. Ansamblu senzor dublu.

 SECTION X-X SCALE 5 : 1	Caracteristici bobina exterioara Carcasa: teflon Infasurare: 136 spire din sarma CuEm, diamteru spira 0.315 mm La interior: bobina din Fig. 21
 SECTION V-V	Caracteristici bobina interioara Carcasa: teflon Infasurare: 1000 spire din sarma CuEm, diamteru spira 0.06 mm La interior: Microfir IA4 / Microfir IA5
Fig.23. Desen carcasa bobina exterioara dubla.	Fig.24. Desen carcasa bobina interioara.

Utilizand programul FEMM, s-a simulat variatia inductiei de-a lungul celor doua bobine interioare, acestea avand in interiorul or un microfir IA4 (bobina din partea dreapta) si microfir IA5 (bobina din partea stanga), pentru modelul conceptual de senzor dublu. Rezultatele sunt prezentate mai jos. Datele obtinute sunt necesare pentru urmatoarea etapa, cea de realizare experimentală a senzorului.

In Tabelul 3 sunt prezentate succint rezultatele obtinute pentru cele doua tipuri de microfiri, iar in continuare sunt prezentate imagini preluate din programul de simulare, in trei puncte principale: la capatul superior, la mijloc si respectiv la capatul inferior al bobinei interioare.

Tabel 3. Valori ale inductiei in interiorul microfirului, in cele trei puncte analizate

Microfir	B [mT] la capatul superior al microfirului	B [mT] la mijlocul microfirului	B [mT] la capatul inferior al microfirului
IA4	4.5	14	3.6
IA5	3	8	2.5

6. Rezultate, stadiul realizării obiectivului fazei, concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului (se vor preciza stadiul de implementare a proiectului, gradul de indeplinire a obiectivului cu referire la tintele stabilite si indicatorii asociati pentru monitorizare si evaluare).

6.1 Rezultate

- S-a realizat sintetizarea nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs;
- S-a realizat caracterizarea complexa a nanofluidelor magnetice sintetizate, caracterizare structurala, morfologica si magnetica;

S-au efectuat urmatoarele caracterizari:

- Caracterizarea structurala prin difractometrie Scherrer
- Caracterizare morfologica, microscopia SEM
- Masuratori privind proprietati magnetice

- S-a proiectat driver-ului electronic care realizeaza controlul bobinelor de activare, ca parte a sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;

- S-a proiectat sistemul asamblat de patru bobine, ca parte a sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- S-a proiectat modelul experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- S-a realizat un model experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
- S-au efectuat testari preliminare cu nanofluide magnetice cu diferite magnetizatii la saturatie;
- S-a proiectat modelul experimental al senzorului de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa, in doua variante :
 - Model de senzor de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa, simplu;
 - Model de senzor de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfibre feromagnetice cu temperatura Curie joasa, dublu.

6.2 Stadiul realizarii obiectivului fazei

Obiectivele specifice ale etapei corespund cu obiectivele impuse in proiect si sunt realizate integral.

6.3 Concluzii și propuneri pentru continuarea proiectului

6.3.1 Concluzii generale

1. Au fost sintetizate 2 probe de magnetita prin metoda co-precipitarii pentru care s-a utilizat un raport molar al sarurilor de $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ 2:1; ca agent de precipitare s-a utilizat o solutie de KOH 10M. Temperatura de precipitare a fost de 80°C. Diferenta dintre cele 2 sinteze a constat in: o sinteza a fost efectuata in atmosfera de azot pentru impiedicarea oxidarii magnetitei si a doua sinteza s-a efectuat in atmosfera de oxigen;
2. S-au preparat 2 solutii de ferrofluid cu pulberile de magnetita sintetizate, utilizand surfactant acid oleic si lichid purtator ulei de transformator, in proportie: nanoparticule magnetita: acid oleic: ulei de transformator: 5:10:85;
3. Analiza structurala prin difractie de raze X pentru nanoparticulele de magnetita sintetizate a relevat:
 - Proba de magnetita sintetizata in atmosfera de azot contine magnetita cubica tip spinel cu parametru de retea 8,391 Å si dimensiuni de cristalite de 51,6 Å (5,16 nm), indicii Miller identificati fiind: 220, 311, 400, 511, 440;
 - Proba de magnetita sintetizata in atmosfera de oxigen, s-a identificat in plus prezenta si a maghemitei prin prezenta unui indice Miller la 210 specific, parametru de retea de 8,457 Å si dimensiuni de cristalite de 49,3 Å (4,93 nm).
4. Analiza morfologica efectuata prin SEM pentru ambele probe de nanoparticule de magnetita sintetizate a relevat: probele prezinta particule foarte mici, aglomerate cu dimensiuni sub 10 nm micrografiile prezinta caracter omogen, textura fina;
Curbele de magnetizatie s-au realizat pe probe de magnetita sintetizate si pe ferrofluide rezultand (nanoparticule de magnetita):

Curbele de magnetizatie prezinta histerezis in cazul ambelor probe, cu valori mici ale magnetizatiei remanente, ceea ce determina un caracter feromagnetic al celor 2 probe de magnetita, respectiv 15,90 emu/g pentru proba 1 si 24,30 emu/g pentru proba 2, Valoarea de magnetizatie de saturatie mai mare pentru proba 2 fata de magnetizatia de saturatie pentru proba 1, se datoreaza probabil unei mai bune omogenitati a particulelor de magnetita, a unei mai bune puritati si/sau prezentei unei mici cantitati de maghemita; , raportul $SQ=Mr/Ms$ se afla

in domeniul 0,11-0,13, valoarea teoretica pentru magnetita fiind $SQ=0,5$, rezultand ca nanoparticulele de magnetita sintetizate se afla in zona un singur domeniu si prezinta anizotropie uniaxiala

Curbele de magnetizare pe probele de ferrofluid au relevat urmatoarele:

- cele 2 probe de ferrofluid prezinta in curbele de magnetizare histerezis cu valori mici de M_r de 0,08 si 0,11 emu/g si magnetizare de saturatie de 0,67 emu/g pentru ambele probe de ferrofluid si prezinta H_c cu valori de 276,2 Oe si 253,2 Oe pastrandu-se caracterul feromagnetic ale celor 2 ferrofluide.

In lucrare se prezinta exemple de proprietati magnetice pentru ferrofluide pe baza de magnetita din date de literatura.

5. S-a realizat proiectarea si realizarea practica a driver-ului ce asigura controlul electronic al bobinelor L1, L2, L3, L4;
6. S-a realizat modelul experimental functional al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
7. S-au efectuat testari preliminare efectuate cu un nanofluid magnetic sintetizat si caracterizat la INCDIE ICPE-CA; S-a dovedit in mod cert realizarea microactuatiei necesare pentru a produce efectul de pompare.
8. S-au obtinut 2 modele experimentale de microfiri cu temperatura Curie scazuta.
9. Primul model conceptual de senzor de temperatura, utilizeaza ca element sensibil o microbobina avind ca miez magnetic un microfir feromagnetic înglobat în sticlă, cu temperatura Curie TC joasa. Microbobina este activata de catre o bobina de activare alimentata la un curent de 0.2 A.
10. Cel de-al doilea model conceptual de senzor de temperatura utilizeaza ca element sensibil doua microbobine avind fiecare ca miez magnetic un microfir feromagnetic înglobat în sticlă, dar cu temperatura Curie TC diferita unul de celalalt. Microbobinele sint activate de catre o bobina de activare alimentata la un curent de 0.2A.
11. Primul model este utilizat pentru realizarea senzorului cu microfir IA4 sau IA5 iar cel de-al doilea model, avand o precizie mult mai mare insa pe un domeniu de temperatura limitat de T_c al celor doua microfiri IA4 si IA5, este utilizat pentru etalonarea primului model.

6.3.2 S-a indeplinit obiectivul cu referire la tintele stabilite in cadrul proiectului Nucleu PN 18240301/2018 prevazute in Faza 3/15.10.2018. Propunem continuarea proiectului cu urmatoarele obiective:

- 1. Realizare model experimental senzor de temperatura cu utilizare pentru medii agresive chimic si/sau corozive, pe baza de microfiri feromagnetice cu temperatura Curie joasa.**
- 2. Realizare prototip al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice.**

Responsabil proiect

Dr. Ing. PISLARU-DANESCU Lucian