

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: 1/2018

- Studiu teoretic privind teoremele forțelor ponderomotoare în cîmp electric si magnetic cu implicarea și a unor legi de material.
- Experimentari asupra modului de pompare al nanofluidelor magnetice utilizind campurile electromagnetice. Studiu si experimentari privind sinteza nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs.

Termen: 15.04.2018

Responsabil proiect

Dr. Ing. PISLARU-DANESCU Lucian

1. **Obiectivul proiectului:**

- Studiul teoremelor forțelor ponderomotoare și identificarea unor noi tipuri de forțe de acțiune electromecanice. Identificarea unor noi structuri de actuatori hibrizi.
- Dezvoltarea unui sistem inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice, realizate la INCDIE ICPE-CA.

2. **Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului:**

- Finalizarea studiului teoremelor forțelor ponderomotoare cu implicarea legilor de material cit și a unor legi generale.
- Finalizarea unor modele experimentale de structuri de actuatori hibrizi.
- Finalizarea unor modele experimentale de sisteme de pompare pentru nanofluide magnetice.
- Sinteza și caracterizarea de nanofluide magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100Gs.

3. **Obiectivul fazei:**

- Studiul general al teoremelor forțelor ponderomotoare implicind și legile de material.
- Analiza forțelor ponderomotoare în câmp electrostatic.
- Analiza forțelor ponderomotoare în câmp magnetic.
- Identificarea unui mod de a realiza pomparea nanofluidelor magnetice, utilizind campurile electromagnetice.
- Studiu și experimentari privind sinteza nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs.

4. **Rezultate preconizate pentru atingerea obiectivului fazei:**

- Finalizarea studiului general.
- Identificarea generala a unor variante sau alternative de principii functionale neconventionale.
- Studiu privind modalitati de pompare al nanofluidelor magnetice.
- Proiectarea unui driver electronic care realizeaza controlul electronic al bobinelor de activare.
- Studiu privind sinteza nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs.
- Caracterizare structurala și morfologica a magnetitei sintetizate.
- 1 lucrare BDI.

5. **Rezumatul fazei: (maxim 5 pagini)**

5.1 Finalizarea studiului general.

În esență proiectul de față va efectua o analiză a teoremelor ponderomotoare în câmp electric și magnetic, cu potențialele tipuri de acțiuni electromecanice hibride (din relațiile care pot apărea între forțele ponderomotoare în câmp electric și magnetic, iar din analiza fiecărei forțe care apare în teoremă, identificarea unor noi tipuri de acțiuni electromecanice). Sunt necesare implicări suplimentare ale legilor generale, legilor de material pe lângă teoremele electrostatice și cele în câmp magnetic staționar, așa cum apar în Fig.1. Ideea acțiunii și actuatorilor hibrizi (care includ 2 sau mai multe principii de funcționare) a mai fost abordată [III.24,V.8,VII.12,VII.20,VII.28].

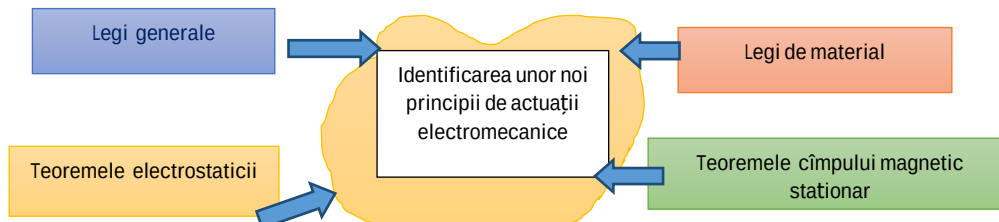


Fig. 1. Implicațiile de esență în studiul teoretic privind identificarea unor noi tipuri de acțiuni.

De amintit legile de material cele mai importante (5 legi): Legea polarizației electrice temporare; Legea magnetizației temporare; Legea conductivității electrice; Legea câmpurilor electrice imprimate; Legea electrolizei. Referitor la actuatorul văzut ca un sistem de conversie electromecanică, structurile generale utilizate sunt cele de tipul structurii de acțuație din Fig. 2.

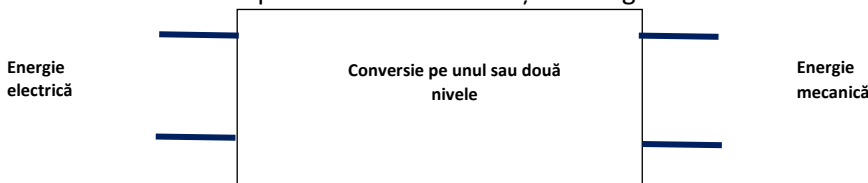


Fig. 2. Actuatorul ca un sistem de conversie electromecanică.

Esența principiilor de funcționare a actuatorilor electromecanici se află în teoremele acțiunilor forțelor ponderomotoare în câmp electrostatic și în câmp magnetic, exprimate mai jos la nivel de expresii ale densității de volum al forței electrostatice, cit și a densității de volum a forței magnetice:

- Teorema forțelor ponderomotoare în câmp electrostatic;

$$\bar{f}_{el} = \rho_v \bar{E} - \frac{E^2}{2} \text{grad} \varepsilon + \frac{1}{2} \text{grad} \left(E^2 \frac{\partial \varepsilon}{\partial \tau} \right) \quad (1)$$

- Teorema forțelor ponderomotoare în câmp magnetic;

$$\bar{f}_m = \bar{J} \times \bar{B} - \frac{1}{2} H^2 \text{grad} \mu + \frac{1}{2} \text{grad} \left(B^2 \frac{\partial \mu}{\partial \tau} \right) \quad (2)$$

Sau în relații explicite;

$$\bar{f}_e = \bar{f}_{es} + \bar{f}_{ep} + \bar{f}_{els} \quad (3)$$

$$\bar{f}_m = \bar{f}_L + \bar{f}_{m\mu} + \bar{f}_{mms} \quad , \text{ în care:} \quad (4)$$

ρ_v – densitatea de sarcină electrică pe volum, $\bar{E}$, $\bar{B}$ – intensitatea și inducția câmpului

electric, $\bar{H}$, $\bar{B}$ – intensitatea și inducția câmpului magnetic, ε – permitivitatea mediului unde se manifestă forța ponderomotoare, μ – permeabilitatea mediului, τ – densitatea de masă,

$\bar{f}_{es}$ – densitatea de volum a forței care se exercită asupra unității de volum situate în câmp electric, $\bar{f}_{ep}$ – densitatea de volum a forței în cazul în care permitivitatea este funcție de punct și este independentă de orientarea câmpului electric, (efect piezoelectric),

$\bar{f}_{els}$ – densitatea de volum a forței care se datorează variației permitivității cu densitatea de masă (efectul electrostrictiv), $\bar{f}_L$ – densitatea de volum a forței Lorentz, $\bar{f}_{m\mu}$ – densitatea de volum a forței magnetice când permeabilitatea este funcție de punct, $\bar{f}_{mms}$ – densitatea de volum a forței care ia naștere când variația permeabilității este în relație cu densitatea de masă (efect magnetostrictiv și forța magnetostrictivă).

5.2 Identificarea generală a unor variante sau alternative de principii funcționale neconventionale.

În tabelele de mai jos sunt prezentate câteva situații referitor la tipuri de acțiuni teoretice care pot deveni un domeniu nou de investigație științifică.

Tabel1. Forțe noi de acțuație prin implicarea forțelor ponderomotoare cunoscute (forțe electrostatice).

	$\bar{f}_{es}$	$\bar{f}_{ep}$	$\bar{f}_{els}$
$\bar{f}_{es}$	$\bar{f}_{ess}$	$\bar{f}_{esp}$	$\bar{f}_{esi}$
$\bar{f}_{ep}$	$\bar{f}_{eps}$	$\bar{f}_{epp}$	$\bar{f}_{epi}$
$\bar{f}_{els}$	$\bar{f}_{els}$	$\bar{f}_{elp}$	$\bar{f}_{eli}$

Tabel 2. Forțe noi de acțuație prin implicarea forțelor ponderomotoare cunoscute (forțe magnetice).

	$\bar{f}_L$	$\bar{f}_{m\mu}$	$\bar{f}_{mms}$
$\bar{f}_L$	$\bar{f}_{LL}$	$\bar{f}_{L\mu}$	$\bar{f}_{mLs}$
$\bar{f}_{m\mu}$	$\bar{f}_{\mu L}$	$\bar{f}_{m\mu\mu}$	$\bar{f}_{m\mu s}$
$\bar{f}_{mms}$	$\bar{f}_{msL}$	$\bar{f}_{ms}$	$\bar{f}_{mss}$

Tabel 3. Forțe noi de acțiune prin implicarea mixtă între forțele ponderomotoare electrostatice și cele ponderomotoare magnetice

	$\bar{f}_{es}$	$\bar{f}_{ep}$	$\bar{f}_{els}$
$\bar{f}_l$	$\bar{f}_{esl}$	$\bar{f}_{epl}$	$\bar{f}_{elsl}$
$\bar{f}_{mu}$	$\bar{f}_{esmu}$	$\bar{f}_{mul}$	$\bar{f}_{elsmu}$
$\bar{f}_{mms}$	$\bar{f}_{esmms}$	$\bar{f}_{epmms}$	$\bar{f}_{elsl}$

Acțiuni datorate forțelor ponderomotoare în câmp electric (conform teoremei forțelor ponderomotoare electrostatice) =3; Acțiuni datorate forțelor ponderomotoare în câmp magnetic (conform teoremei forțelor ponderomotoare magnetice)=3; Acțiuni distincte datorate interacțiunii între forțele ponderomotoare electrostatice =3; Acțiuni distincte datorate interacțiunii între forțele ponderomotoare în câmp magnetic =3; Acțiuni mixte datorate interacțiunii între forțele ponderomotoare electrice și magnetice =6; Totalul teoretic al tipurilor de acțiuni = 18. Desigur se pune problema dacă toate aceste acțiuni plecând de la teorema forțelor ponderomotoare cit și mixte și implicit pentru care pot fi generate teoretic pot reprezenta soluțiile de acțiune electromecanică.

- A. În teoria sistemelor de acțiune se pot include și legi de stare ale câmpului electromagnetic:
- Legi cu implicare indirectă cum ar fi: legea conducției electrice, legea polarizației electrice temporale, etc.
 - Legi cu implicare directă cum ar fi legea electrolizei, legea transformării energiei în conductoare parcurse de curent electric de conducție.

Actuatorii electrochimici utilizează cu precădere legea electrolizei în ceea ce privește explicarea conversiei energiei, care prezintă o relație diferențială și una integrală:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{Ai}{n_v F_0} \quad (5)$$

$$m = \frac{A}{n_v F_0} \int_0^t i dt = \frac{Aq}{n_v F_0} \quad (6)$$

m - masa depusă la electrozii unei băi electrolitice, A - masa atomică a elementului,

n_v - valența elementului, $\frac{A}{n_v}$ - echivalentul electrochimic al elementului, i - curentul electric ce trece

prin baia electrolitică, t - timp, q - sarcina electrică ($q = i dt$).

Legea electrolizei apare în acțiunea electrochimică în care este necesar determinarea masei de gaz produsă în timpul electrolizei cu o anumită presiune, conversia finală fiind cea a lucrului mecanic efectuat de variația de presiune și de volum.

Mai poate intra în discuție și forța magnetică complexă. Mai jos este definită densitatea de volum a forței magnetice complexe:

$$\bar{f}_m = \bar{J} \times \bar{B}^* = \mu \sigma (\bar{E} \times \bar{H}^*) = \mu \sigma \bar{S} \quad (7)$$

Unde $\bar{J}$ - densitatea de curent, μ - permeabilitatea magnetică, σ - conductivitatea electrică,

$\bar{E}$ - intensitatea cîmpului electric, $\bar{B}^*$ - inducția cîmpului magnetic conjugat, $\bar{H}^*$ - intensitatea cîmpului magnetic conjugat, $\bar{S}$ - vectorul complex Poynting.

În discuție intră și tensorul complex al tensiunilor magnetice maxwelliene.

$$\left| \bar{T}_m^i \right| = \begin{vmatrix} H_x B_x^* - \frac{1}{2} \bar{H} \bar{B}^*, & H_x B_y^*, & H_x B_z^* \\ H_y B_x^* & H_y B_y^* - \frac{1}{2} \bar{H} \bar{B}^* & H_y B_z^* \\ H_z B_x^* & H_z B_y^* & H_z B_z^* - \frac{1}{2} \bar{H} \bar{B}^* \end{vmatrix} \quad (8)$$

Efectul acestor tensiuni poate produce modificări de volum sau microdeplăsări, într-un material magnetic masiv, (Fig. 3).

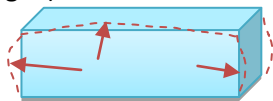


Fig. 3. Microdeplasari sau modificari de volum intr-un material magnetic masiv datorita tensiunilor magnetice.

Astfel forta magnetica scrisa in complex este:

$$\overline{F_m} = \int_{v_z} \mu \sigma \bar{S} dv = \oint_z \overline{T'_m} dA \quad (9)$$

Iar partea reală reprezintă valoarea efectivă ;

$$\overline{F_m} = re \left\{ \int_{v_z} \mu \sigma \bar{S} dv \right\} = re \left\{ \oint_z \overline{T'_m} dA \right\} \quad (10)$$

Unele comentarii se impun. Astfel considerînd densitatea de volum a forței care se exercită asupra unității de volum situate în câmp electric (în concordanță cu relațiile (1) și (3));

$$\overline{f_{es}} = \rho_v \bar{E} \quad (11)$$

O dezvoltare a forței conform relației anterioare, apare în momentul în care avem un corp polarizat electric cu momentul $\bar{p}$ și încărcat cu sarcina q , aflat într-un subdomeniu în care câmpul electric este local neuniform și astfel asupra lui se exercită următoarele acțiuni ponderomotoare:

- O forță

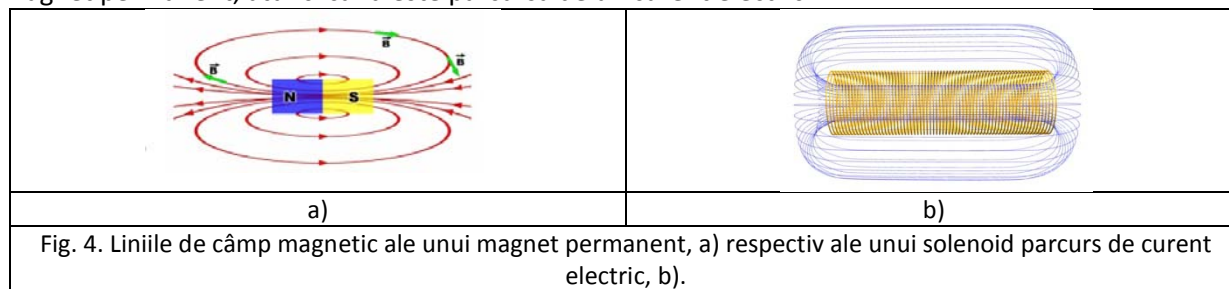
$$\overline{f_{esp}} = q \overline{E_{rn}}(r) + grad(\bar{p} \overline{E_{rn}}(r)) \quad (12)$$

- Un cuplu mecanic cu două componente:

$$\overline{C_p} = \bar{r} \times q \overline{E_{rn}}(r) + \bar{p} \times \overline{E_{rn}}(r) \quad (13)$$

5.3 Studiu privind modalități de pompare al nanofluidelor magnetice.

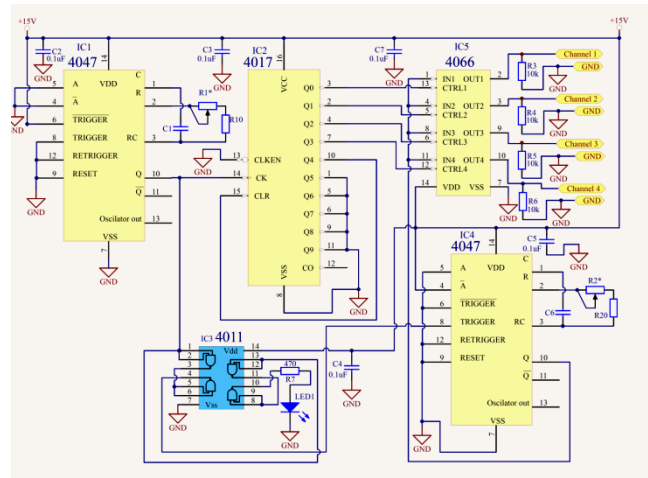
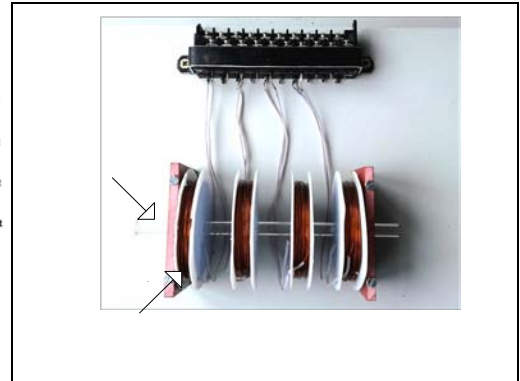
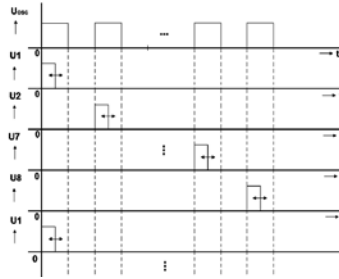
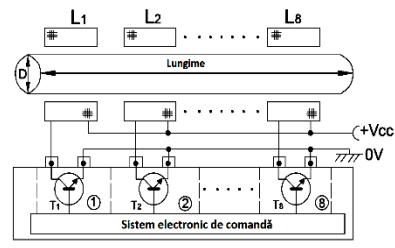
În Fig. 4 se prezintă liniile de câmp magnetic ale unui magnet permanent, a) respectiv ale unui solenoid parcurs de curent electric, b). Putem să considerăm ca o bobina solenoidală poate fi echivalată cu un magnet permanent, atunci când este parcursă de un curent electric I .



Inducția magnetică B , a câmpului magnetic creat de o bobină solenoidală se scrie :

$$B = \mu \frac{NI}{l}, \quad (14)$$

Unde : $\mu = \mu_0 \mu_r$ este permeabilitatea magnetică, μ_0 este permeabilitatea magnetică a vidului (egală aproximativ cu a aerului), $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$, iar μ_r reprezintă permeabilitatea magnetică relativă a mediului din interiorul bobinei solenoidale. În cazul nostru, în interiorul bobinei solenoidale se află nanofluidul magnetic.



ale contorului Johnson sunt aplicate pe intrările de comanda ale celor 4 comutatoare electronice controlate. La ieșirea fiecăruia dintre cele 4 comutatoare se obține un tren de impulsuri rectangular U1, U2, ..., U4 ca în Fig. 6, 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 inductanță L1, L2, ..., L4, Fig. 7. Astfel, bobinele pot fi controlate folosind o tensiune dreptunghiulară cu frecvența "f" variabilă în intervalul de 5 Hz ÷ 25 Hz și factorul de umplere "k" reglabil în intervalul 40% - 70%.

5.5 Studiu privind sinteza nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs

Metoda de sinteza a nanoparticulelor magnetice de magnetita, maghemita prin coprecipitare este cea mai simpla și cea mai eficientă. Oxizii de fier magnetita sau $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ se obțin dintr-un amestec stoichiometric de săruri de Fe^{3+} și Fe^{2+} a cărui variație duce la formarea unei sau alteia. În literatura de specialitate multe articole prezintă faptul că într-un raport de $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 2/1$, în mediu apos se obține în mod preponderent magnetita. Magnetita se obține conform reacției (1).



Completa precipitare cu obținere de magnetita, se obține la un pH alcalin în domeniul 8-14 de preferat în atmosfera neoxidantă, magnetita fiind instabilă și sensibilă la oxidare transformându-se în $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Oxidarea în aer a magnetitei nu este singura cale de transformare a magnetitei în maghemita. Electroni sau ioni se transferă depinzând de valoarea pH-ului suspensiei în acord cu ecuația (2).



De exemplu: în soluție în mediu acid și condiții anaerobice, ionii de Fe^{2+} sunt desorbiți formând complecși cu 6 molecule de apă, pe când în mediu bazic oxidarea magnetitei implică reacții de oxidoreducere la suprafața magnetitei. Oxidarea ionilor de Fe^{2+} este întotdeauna asimilată cu migrarea cationilor prin rețea, cu crearea de vacante cationice pentru menținerea echilibrului sarcinilor, explicând astfel structura maghemitei. Astfel, în magnetita ionii de fier sunt distribuiți în nodurile octaedrice (Oh) și tetraedrice într-o structură tip spinel, pe când maghemita diferă de magnetita prin prezenta vacanțelor cationice în nodurile octaedrice. Formula (3) prezintă structurile celor 2 oxizi.



Schema ordonării vacanțelor este strict raportată la metoda de preparare determinând simetria straturilor și a suprastructurii. Vacantele pot fi aleatorii sau parțial sau total ordonate. Difractia de raze X relevă ordonarea vacanțelor. În această metodă sunt implicate 2 etape esențiale: coprecipitarea cu formare de nuclee-nuclearea și creșterea nucleelor. Mărimea și forma nanoparticulelor de oxizi de fier este controlată prin diferiți parametri ca: pH, ionicitatea, temperatura, natura sărurilor: perclorati, cloruri, sulfati, azotati, sau raportul dintre ionii de fier, astfel se pot obține nanoparticule cu dimensiuni cuprinse între 2 și 50 nm. Al doilea factor important în sinteza particulelor de magnetita este concentrația; optimul concentrației este de 39-79 mM.

5.6 Caracterizare structurală și morfologică a magnetitei sintetizate

-Absorbția în UV-Vis a particulelor de oxizi de fier aflate în suspensie a fost determinată prin metoda spectrofotometriei de absorbție a luminii, folosind spectrofotometrul UV-VIS-NIR tip V-570 (Able&Jasco, Japonia) cu software Spectra Manager și software Bandgap Analysis.

-Analiza structurală prin difracție de raze X. Condițiile experimentale de măsurare a difractogramelor au fost următoarele: Difractometru D8 Discover (Bruker), tub de raze X, anod de Cu, $\lambda = 1.54060 \text{ \AA}$, oglinda Gobel, detector LynxEye 1D, domeniu unghiular de măsură $2\theta^\circ = 5-850^\circ$, increment $2\theta^\circ = 0.040^\circ$, timp de măsură pe pas 1s/pas.

-Distribuția granulometrică și diametrul mediu al nanoparticulelor de magnetita s-a determinat cu un aparat tip 90 PLUS (Brookhaven, SUA), dotat cu software BIC Particle Sizing prin metoda DLS (Dynamic Light Scattering sau imprastierea dinamică a luminii).

-Caracterizări magnetice prin metoda VSM.

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 În cadrul fazei s-a realizat un studiu teoretic privind identificarea unor forte de acțiune plecând de la teoremele forțelor ponderomotoare în câmp electric și magnetic cu implicarea celor 5 legi de material din teoria câmpului electromagnetic: Legea polarizării electrice temporare; Legea magnetizării temporare; Legea conducției electrice; Legea câmpurilor electrice imprimate; Legea electrolizei. Astfel studiul a evidențiat:

Forțe hibride din cadrul teoremei forțelor ponderomotoare în câmp electric;

Acțiuni datorate forțelor ponderomotoare în câmp electric (conform teoremei forțelor ponderomotoare electrostatice)=3;

Acțiuni datorate forțelor ponderomotoare în câmp magnetic (conform teoremei forțelor ponderomotoare magnetice)=3;

Acțiuni distincte datorate interacțiunii între forțele ponderomotoare electrostatice=3;

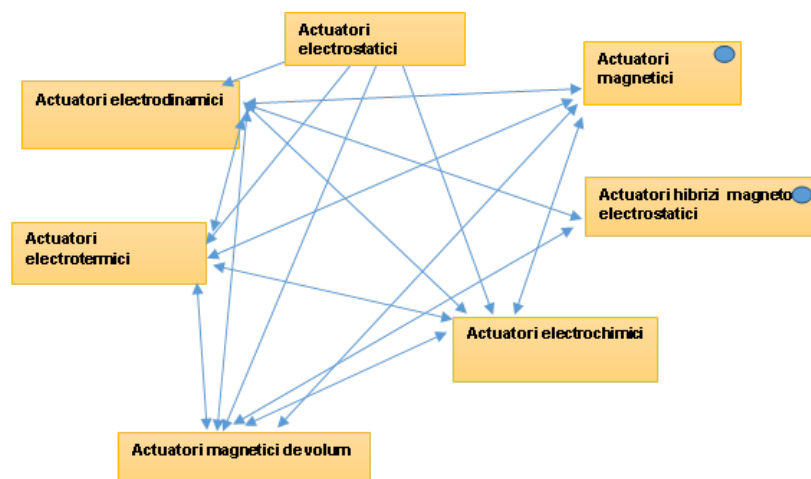
Acțiuni distincte datorate interacțiunii între forțele ponderomotoare în câmp magnetic=3;

Acțiuni mixte sau hibride datorate interacțiunii între forțele ponderomotoare electrice și magnetice=6;

Totalul teoretic al tipurilor de acțiuni=18.

În Figura de mai jos este realizată o sinteză a potențialelor și posibilelor tipuri de acțiuni sau actuatori electromecanici. Un bilanț efectuat în cadrul studiului din această fază indică următoarele calcule privind noi tipuri de actuatori hibridi. (bazate pe relațiile din figura);

$C_7^2 = 21, C_7^3 = 35, C_7^4 = 35, C_7^5 = 21, C_7^6 = 7$, în total încă 117 potențiale sau ipotetice tipuri de acțiune. Desigur la aceste variante privind principiul de funcționare se mai adaugă și variantele structurale care vor fi discutate în continuare. Tot în cadrul fazei au fost formulate un minim de 7 formulări de teme generale bazate pe principii noi de acțiune electromecanică care pentru domeniul cercetării aplicative se pot constitui în mai multe teme de proiectare noi tipuri de actuatori. Sa adaugă ca o concluzie generală ideea de creștere a unui tezaur specific de documentație și a propunerii de a introduce prognoza normativă (identificarea potențialului existent de a aborda o temă) și prognoza explorativă privind o estimare a strategiilor viitoare și construire a unor nișe specifice de departament și de institut.



Tipuri hibride potențiale de acțiune electromecanică.

6.2 În cadrul fazei s-a realizat un studiu privind modalitati de pompare al nanofluidelor magnetice.

Plecind de la premiza ca o bobina solenoidala poate fi echivalata cu un magnet permanent, atunci când este parcursa de un curent electric I si luind in considerare modelul lui Shliomis, referitor la comportamentul magnetic al unui nanofluid magnetic avind fractia volumica ϕ_m , aflat sub acțiunea unui câmp magnetic extern, s-a propus un sistemul inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice, descris in cadrul fazei.

- S-a realizat proiectul unui driver electronic care realizeaza controlul electronic al bobinelor de activare al sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice, descris in cadrul fazei.

6.3 În cadrul fazei s-a realizat un studiu si experimentari privind sinteza nanofluidelor magnetice cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs.

Nanofluidele magnetice utilizate in cadrul acestui proiect vor fi sintetizate prin co-precipitare dintr-un mediu apos de săruri $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ și $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ în raport molar $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} = 2:1$, prin alcalinizare cu soluție apoasă 10% de hidroxid de sodiu la 80 °C, timp de 1 oră. Pulberea rezultată va fi caracterizată prin difracție cu raze X, RAMAN, UV-VIS, DLS, BET, microscopie electronica SEM și spectroscopie EDX cu dispersie în energie, analiza termica (TG, DSC). Nanoparticulele sunt acoperite cu acid oleic, ca surfactant și apoi sunt dispersate în ulei de transformator UTR 40.

Alte cercetări in domeniul sintezei nanoparticulelor de oxizi de fier realizate in cadrul INCDIE ICPE-CA sunt prezentate in Tabelul 1.

Tabel 1. Cercetări in domeniul sintezei nanoparticulelor de oxizi de fier in cadrul INCDIE ICPE-CA

Metoda de sinteza TM1	Tipul particulelor magnetice	Functionalizarea nanoparticulelor magnetice	Agent purtător	Aplicație	Referințe
Metoda hidrotermala TM1	Magnetita TM1	polietilena	Ulei de floareasorelui	Agent de răcire fluid izolator pentru transfoarmatoarelor de putere	Cerere de brevet Referinta [22]
Co-precipitare TM2	magnetita TM2	Acid oleic	Ulei de floareasorelui	Agent de răcire fluid izolator pentru transfoarmatoarelor de putere	Articol In press [23].

- S-a realizat caracterizarea structurala si morfologica a magnetitei sintetizate .

A. Caracterizare prin spectrometrie UV VIS

CONCLUZII

1. Spectrele de absorbtie prezinta un maxim de absorbtie caracteristic al magnetitei la 330 nm, maxim care apare datorita absorbtiei si imprastierii radiatiei UV VIS de catre particulele magnetice ale magnetitei in suspensie.
2. Adaugarea de aditivi polimerici in timpul sintezei duce la modifcarea maximului de absorbtie spre lungimi de unda mai mici, denumite in literatira de specialitate blueshift, (denumit si efect bathochromic), acestea se datoreaza scaderii dimensiunii particulelor.
3. Variatia largimii maximelor de absorbtie(λ_1 -[FWHM]) este direct proportionala cu fractia granulometrica a particulelor studiate. O largime mare a maximului determina o fractiune granulometrica larga.
4. Asimetria maximului de absorbtie este determinata de o asimetrie a fractiei granumometrice fata de diametrul mediu al particulelor.

5. Conform analizei spectrelor UV VIS au rezultat valori ale benzii interzise conforme cu literatura [9]. Banda directa prezinta valori intre 1,38-2,41 eV iar banda indirecta prezinta valori intre 4,51 - 4.75-eV, valori specifice magnetitei.
6. Banda interzisa directa creste o data cu adaugarea de aditivi polimerici (acestia fiind dielectrici) in timp ce banda interzisa indirecta prezinta o scadere.

B. Analiza structurala prin difractie de raze X

CONCLUZII

1. Datorita faptului ca maximele de difractie sunt foarte apropiate in cazul magnetitei si maghemitei si probele prezinta un grad mic de cristalinitate din cauza modului de sinteza la temperaturi mici si in prezenta polimerilor, s-au obtinut maxime de difractie care pot implica cele doua tipuri de structuri cristaline apropiate de oxizi de fier. In aceste cazuri cand se pot identifica mai multe fise este necesara studierea materialului si prin alte metode. In general se asociaza in aceste cazuri difractia de raze X asociate TEM-ul.

C. Determinarea distributiei granulometrice si a diametrului mediu prin metoda imprastierii dinamice a luminii DLS

CONCLUZII

1. Diametru hidrodinamic este cuprins intre 89-156 nm, acesta creste cu aditivarea cu polimeri aproape dublindu-se datorita sferie de hidratare formate in jurul particulelor de magnetita.
2. Diametru mediu este cuprins intre 64-102.19 nm, creste cu adaugarea de aditivi polimerici in timpul sintezei, diametru mediu maxim fiind obtinut pentru sinteza in care a fost utilizata PVP.

D. Caracterizari magnetice prin metoda VSM

CONCLUZII

1. Sinteza celor trei probe de oxizi de fier s-a facut conform metodei de coprecipitare Massart, raport molar de $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}=2/1$, concentratia molară a cationilor a fost de 0.3M. Ca agent de precipitare a fost utilizat amoniacul lichid $-(\text{NH}_3 \text{ de concentratie } 30\%)$, precipitarea a fost facuta la 70°C . Solutiile s-au mentinut pentru maturarea nanoparticulelor la 70°C si timp de 30 minute.
In urma caracterizarilor structurale si morfologice a probelor sintetizate au rezultatele urmatoarele aspecte:
2. Spectrele de absorbtie prezinta un maxim de absorbtie caracteristic al magnetitei la 330 nm, maxim care apare datorita absorbtiei si imprastierii radiatiei UV VIS de catre particulele magnetice ale magnetitei in suspensie.
3. Adaugarea de aditivi polimerici in timpul sintezei duce la modificarea maximului de absorbtie spre lungimi de unda mai mici, denumite in literatura de specialitate blueshift, (denumit si efect bathochromic), acestea se datoreaza scaderii dimensiunii particulelor.
4. Conform analizei spectrelor UV VIS au rezultat valori ale benzii interzise conforme cu literatura. Banda directa prezinta valori intre 1,38-2,41 eV iar banda indirecta prezinta valori intre 4,51 - 4.75-eV, valori specifice magnetitei.
5. Prin analiza difractie de raze X nu a fost posibila identificat magnetitei sau maghemitei, datorita faptului ca maximele de difractie sunt foarte apropiate in cazul magnetitei si maghemitei, structura cristalina este foarte asemanatoare. Din cauza modului de sinteza la temperaturi mici si in prezenta polimerilor probele sinterizate prezinta un grad mic de cristalinitate ce determina maxime de difractie care pot implica cele doua tipuri de structuri

cristaline apropiate de oxizi de fier. In aceste cazuri este necesara difractia de e asociate TEM-ul si SEM-ului.

6. Diametru hidrodinamic este cuprins intre 89 - 156 nm, acesta creste cu aditivarea cu polimeri aproape dublindu-se datorita sferei de hidratare formate in jurul particulelor de magnetita.
7. Diametrul mediu este cuprins intre 64-102,19 nm, creste cu adaugarea de aditivi polimerici in timpul sintezei, diametru mediu maxim fiind obtinut pentru sinteza in care a fost utilizata PVP.
8. Masuratorile magnetice au relevat ca magnetizatia de saturatie M_s de 48.91 emu/g (4026 Gs) pentru magnetita nefunctionalizata, scade pentru nanoparticulele magnetice sintetizate in prezenta polimerilor valorile fiind pentru PVP- M_s =35.59 emu/g (2929 Gs) respectiv SDS- M_s =39.31 emu/g (3236 Gs), datorita sferei de polimeri care se formeaza in jurul particulelor de magnetita si acestea nu prezinta caracteristici magnetice.

6.4 In cadrul proiectului s-a submis o lucrare BDI la jurnalul EEA (Electrotehnica, Electronica, Automatica), cu titlul: "Theoretical aspects on the ponderomotive forces", autor Dr. Ing. Mircea IGNAT.

Proiectul se continua cu urmatoarele obiective:

1. **Realizarea si experimentarea unui sistem inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice** descris in cadrul acestei faze;
2. **Sintetiza si caracterizarea de nanofluide magnetice** cu magnetizatia la saturatie de pina la 100 Gs, necesare experimentarii sistemului inovativ de pompare pentru nanofluide magnetice;
3. **Proiectarea unor noi tipuri de actuatori**, pe baza studiului general al teoremelor fortelor ponderomotoare implicind si legile de material, propus in cadrul acestei faze.

Astfel, s-a indeplinit obiectivul cu referire la tintele stabilite in cadrul proiectului.

Responsabil proiect

Dr. Ing. PISLARU-DANESCU Lucian