

Inovarea, sinonimă cu INCDIE ICPE-CA

În laboratorul nostru „Senzori, Actuatori și Harvesting Energetic” din cadrul INCDIE ICPE-CA se dezvoltă produse inovative, care fac obiectul unor invenții cu aplicații în diferite domenii actuale ale economiei. Prezentăm, în continuare, câteva dintre aceste produse.

■ Dr. ing. Lucian Pîslaru-Dănescu

Aparat pentru măsurarea rezistivității electrice a structurilor de rezistență din beton armat

Dezvoltarea durabilă presupune asigurarea unei durabilități cât mai ridicate și a unei siguranțe în exploatare sporite a structurilor de rezistență din beton armat ale construcțiilor civile și industriale. În acest context, investigarea, diagnoza și predicția stării de coroziune a structurilor din beton armat sunt de o importanță deosebită. Din studii recente de laborator și în teren a rezultat că există o foarte bună corelație între gradul de degradare fizică și chimică a betonului și rezistivitatea electrică a acestuia. Prin determinarea rezistivității betonului se poate crea o imagine complexă privind starea de degradare a structurilor din beton armat, prin localizarea zonelor cu degradări avansate din beton, a zonelor cu risc ridicat. În acest context, se prezintă un aparat specializat pentru determinarea rezistivității betonului din structurile de rezistență din beton armat aferente construcțiilor civile și industriale, realizat la ICPE-CA, fig. 1 (brevet nr. 129118 OSIM, cu titlul: „Aparat pentru măsurarea rezistivității electrice a structurilor de rezistență din beton armat”). Scopul final al acestor determinări este investigarea stării de degradare a unor structuri din beton armat.



Aparat pentru măsurarea viscozității dinamice a lichidelor prin metode ultrasonice

Viscozitatea este proprietatea fluidelor de a se opune deformațiilor (schimbării formei) prin dezvoltarea unor eforturi unitare tangențiale, care se opun mișcării. Pentru un lichid dat, viscozitatea dinamică a lichidelor este o mărime fizică puternic dependentă de temperatură. De exemplu, în cazul uleiului de transformator s-a constatat că operarea îndelungată la temperaturi mai mari de 75°C determină mărirea viscozității și oxidarea uleiului, provocând implicit micșorarea rigidității dielectrice. Supraîncălzirile și

descărcările electrice parțiale deteriorează uleiul de transformator, cauzând rupturi în moleculele acestuia, care duc la apariția hidrogenului și a hidrocarburilor ionice. Acestea se combină formând următoarele hidrocarburi gazoase: metan, etan, etilenă și acetilenă, mărind astfel posibilitatea de apariție a incendiilor la transformatoare. În acest context, existența unor dispozitive capabile să măsoare cu acuratețe viscozitatea dinamică a lichidelor de uz industrial își dovedește pe deplin utilitatea. O metodă inovativă de măsurare a viscozității dinamice a fluidelor, care are ca principal avantaj micșorarea semnificativă a timpului de măsurare, a fost dezvoltată prin activitățile de cercetare desfășurate în cadrul ICPE-CA. Sistemul de măsură realizat fără părți în mișcare, determină valoarea viscozității dinamice într-un timp scurt, de ordinul a câteva secunde. Traductorul pentru măsurarea viscozității dinamice în flux continuu utilizează două elemente active, realizate din materiale piezoceramice. Originalitatea sistemului constă în utilizarea a două pastile piezoelectrice, aflate la o anumită distanță una față de cealaltă și dispuse pe două fețe opuse ale unei incinte cu dimensiuni prestabilite, fig. 2 (brevet nr. 128865 OSIM, cu titlul: „Senzor piezoelectric de măsurare a viscozității dinamice și circuit de măsurare” și brevet nr. 129116 OSIM, cu titlul: „Senzor piezoelectric pentru determinarea viscozității dinamice a fluidelor”).

Prima pastilă piezoceramică produce oscilații mecanice de frecvență f_e și amplitudine A_e atunci când este excitată cu o tensiune dreptunghiulară de la un generator, utilizând efectul piezoelectric

invers, iar cea de a două pastilă piezoceramică, aflată la o anumită distanță de prima, preia undele mecanice ale lichidului și le transformă în impulsuri electrice, în concordanță cu mărirea vîscozității dinamice.

Aplicații: măsurarea vîscozității dinamice în flux continuu a uleiului de transformator utilizat ca agent de răcire la transformatoarele de mare putere; măsurarea vîscozității dinamice în flux continuu a combustibililor lichizi utilizați la motoare termice; măsurarea vîscozității dinamice în flux continuu a soluțiilor de laborator.

Elementele de acționare electrică sau actuatorile, așa cum sunt denumite în lucrările de specialitate recente, reprezintă subansamble ale elementelor de execuție cu utilizare în sistemele de reglare automată a proceselor. În prezent se impune o nouă clasificare a elementelor de acționare electrice. Plecând de la proprietățile fizico-chimice ale unor materiale active dezvoltate în ultimii ani, cum sunt: Vacodym (magnet din pământuri rare) NdFeB , Nitinol $\text{Ni}_x\text{Ti}_x\text{O}_x\text{C}_x$ (aliaj cu memoria forme), Terfenol D $\text{Tb}_{0.3}\text{Dy}_{0.7}\text{Fe}_{1.9}$ (aliaj magnetostrictiv) și PIC (zirconat titanat de plumb dopat cu niobiu), s-au dezvoltat noi elemente de acționare electrică.

Actuatori electromagnetici cu acțiune proporțională și cursă extinsă a echipamentului mobil

Actuatorul electromagnetic cu acțiune proporțională poate realiza deplasări liniare controlate ale echipamentului său mobil de până la 25 mm. În cazul actuatorilor electromagnetici cu acțiune proporțională, principiul modulației în lățime a pulsurilor (P.W.M.) poate fi utilizat la realizarea părții electronice de comandă. Excursia echipamentului mobil depinde de raportul dintre durata impulsului și perioada semnalului P.W.M., pentru o frecvență de lucru constantă. Echilibrul realizat în fiecare moment între forța electromagnetică F_{act} a actuatorului electromagnetic și forța elastică F_{el} a unui resort antagonist determină stabilirea unui punct de funcționare stabil. Au fost dezvoltate prin activitățile de cercetare

desfășurate în cadrul ICPE-CA mai multe modele de actuatori electromagnetici cu acțiune proporțională, Fig 3 cu aplicații la electroventile proporționale.

Actuatori magnetostrictivi

Cristalele de material ferromagnetic își schimbă forma când sunt introduse în

Fig. 1. Aparat destinat măsurării in situ a rezistivității electrice a structurilor de rezistență din beton armat. Caracteristici: măsurarea rezistivităților cuprinse în plaja $5 \Omega \div 100 \Omega$, indicarea optică a valorilor sub 5Ω și a celor peste 100Ω



Fig. 3. Actuatorul electromagnetic cu acțiune proporțională, caracteristici: excursia echipamentului mobil este de 0 – 15 mm; frecvența semnalului dreptunghiular, $f = 24 \text{ kHz}$, factorul de umplere reglabil, $k = 10\% - 90\%$, amplitudinea vârf la vârf $U_{p-p} = 24 \text{ V}$



câmp magnetic. Acest efect se numește efectul magnetostrictiv, descoperit de Joule în 1842. Dintre materialele magnetice, Terfenol-D a fost folosit cel mai des în construcția actuatorilor magnetostrictivi, ca material activ magnetostrictiv și prezintă la temperatura camerei magnetostrictivitate pozitivă cu $\lambda = 1000 \dots 2000 \text{ ppm}$ la intensități ale câmpului magnetic de $50 \dots 200 \text{ kA/m}$. Magnetostrictivitatea este, în general, un schimb reversibil de energie între forma de energie mecanică și forma de energie magnetică. Un curent prin bobină

produce un câmp magnetic care alungește tijă, în timp ce momentele magnetice se orientează pe direcția câmpului magnetic. Efectul este în special folosit la actuatorii magnetostrictivi. Magnetostrictivitatea este o trăsătură reversibilă de material. Raportul $\Delta l/l$ pentru materialul activ magnetostrictiv Terfenol-D este în gama de peste 1500 ppm, și poate ajunge la 4000 ppm la frecvența de rezonanță. Actuatorii magne-

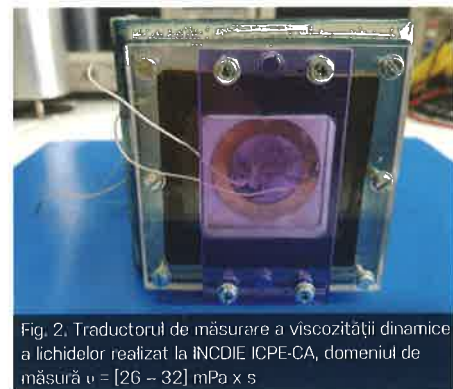


Fig. 2. Traductorul de măsurare a vîscozității dinamice a lichidelor realizat la INCDIE ICPE-CA, domeniul de măsură $v = [26 - 32] \text{ mPa} \times \text{s}$



Fig. 4. Motorul sonic magnetostrictiv, caracteristici: frecvența de oscilație a echipamentului mobil în intervalul $f = 0,5 \text{ Hz} - 12 \text{ kHz}$; în gama $0,5 \text{ Hz} - 100 \text{ Hz}$ se obțin forțe de până la 300N și amplitudini de până la $\pm 30 \mu\text{m}$; pentru domeniul $4 \text{ kHz} - 16 \text{ kHz}$ se obțin forțe de până la 100N și amplitudini de până la $3 \mu\text{m}$

tostrictivi oferă forțe mecanice foarte mari și un răspuns dinamic foarte bun, pentru frecvențe de până la 12 kHz. Motorul sonic magnetostrictiv fig. 4 (brevet nr. 129685 OSIM, cu titlul: „Motor sonic magnetostrictiv cu modul electronic de acționare” și cerere de brevet în curs de examinare nr. înregistrare A/00879/17.11.2014 OSIM, cu titlul: „Motor liniar magnetostrictiv”) are aplicații în domeniul microacțiunii, a sonicității, mecatronicii, în special în aplicațiile unde se impun forțe mari simultan cu deplasări mici, în injectia de

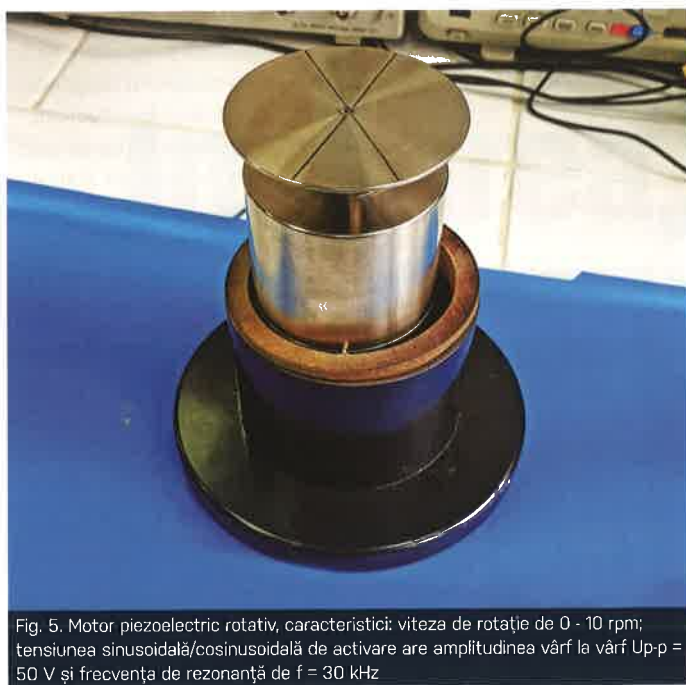


Fig. 5. Motor piezoelectric rotativ, caracteristici: viteza de rotație de 0 - 10 rpm; tensiunea sinusoidală/cosinusoidală de activare are amplitudinea vârf la vârf $U_{p-p} = 50$ V și frecvența de rezonanță de $f = 30$ kHz

combustibil pentru motoare termice de puteri mai mari de 350 kW, care să satisfacă normele de poluare Euro-5 și Euro-6, în robotică și în industria spațială.

Actuatori piezoelectrice

Fenomenul piezoelectric este cunoscut încă din anul 1880. Anumite tipuri de cristale dezvoltă o sarcină electrică atunci când sunt expuse la stres mecanic. În schimb, aplicarea unui câmp electric asupra unui cristal piezoelectric conduce la o deformare fizică în cristal. PZT (prescurtarea vine de la formula chimică $Pb(ZrTi)O_3$ pentru care polarizarea electrică se realizează prin deplasarea ionilor de Pb, Ti sau Zr din centrul structurii cristaline de oxigen) este ceramica piezoelectrică utilizată pe scară largă în actuatorii piezoelectrice. Actuatorii piezo pot oferi curse foarte mici precum și rezoluții extrem de fine, tipic sub un micrometru, dar este posibilă și o rezoluție de un nanometru, depinzând doar de modul cum sunt activați de către driver-ul specific asociat.

Motoarele piezoelectrice, fig. 5 (cerere de brevet în curs de examinare nr. înregistrare A/00874/23.11.2015 OSIM, cu titlul: „Motor piezoelectric rotativ cu dublu contact”) se alimentează în regim bifazat, prin aplicarea corespunzătoare a unei tensiuni sinusoidale și cosinusoidale care determină undele progresive de suprafață în cilindrul piezoceramic din componența acestora. Funcție de tipul

elementului piezoceramic gama de tensiuni vârf la vârf se află în intervalul 50 Vv - 1000 Vv. Vitezele de rotație nu exced 10 rpm (pentru frecvența de rezonanță), iar sensul de rotație se realizează simplu, prin inversarea polarizării cu o undă sinusoidală și/sau cosinusoidală.

Sistem de generare a energiei electrice prin conversie fotovoltaică, cu utilizarea celulelor fotovoltaice de Si policristalin acoperite cu un film nanostructurat de oxid de zinc (ZnO) cu proprietăți antireflexive

Activitățile de cercetare desfășurate în cadrul ICPE-CA din ultimii ani au vizat și aplicații de tip „captarea energiei din mediul înconjurător”, respectiv alimentarea cu energie electrică a consumatorilor din amplasamente izolate. Problematika rezolvată este asigurarea unui sistem de generare a energiei electrice care să permită o îmbunătățire a conversiei fotovoltaice la valori reduse ale radiației solare, prin intermediul unui procedeu de obținere acoperiri antireflexive cu film nanostructurat de oxid de zinc (ZnO), cerere de brevet în curs de examinare nr. înregistrare A/00297/17.05.2017 OSIM, cu titlul: „Sistem de generare a energiei electrice prin conversie fotovoltaică și procedeu de obținere acoperire antireflexivă”.

Transmisia luminii în celulele fotovoltaice de Si policristalin este îmbunătățită datorită multiplelor reflexii ale luminii în „structura capcană” realizată de acoperirea antireflexivă cu film nanostructurat de oxid de zinc (ZnO).

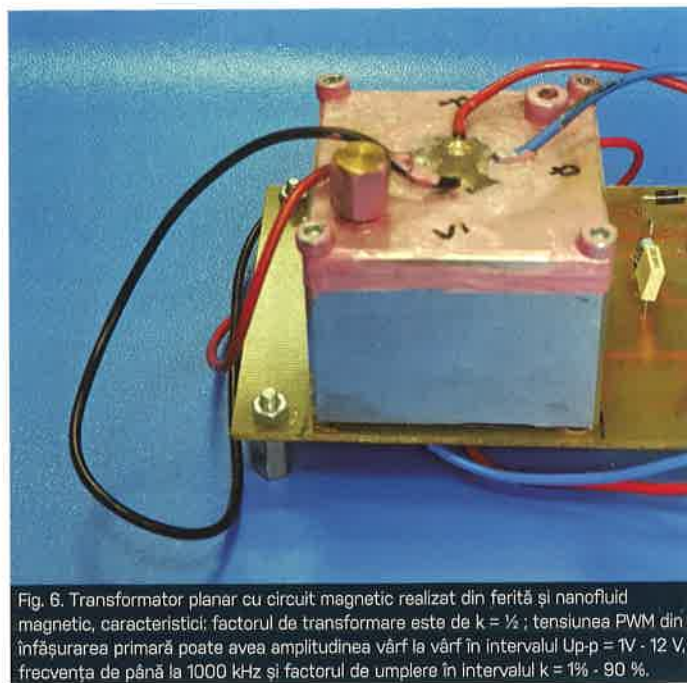


Fig. 6. Transformator planar cu circuit magnetic realizat din ferită și nanofluid magnetic, caracteristici: factorul de transformare este de $k = \frac{1}{2}$; tensiunea PWM din înfășurarea primară poate avea amplitudinea vârf la vârf în intervalul $U_{p-p} = 1V - 12$ V, frecvența de până la 1000 kHz și factorul de umplere în intervalul $k = 1\% - 90\%$.

Transformatorul planar cu circuit magnetic realizat din ferită și nanofluid magnetic pentru aplicații de Harvesting energetic

Este utilizat în circuite electronice ca transformator separator în convertoare DC/DC, în aplicații de tip „Energy Harvesting”. Utilizarea unui nanofluid magnetic specific, cu magnetizația de saturație ridicată, între 500 Gs și 1000 Gs, ca miez lichid, parte a circuitului magnetic, elimină toate întrefierurile și liniile de câmp magnetic de dispersie. Realizarea unui cuplaj magnetic îmbunătățit se obține prin forma constructivă a bobinelor planare. Utilizarea miezurilor magnetice din ferită permite extinderea domeniului de frecvență de până la 1000 kHz. Nanofluidul magnetic este obținut prin metoda co-precipitării reprezentând o suspensie coloidală de nanoparticule de magnetită Fe_3O_4 acoperite cu un strat de surfactant acid oleic și dispersate în ulei de transformator, cu caracteristică magnetică ce permite o magnetizație de saturație între 500 Gs și 1000 Gs, iar fracția volumică a feritei se găsește în intervalul 22-24%, (cerere de brevet în curs de examinare nr. înregistrare A/00713/07.10.2016 OSIM, cu titlul: „Transformator planar cu nanofluid magnetic”).