



# TEHNOLOGII SI ECHIPAMENTE MODERNE PENTRU DIAGNOSTICAREA ECHIPAMENTULUI ELECTROENERGETIC . EXPERIENTA ROMANIEI

Dan Zlatanovici, Rodica Zlatanovici, Cristinel Cicirone, Gheorghe Olteanu si Vasile Anghelescu  
ICEMENERG Bucuresti, Romania

**Rezumat** –In ultimii ani s-a dezvoltat pe plan mondial o adevarata industrie de instrumente virtuale, capabile sa realizeze masurarea celor mai diverse tipuri de marimi: electrice, magnetice, termice, mecanice etc. Un instrument virtual este un aparat de masura realizat software – intr-un mediu de programare dedicat, care are si o parte hardware compusa din: traductoare de masura, un adaptor de semnale, o placa de achizitie si un calculator PC portabil eventual cu o imprimanta portabila. Astfel se pot crea de la instrumente simple la adevarate standuri de incercari, pe care insa nu se vor afla zeci de aparate de masura si sunt portabile.

Utilizarea acestor instrumente virtuale mai are avantajul ca rezultatele masuratorilor intra direct in baze de date care sunt prelucrate apoi cu programe de diagnoza si mentenanta predictiva. In lucrare se prezinta cateva metode off-line si on-line, noi de masura si diagnoza, dezvoltate de ICEMENERG direct pe baza instrumentatiei virtuale si aplicate la generatoarele electrice de mare putere: determinarea starii miezului statoric utilizand inductii mici, determinarea starii de consolidare radiala a barelor statorice in crestaturi, pe baza raspunsului in frecventa la o excitatie mecanica, determinarea limitelor de functionare in regim capacitiv a generatoarelor electrice, determinarea caracteristicilor frecventa - putere ale reguletoarelor de turatie. De asemenea se fac referiri si la aplicatii pentru alte echipamente.

**Cuvinte cheie** – generatoare electrice, masuratori, instrumentatie virtuala

## 1. INTRODUCERE

In ultimii ani s-a dezvoltat pe plan mondial o adevarata industrie de instrumente virtuale, capabile sa realizeze masurarea celor mai diverse tipuri de marimi (de exemplu electrice, magnetice, mecanice, de mecanica fluidelor, etc).

Un instrument virtual este un aparat de masura realizat software. Desigur, instrumentul virtual foloseste si o parte hardware, dar care este comuna pentru orice tip de instrument software. Practic, realizarea instrumentului virtual este reprezentata de scrierea unui program care sa indeplineasca toate cerintele utilizatorului. Marea calitate a instrumentatiei virtuale este flexibilitatea sa, intrucit instrumentul, odata realizat, poate fi modificat si completat imediat conform necesitatilor, fara a fi nevoie nici macar de o surubelnita si, evident, fara nici o cheltuiala.

Instrumentele virtuale prezentate in aceasta comunicare sunt realizate in mediul de dezvoltare LabVIEW, al

firmei National Instruments. Schema bloc a unui instrument virtual este prezentata in fig. 1. Semnalele preluate de la traductoarele de masura sunt introduse intr-un adaptor de semnale, care poate reprezenta un amplificator, un filtru, un separator galvanic, etc. Semnalele astfel conditionate sunt trimise la o placa de achizitie de date, tip DAQ Card 700 sau 1200, integrata sau nu in calculator, care realizeaza conversia analog / digitala a semnalelor si multiplexarea lor. Placa de achizitie a semnalelor poate avea intrari analogice si digitale, iesiri analogice si digitale, numarator de evenimente, ceas, numarator porturilor si rolul lor diferind in functie de complexitatea placii de achizitie. Placa de achizitie are si un driver, care se instaleaza pe hard-discul calculatorului. De aici incolo, calculatorul se poate programa pentru a efectua orice fel de operatii si calcule cu datele achizitionate, incepind de la simple operatii aritmetice si continuind cu algebra liniara, cu derivari si integrari, filtre de numaroase tipuri, rezolvare de ecuatii integro-diferentiale, analiza Fourier (FFT), etc. Imprimanta este optionala, ea poate tipari fise de masuratori.

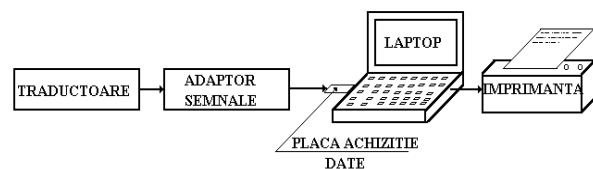


Fig. 1 - Schema bloc a unui instrument virtual

In acest mod se pot crea instrumente simple, dar si adevarate standuri de probe, pe care insa nu se vor afla zeci de aparate mai mult sau mai putin precise, mai mult sau mai putin potrivite cu ceea ce doresti sa se masoare si mai mult sau mai putin compatibile intre ele, ci numai o cutiuta (adaptorul de semnale) si un calculator care, pe langa ca nu permite sa se faca greseli, va oferi o precizie de masurare incomparabila cu precizia aparatelor clasice. In plus, exista posibilitatea sa se salveze datele masurate si sa fie reanalizate, comparate sau sa fie prelucrate cum si cind se doreste.

Pe ecranul calculatorului, instrumentele virtuale se prezinta intrutotul asemanator cu aparatele "reale"; ele au butoane de pornire / oprire, cadrane de afisaj analogic sau numeric, ecrane de osciloscop, potentiometre de

alegere a scarilor de masura si de reglaj, butoane de trigger, dar si termometre, recipienti cu lichide, etc. Toate se manevreaza la fel ca si in cazul aparatelor clasice, dar cu ajutorul mouse-ului.

Sistemul de dezvoltare LabVIEW este un sistem de programare pe obiecte, iar obiectele cu care se lucreaza sunt chiar instrumentele pe care utilizatorul doreste sa la foloseasca. Oricand se poate aduce pe "standul virtual de probe" unul sau mai multe aparate, fara a se cauta cheia de la magazia de aparate, fara a cauta cabluri de alimentare, sau fara a avea surpriza ca aparatul este plecat cu alta echipa sau este defect. Dimpotriva, o intreaga magazie de aparate se va gasi intr-o cutie de diskete, sau pe hard-discul calculatorului, de unde se poate "lua" si folosi oricand orice aparat.

In continuare se prezinta cinci aplicatii ale acestei tehnologii realizate de ICEMENERG si utilizate in mod curent in activitatea de nasuratori si expertizare.

## 2. DIAGNOZA STARII MIEZULUI STATORIC AL GENERATOARELOR ELECTRICE, PE BAZA METODEI CU INDUCTIE MICA

In contrast cu metoda "clasica" de testare a starii fierului, care implica incalzirea statorului intr-un cimp magnetic de excitatie cu inductia de 1 - 1,5 T, metoda cu inductii mici (denumita ELCID), utilizeaza inductii de numai 4 - 6 % din inductia nominala a generatorului si se bazeaza pe efectul electromagnetic al curentilor de defect si nu pe efectul lor termic. Se evita astfel incalzirile periculoase ale fierului in timpul probelor, utilizarea de tensiuni si curenti foarte mari, consumul mare de energie electrica. Se utilizeaza curenti de citiva amperi si o sursa de maxim 3 kVA. Metoda permite detectarea tuturor imperfectiunilor si defectelor miezului statoric, indiferent pozitia lor, in dinte sau in jug.

Echipamentul, denumit PROFIM, se compune din urmatoarele subansamble:

- partea de excitatie, formata dintr-un autotransformator reglail de 18 -50 A (in functie de tipul generatorului -turbo sau hidro), si o bobina de excitatie a iezului statoric cu 7-10 spire din cablu monofilar de 6 mm<sup>2</sup>.

- partea de masura formata din un traductor de masura, un traductor de referinta si un traductor de pozitie, un amplificator de semnale cu amplificare variabila si cu bloc de filtrare; semnalele astfel conditionate sunt achizitionate si prelucrate de catre calculatorul laptop, cu ajutorul instrumentelor virtuale, care le si afiseaza sub forma grafica si numerica digitala; traductorul de masura si cel de pozitie sunt asezate pe un carucior care este deplasat de-a lungul fiecarei crestaturi a statorului, scanandu-se astfel intregul miez; pe ecranul calculatorului se poate urmari permanent pozitia traductorului de masura in interiorul statorului si starea tolor.

- partea de calcul, formata din placa de achizitie de date, calculatorul laptop, imprimanta si software specializat

Functiile pe care le realizeaza instrumentul virtual al echipamentului PROFIM sunt:

efectueaza achizitia de date analogice provenite de la traductoarele de masura;

efectueaza conversia marimilor analogice in marimi

digitale, pe care apoi le prelucreaza;

afiseaza on-line marimile care caracterizeaza defectele in fierul statoric, intr-o forma foarte accesibila si intuitiva;

deschide fisiere in care memoreaza datele prelucrate;

poate chema fisierele de date prelucrate, pe care le afiseaza sub forma de spectre, pentru a fi analizate in vederea diagnosticarii starii fierului;

poate tipari spectrele masurate, pe lungimea fierului statoric, pentru fiecare dinte statoric si temogramele corespunzatoare.

In figura 2 se prezinta echipamentul utilizat iar in figura 3 un exemplu de spectre ale marimi de control in care se vede existenta unui defect major in fier.



Fig.2 - Echipamentul PROFIM pentru proba fierului cu inductie mica

Un program specializat, introduce rezultatele fiecarei masuratori intr-o baza de date, proprie pentru fiecare generator electric si se poate urmari evolutia in timp a starii miezului, pentru fiecare pachet de tole in parte.

In cazul depistarii unor defecte, pe baza spectrelor masurate se stabileste tehnologia de reparatie; in acest caz, echipamentul permite monitorizarea on-line a reparatiei care se executa.

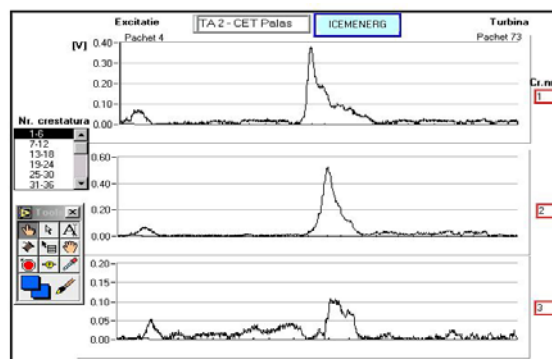


Fig. 3 - Spectre ale marimii de control masurate de-a lungul a 3 crestaturi la proba fierului cu inductie mica

## 3. DIAGNOZA STARII DE IMPANARE RADIALA A BOBINAJULUI STATORIC

Asigurarea unei impanari radiale corecte a barelor statorice ale generatoarelor este o conditie esentiala pentru mentenanta infasurarii statorice; in cazul unei impanari slabe, barele vibreaza in crestatura, apare deteriorarea mecanica a izolatiilor barei si ale crestaturii,

urmata de aparitia descarcarilor pariale si in cele din urma apare punerea la masa statorica sau scurtcircuitul intre spirele aceleiasi faze sau a doua faze diferite, cu urmari uneori catastrofale pentru infasurarea statorica.

In prezent, in Romania, verificarea impanarii corecte a penelor in crestaturile statorice se face in mod empiric, prin ciocanirea penelor de catre o persoana cu urechea formata in acest. Daca pana suna "a plin", ea era considerata ca fiind bine consolidata; daca suna "a gol", pana era considerata neconsolidata. Dupa ascultarea sunetelor a si sute de pene, acuitatea auditiva operatorului se diminueaza foarte mult si acesta nu mai poate deosebi, in mod real, penele "bune" de penele "rele". Rezultatul acestui mod de verificare nu poate fi consemnat in nici un fel intr-un buletin de incercari si nu prezinta garantie, deoarece are un caracter cu totul subiectiv.

Pe plan mondial verificarea impanarii radiale a penelor se face prin masurarea raspunsului penei la aplicarea unei lovituri controlate si exista criterii foarte precise pentru aprecierea corectitudinii impanarii.

Echipamentul denumit WOODY, prezentat in fig.4, este compus din:

- partea de excitatie formata din ciocanelul electromagnetic, care loveste penele cu intensitate constanta, cu frecventa de 10 lovituri/s; acesta se fixeaza magnetic pe miezul statoric, pozitionat pe fiecare pana;

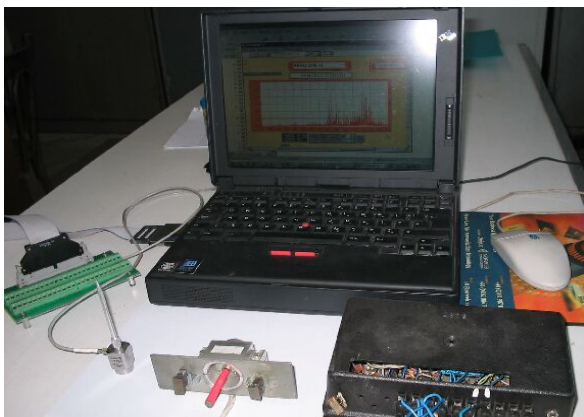


Fig.4 - Echipamentul pentru verificarea consolidarii penelor in crestatura statorica

- partea de masura, formata din traductorul de vibratii, accelerometru, traductorul de pozitie si blocul pentru conditionarea ;

- partea de calcul formata din placa de achizitie de date, calculatorul laptop, imprimanta si software specializat.

Principial, metoda WOODY consta in aplicarea pe fiecare pana a unor lovituri cu o forta si o frecventa controlate de catre un ciocanel electromagnetic. Un traductor de vibratii (accelerometru) capteaza raspunsul in vibratii al penelor la loviturile ciocanelului electromagnetic; semnalul accelerometrului, amplificat, este achizitionat de catre placa de achizitie de date, trimis apoi in calculator, unde, un instrument virtual afiseaza in timp real aspectul semnalului brut, il prelucreaza efectuand analiza armonica a raspunsului vibratoriu, calculeaza spectrul de putere al armonicilor si afiseaza valoarea medie a spectrului de putere ale trenurilor de

vibratii, concomitent cu pozitia de-a lungul crestaturii. Aceste valori prelucrate sunt trimise intr-un fisier, in care sunt memorate. Din acest fisier, datele pot fi extrase si analizate, in vederea aplicarii criteriilor de verificare a impanarii. Spectrul de putere al armonicilor pentru o pana "buna" este fundamental deosebit de cel pentru o pana "rea", astfel incat sistemul califica imediat si absolut obiectiv calitatea impanarii.

Rezultatele se prezinta sub forma unei harti a penelor, utilizand un cod de culori pentru a indica starea penelor: consolidata, consolidata partial, neconsolidata.

Instrumentul virtual are urmatoarele functii:

- efectueaza achizitia de date de la traductoarele de masura;
- efectueaza conversia marimilor analogice in marimi digitale, pe care apoi le prelucreaza;
- afiseaza on-line valoarea marimii care caracterizeaza starea penei;
- deschide fisiere in care memoreaza datele prelucrate;
- converteste marimea care caracterizeaza starea penei in functie de criteriul de apreciere intr-un cod de culori;
- afiseaza harta desfasurata a penelor cu indicarea starii penelor.

In felul acesta, metoda si echipamentul WOODY permite evaluarea starii de impanare radiala a bobinajului statoric, si permite adoptarea unei decizii privind reimpanarea partiala sau totala sau confirmarea starea buna a unei impanari.

#### 4. DIAGNOSTICAREA STARII IZOLATIEI BOBINAJULUI STATORIC SI EMITEREA DE RECOMANDARI PENTRU MENTENANTA

Metoda foloseste ca date de intrare rezultatele masuratorilor on-line de descarcari pariale (DP) efectuate la izolatia statorica a hidrogeneratoarelor cu metoda PDA LITE; masuratorile se pot face numai la hidrogeneratoarele care au montate traductoare (cuploare) tip EMC, si utilizand analizorul de descarcari pariale PDA IV LITE produs de firma IRIS Power Engineering Inc. (Canada). Traductoarele au iesiri la o cutie de borne, fixata pe carcasa. Pentru efectuarea masuratorilor, se conecteaza analizorul PD IV LITE la cutia de borne, si la un laptop cu doua software specializate si care sunt livrate odata cu tot sistemul. Software PD Lite asigura comanda analizorului si colectarea datelor masurate iar software PD View permite vizualizarea si tiparirea fisierelor de date.

Aparatul vizualizeaza marimile masurate sub forma unor diagrame in doua si trei dimensiuni care evidentiaza caracteristicile impulsurilor de DP si afiseaza valorile absolute ale unor marimilor caracteristice ale DP precum si trendul lor. Se poate tipari un protocol cu aceste date.

ICEMENERG a elaborat un program de calcul, denumit IDOC 1.0, in mediul de dezvoltare LabVIEW, si care preia toate valorile masurate de analizorul PD IV LITE si le prelucreaza in vederea stabilirii unui diagnostic al starii izolatiei statorice la un moment dat, evidentierea, daca exista a unui defect in izolatie si recomanda operatii de mentenanta necesare. Evident ca precizia

diagnosticarii creste, cu cat numarul de masuratori este mai mare.

Criteriile pentru diagnosticarea starii izolatiei si corespondenta cu masurile de mentenanta au fost elaborate pe baza experientei indelungate in domeniu al colectivului de elaborare, si pe baza informatiilor obtinute direct de la furnizorul echipamentului.

Programul dispune de o baza de date pentru toate hidrogeneratoarele care au montate cuploarele de masura si care contine valorile rezultatelor masuratorilor, culesse direct de la centralele hidroelectrice sau de la firma care a efectuat masuratorile.

Programul este utilizat pentru expertizarea starii hidrogeneratoarelor electricea laturi de alte masuratori si permite fundamentarea deciziilor privind lucrarile de mentenanta pentru izolatia bobinajului statoric.

In figura 4 se prezinta un exemplu de instrument virtual utilizat de programul IDOC 1.0. Se observa in fereastra din partea stanga sus lista hidrogeneratoarelor din baza de date iar in fereastra din partea dreapta jos , afisat diagnosticul si lucrarile de mentenanta recomandate.

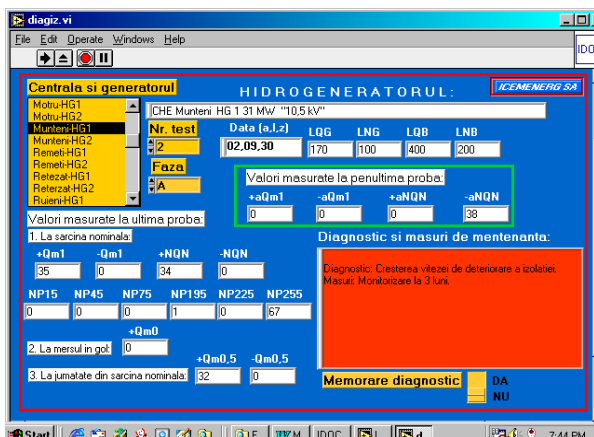


Fig. 5 - Exemplu de instrument virtual pentru programul IDOC 1.0 utilizat la un hidrogenerator

## 5. DETERMINAREA DIAGRAMEI PQ REALA SI A BENZILOR DE REGLAJ SECUNDAR DE TENSIUNE

Diagrama PQ (putere activa - putere reactiva) delimiteaza domeniul de functionare al generatoarelor electrice.

Diagrama PQ teoretica este o diagrama electrica, determina pe baza parametrilor nominali ai generatorului. Diagrama PQ reala, este o diagrama termica in care curbele teoretice principale reprezinta izoterme ale temperaturilor maxime admisibile ale diferitelor parti active ale generatorului.

In cazul ideal, cele doua diagrame sunt practic identice. In cazul generatoarelor cu un numar mare de ore de functionare, si cu regimuri grele de functionare (in varf de sarcina, in regim de reglaj continuu frecventa-putere, etc) cele doua diagrame nu mai sunt identice. Diagrama PQ reala devine mai restrictiva, din cauza starii de imbatranire a elementelor active.

In regim normal de functionare generatoarele electrice produc putere activa si putere reactiva. De asemenea ele au posibilitatea de a absorbi din sistem energia reactiva,

generata de liniile de inalta tensiune, care functioneaza descarcat. Aceaste posibilitati sunt utilizate, in special de hidrogeneratoarele electrice pentru a furniza "serviciul de sistem de reglaj secundar al tensiunii".

Pe diagrama PQ reala se delimiteaza asa zisele benzi de reglaj secundar, respectiv zonele in care se considera ca generatoarele pot furniza serviciul de sistem respectiv. Determinarea limitelor termice ale diagramei PQ reale se face cu o metoda experimental-teoretica.

Limita termica in regim inductiv se determina prin masurarea temperaturilor statorului si rotorului cu traductoarele de masura existente. Limita termica in regim capacitiv, se determina prin masurarea inductiilor magnetice si a temperaturilor pe suprafata dintilor statorici frontali cu traductoare specali montati in acest scop, si calcularea incalzirilor in toata masa dintelui. Masuratorile se fac cu generatorul functionand in regimurile respective.

Echipamentul, denumit POS-TEMP, realizat pe baza instrumentatiei virtuale, permite efectuarea masurarii inductiilor si temperaturilor indicate de traductoarele montate in prealabil si efectuarea calculului respective. De asemenea masoara temperaturile indicate de traductoarele de temperatura existente.

Echipamentul se compune din (fig.6):

- bloc de conditionare a semnalelor de la traductoarele de masura pentru parametrii electrici ai regimului de functionare;
- bloc de conditionare a semnalelor de la traductoarele de inductie (minibobine sonda);
- bloc de conditionare a semnalelor de la traductoarele de temperatura (termocuple si termorezistente);
- sistem de achizitie de date;
- calculator laptop;
- software specializat pentru prelucrarea semnalelor respective pentru calculul distributiei incalzirilor si a limitelor termice.

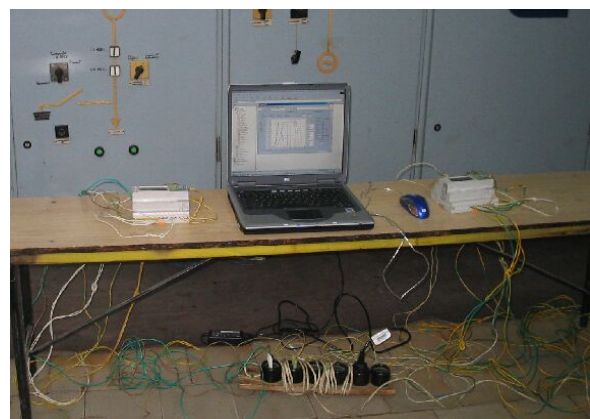


Fig. 6 - Echipamentul pentru determinarea diagramei PQ

Instrumentele virtuale au urmatoarele functii:

- achizitia de date on-line a marimilor de la traductoarele de masura;
- prelucrarea acestor marimi;
- afisarea on-line a marimii si a formelor de unda a inductiilor magnetice si a valorii temperaturilor;
- calculul inductiilor, a pierderilor si a incalzirilor in nodurile unei retele de discretizare a dintelui statoric si a

limitei termice;

- calculul si afisarea valorilor temperaturilor statorului si rotorului
- afisarea isotermelor, a curbelor de variatie a incalzirilor cu parametrii de regim (putere activa, putere reactiva);
- determinarea limitelor termice de functionare in regim inductiv si capacitiv, trasarea si afisarea diagramei PQ reala;
- calculul si trasarea pe diagrama PQ a limitei de stabilitate statica;
- stabilirea si trasarea pe diagrama PQ a benzilor de reglaj secundar Q1, Q2.

stocarea in memorie a datelor masurate si calculate calculate;

In figura 7 se prezinta un exemplu in care diagrama PQ teoretica si reala difera foarte mult, cu efect la limitarea benzilor de reglaj secundar.

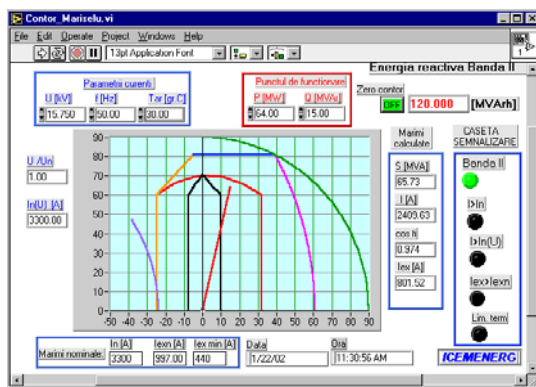


Fig 7 - Instrumentul virtual pentru trasarea diagramei PQ teretice si reale si a benzilor de reglaj secundar

## 6.DETERMINAREA PERFORMANTELOR RAV ALE HIDROGENERATOARELOR

Verificarea performantelor reguletoarelor automate de viteza (RAV) ale hidrogeneratoarelor se face periodic, si este importanta pentru a determina capabilitatea hidrogeneratoarelor de a asigura serviciul de sistem de reglaj frecventa-putere activa. Verificarile se fac prin introducerea unor perturbatii artificiale in canalul de reactie al RAV de la un generator de frecventa de precizie si in ridicarea caracteristicii dinamice frecventa – putere. Din aceasta caracteristica se determina domeniul de reglaj, banda de insensibilitate, statismul, timpul de reactie, timpul de mentinere, etc. Conditiiile de precizie a masuratorilor, pentru frecventa  $\pm 10$  mHz , timpul intre doua masuratori 10 ms, au impus utilizarea unui sistem digital. In figura 8 se prezinta un exemplu de caracteristica frecventa-putere.

Echipamentul, denumit RAV-HG, utilizat se compune din:

- un modul electronic pentru conditionarea semnalului de frecventa, care consta intr-un divizor de frecventa in raportul 1:4 si un adaptor de nivel de tensiune;
- sistem de achizitie de date cu frecventa maxima de esantionare de 100 kHz;
- un calculator laptop si o imprimanta;
- un software specializat.

Pachetul de instrumente virtuale indeplineste urmatoarele functii:

- achizitia de date on-line: semnalul de frecventa de la modulul de conditionare a acestuia si semnalul de putere activa de la traductorul de putere din centrala
  - calculul on-line al frecventei si a puterii active
  - afisarea on-line a evolutiei in timp a semnalelor achizitionate si prelucrate, sub forma grafica de tip osciloscop
  - stocarea in memorie a datelor calculate
  - redarea off-line a datelor inregistrate, sub forma grafica de tip osciloscop.
- Precizia de masurare a frecventei, realizata cu sistemul constituit din modulul electronic, calculator si pachetul software este sub  $\pm 5$  mHz.



Fig. 8 - Caracteristica frecventa-putere in cazul unei perturbatii de  $-200$  mHz

## 7. UTILIZAREA INSTRUMENTATIEI VIRTUALE SI LA ALTE ECHIPAMENTE

Metodele de masura prezentate se refera strict la generatoarele electrice turbo sau hidro si ICEMENERG le utilizeaza pe scara larga pentru diagnosticarea starii generatoarelor electrice. Acasta diagnosticare se face fie pentru stabilirea lucrarilor de mentenanta (de la mentenanta simpla, la modernizari si reabilitari totale) fie pentru calificarea acestora pentru furnizarea de servicii de sistem (reglaj de tensiune, reglaj frecventa putere) fie pentru verificarea conditiilor de racordare la retea.

Trebuie metionat ca ICEMENERG se utilizeaza metode similare pentru masuratori in vederea diagnozei si a altor echipamenete energetice cum ar fi transformatoarele, intreruptoarele, etc.

De exemplu , pentru evaluarea cantitativă a conținutului de umezeală a izolației complexe (hârtie-ulei) a transformarelor de mare putere , pe baza factorului de polarizare , se foloseste echipamentul din fig. 9. Metoda consta in a se ridica spectrul de polarizare al unei izolatii, din care apoi se determina valoarea constantei de timp dominante a fenomenelor de polarizare si care de fapt reprezinta factorul de polarizare. Pe baza factorului de polarizare determinat se poate face o apreciere cantitativa a continutului de umiditate din izolatia solida, realizata pe baza de celuloza, a schemelor de izolatie ale transformatoarelor de putere.

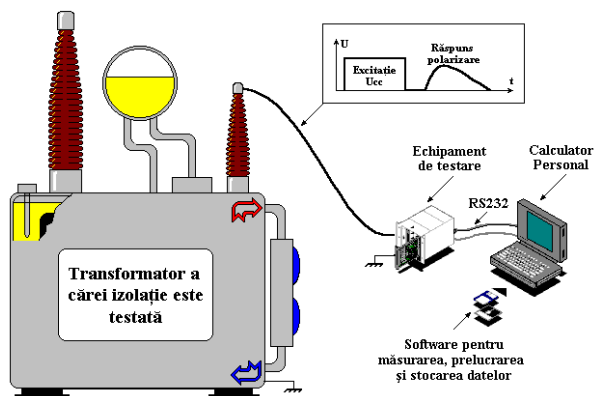


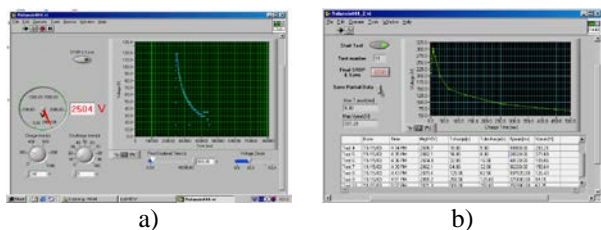
Fig. 9 - Schema de principiu a echipamentului pentru evaluarea cantitativa a continutului de umezeala a izolatiei de hartie a transformatoarelor

Inercarea presupune 4 etape:

- incarcarea schemei de izolatie care urmeaza sa fie testata, prin aplicarea unei tensiunii continue, aleasa intre 0 și 2500 V, cu o durata de timp de incarcare aleasa intre 0.1 s și 10000 s
- descarcarea circuitului, respectiv scurtcircuitarea schemei izolatiei testate, timpul de descarcareputand fi reglat fi reglat la dorinta operatorului sau fixat la jumatare din timpul de incarcare.
- masurarea tensiunii de revenire produse de fenomenele de polarizare ale unor componente ale materialului izolat al schemei de izolatie, care au ramas incarcate cu o anumita energie, si care determina creșterea rapida a unei tensiuni reziduale; se determina maximul tensiunii de revenire, care apoi scade incet spre zero.
- perioadei de relaxare, in care se scurtcircuiteaza schema de izolatie pentru descarcarea completa.

Echipamentul consta din aparatul de testare, de mici dimensiuni care executa practic incercarea si pachetul de instrumente virtualecare comanda incercarea si achizitioneaza datele si prelucreaza informatiile respective si afiseaza rezultatul diagnozei.

In fig.10 se prezinta instrumentele virtuale pentru comanda incercarii (a) si pentru afisarea rezultatului(b) i



Fi.g. 10. Instrumentele virtuale pentru comanda incercarii (a) si pentru afisarea rezultatului(b)

Metoda este aplicata uzual la toate transformatoarele si autotransformatoarele de inalta tensiune si mare putere.

Un alt exemplu este instalatia pentru diagnosticarea echipamentelor de comutatie: intreruptoare cu cu mecanisme cu resort, cu SF6, cu ulei, cu aer, separatoare, mecanismesii dispozitive de actionare.



Fig.10 - Echipamentul pentru diagnosticarea echipamentului de comutatie

## 7. CONCLUZII

Utilizarea instrumentatiei virtuale in tehnica masuratorilor asigura o precizie sporita fata de metodele clasice. De asemenea reduce substantial volumul echipamentelor de masura necesare si timpul de prelucrare a marimilor masurate. Pe parcursul masuratorilor se pot viziona rezultatele parțiale, deja prelucrate. La incheierea probelor se pot emite imediat buletine de incercari care contin concluziile diagnozei respective. Rezultatele masuratorilor raman pe suport electronic si pot fi pastrate pe dischete sau CD-uri. In articol s-au prezentat numai cateva aplicatii ale instrumentatiei virtuale, utilizate uzual, in prezent, de catre ICMENERG insistandu-se inspecial pe cele pentru masuratori la generatoarele de mare putere. In sens larg, instrumentatia virtuala ofera posibilitatea de a masura, supraveghea sau controla orice fel de parametri in modul cel mai comod și economic cu putinta.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Zlatanovici R., Ivan M., Ispas M , *Instrumentatie virtuala pentru masuratori si diagnoza in cadrulactivitatii de mentenanta preventiva si predictiva*. Simposiunul Modernizarea echipamentelor din centralele hidroelectrice UCM Resita, 1998, Rap. III-4
- [2] Ridley K.G., *EL CID – Aplicatiun and Analysis* ADWEL International Ltd, Unity Print, Great Britain, 2000, 129 p
- [3] Zlatanovici R., Zlatanovici D., Oprea T., IvanM. *Monitoring and diagnosis method for laminations made magnetic cores status*, Travaux du premier atelier scientifique franco-canadiano-roumain, Bucarest, UPB,1997 , rap.IB-2
- [4] Zlatanovici D. *Metoda experimentala directa pentru determinarea sollicitarilor termice si magnetice din dinte frontal statoric al generatoarelor aflate in exploatare*. Rev. Energetica nr. 9, 1983, p.412-417.
- [5] Zlatanovici D., Velicu S., Engster F., Mihailescu D., Moraru A.: Tehnologies pour le diagnostic, gestion de données et prédiction en temps réel aux turbo alternateur. Proceedings of the CIGRE, Paris, 1996, Rapp.11-204,
- [6] Zlatanovici D., Budulan P, Zlatanovici R., *Assessment of Hydrogenerators Capacity to Provide the System Service of Voltage Control in the Secondary Band*. Proceeding of Power Tech 2003 Bologna Italy, june 2003, , rap. BPT 03-170
- [7] Zlatanovici D. *Determinarea starii izolatiei echipamentelor electrice*, Editura ICMENERG Bucuresti, 2003, 200 pag, ISBN 973-861636-0
- [8] Zlatanovici D., Budulan P., Cicirone C. *Procedura cadru de verificare a conditiilor de racordare la rețeaua electrica de transport a producatorilor si consumatorilor de energie electrica*. Rev. Energetica, 2002 , vol.50, nr.12, p.527
- [9] Cicirone C., Zlatanovici R., Budulan P.,Zlatanovici D., *Performantele de reglaj primar frecventa-putere ale hidrogeneratoarelor, in contextul functionarii sistemului energetic romanesc interconectat cu UCTE*, Rev. Producerea,

Transportul si Distributia Energiei Electrice si Termice, nr.10, 2003

- [10] Anghelescu V., Grigorescu S., Brezoianu V., Vlad A., Stanila C., *Sistem pentru evaluarea cantitativa a continutului de umezeală a izolatiei complexe (hartie-ulei) a unitatilor de transformare, bazata pe determinarea factorului de polarizare*. Buletinul tehnico-stiintific al ICEMENERG, 2004, pag. 11-15
- [11] Manea I., Nestor M., *Metodologie si instalatie pentru diagnosticarea echipamentului electric de comutatie*. Buletinul tehnico-stiintific al ICEMENERG, 2003, pag. 78-85



**Prof. dr. ing. Dan Zlatanovici** s-a nascut in Aiud, judetul Alba la data de 05.11.1942. A absolvit in anul 1969 Facultatea de Electrotehnica la Universitatea Politehnica Bucuresti. A obtinut in anul 1987 titlul de doctor in stiinte tehnice la Universitatea Politehnica Bucuresti. A lucrat numai la ICEMENERG, din anul 1969 unde, in prezent, este cercetator stiintific gradul 1 si Secretar Stiintific. Din anul 1998 este

profesor universitar titular la Facultatea de Inginerie Electrica, Universitatea Valahia din Targoviste. Este membru roman in Comitetul de studii Al Masini Electrice Rotative al CIGRE. Domeniile principale de competenta sunt: metode de calcul a campurilor electromagnetice, generatoare electrice (regimuri, izolatii, diagnoza), managementul proiectelor, marketing. A publicat 120 titluri (7 carti, 39 articole in reviste si 74 comunicari la sesiuni stiintifice in tara si strainatete).



**Ing. Rodica Zlatanovici** s-a nascut la 26.02.1947 in Bucuresti. A absolvit in anul 1969 Facultatea de Electrotehnica la Universitatea Politehnica Bucuresti. A lucrat in perioada 1969-1991 la ICPE Bucuresti si din anul 1992 la ICEMENERG unde, in prezent, este cercetator stiintific gradul 1 si sefa de sectie. A fost distinsa cu medalia Meritul Stiintific. Domeniile principale de competenta sunt: proiectare si calculul

micromasinelor electrice speciale, regimuri functionale si diagnoza pentru generatoarele electrice de mare putere (hidro si turbo). A publicat 53 titluri (14 articole si 39 comunicari la sesiuni stiintifice in tara si strainatete)



**Ing. Cristinel Cicirone** s-a nascut la 17.09.1949 la Pascov judetul Buzau. A absolvit in anul 1972 Facultatea de Energetica, sectia Electroenergetica la Universitatea Politehnica Bucuresti. A lucrat numai la ICEMENERG, din anul 1972 unde, in prezent, este cercetator stiintific gradul 2. Domeniile principale de competenta sunt: studiul regimurilor de functionare, determinare performante

si diagnoza pentru sisteme de excitatie, reglatoare automate de tensiune si reglatoare automate de turatie, pentru generatoarele electrice de mare putere (hidro si turbo). A publicat 18 titluri (4 articole si 14 comunicari la sesiuni stiintifice in tara si strainatete)



**Ing. Gheorghe Olteanu** s-a nascut la 1.08.1946 la Suici, judetul Arges. A absolvit in anul 1969 Facultatea de Electrotehnica la Universitatea Politehnica Bucuresti. A lucrat in perioada 1969-1971 la Combinatul Petrochimic Pitesti, in perioada 1971-1972 la Intreprinderea de motoare Electrice Pitesti, in perioada 1973-1990 la Electroarges Curtea de Arges, in perioada 1991 -1997 la MIR, in perioada 1997-2001 la Luxten, in perioada

2001-2003 la MEC si din anul 2004 la ICEMENERG unde, in prezent, este director general. Domeniile principale de competenta sunt: proiectare si calculul masinelor electrice de cc si ca, corpuri de iluminat, instrumentatie virtuala, management energetic. A publicat 11 titluri - articole si comunicari la sesiuni stiintifice in tara si strainatete.



**Ing. Anghelescu Vasile** s-a nascut in Bucuresti la data de 19.05.1948. A absolvit in anul 1973 Facultatea de Electrotehnică la Universitatea Politehnica Bucuresti. A lucrat numai la ICEMENERG din anul 1973 unde, in prezent, este cercetator stiintific gradul 1. Domeniile principale de competenta sunt: transformatoare electrice de putere și maaură si aparataj de comutatie de inalta tensiune (regimuri, izolatii, diagnoza),

incercari de inalta tensiune. A publicat 42 titluri - articole si comunicari la sesiuni stiintifice in tara si strainatete.