

Monitorizarea si diagnosticarea transformatoarelor si autotransformatoarelor de putere

Introducere

Pentru majoritatea companiilor de electricitate, tendinta folosirii echipamentelor existente, la parametrii optimi, cu un coeficient ridicat de siguranta, asociata cu asimilarea noilor tehnologii este de mare actualitate si in continua ascensiune. in scopul reducerii riscului de avariere a celor mai scumpe echipamente din cadrul sistemului energetic, transformatoarele de putere, este necesara monitorizarea functionarii acestora, colectand si prelucrand informatii detaliate despre starea transformatoarelor, putandu-se astfel prevedea o eventuala avariere a acestora. Rezultatul acestei monitorizari este marirea duratei de viata a transformatoarelor prin:

- supravegherea, foarte stricta, pe toata durata functionarii;
- imbunatatirea metodelor de diagnosticare;
- intensificarea cercetarii in domeniul diagnosticarii transformatoarelor.

În conformitate cu aceste noi orientari se actioneaza, din ce in ce mai mult, pentru repararea (reabilitarea) transformatoarelor la locul de montaj si nu in fabrica constructoare sau la o alta unitate specializata, in scopul reducerii cheltuielilor de deplasare a transformatorului la fabrica constructoare, precum si pentru micșorarea timpului de retragere temporara din exploatare (perioada transportului si cea a stationarii la fabrica).

Obiective

Evident, trebuie facuta distinctie intre monitorizare si diagnosticare. Monitorizarea inseamna achizitie de date, conditionarea semnalelor de la senzori si dezvoltarea modelelor pentru determinarea starii transformatoarelor. Diagnosticarea este pasul urmator monitorizarii si cuprinde interpretarea datelor masurate „off-line” si „on-line”. Monitorizarea sta la baza diagnosticarii, dar, fara diagnosticare, datele masurate nu au nici o valoare. in prezent, astfel de metode si sisteme de monitorizare sunt dezvoltate de institutetele specializate de cercetare, de fabricile constructoare si chiar de utilizatori.

Un sistem de monitorizare a transformatorului trebuie sa satisfaca anumite cerinte. În primul rand sistemul de monitorizare trebuie proiectat pentru o functionare de lunga durata si pentru o siguranta sporita, in concordanta cu durata de viata a transformatoarelor (uneori peste 20 de ani). Bineinteles, trebuie asigurata o relatie rezonabila intre costurile instalarii si eficienta monitorizarii. in al doilea rand, monitorizarea trebuie sa asigure informatii pentru o estimare foarte sigura a duratei de viata, ramasa, a transformatorului. Bineinteles, ne putem pune urmatoarea intrebare: *“Care este eficienta reabilitarii transformatoarelor din exploatare, echipate cu sistemele de monitorizare?”*. Pentru a raspunde la aceasta intrebare trebuie amintite doua aspecte:

1. Riscul defectarii unui transformator creste dupa 10 ani de functionare, astfel ca un sistem de avertizare este strict necesar;
2. Avand in vedere pretul ridicat al achizitionarii unui nou transformator si chiar al unei reparatii (in functie de defect), necesitatea introducerii unui sistem de monitorizare si diagnosticare, in combinatie cu o protectie rapida si eficace este pe deplin justificata.

Obiectivele urmarite prin proiectarea, realizarea si implementarea unui sistem de monitorizare si diagnosticare sunt:

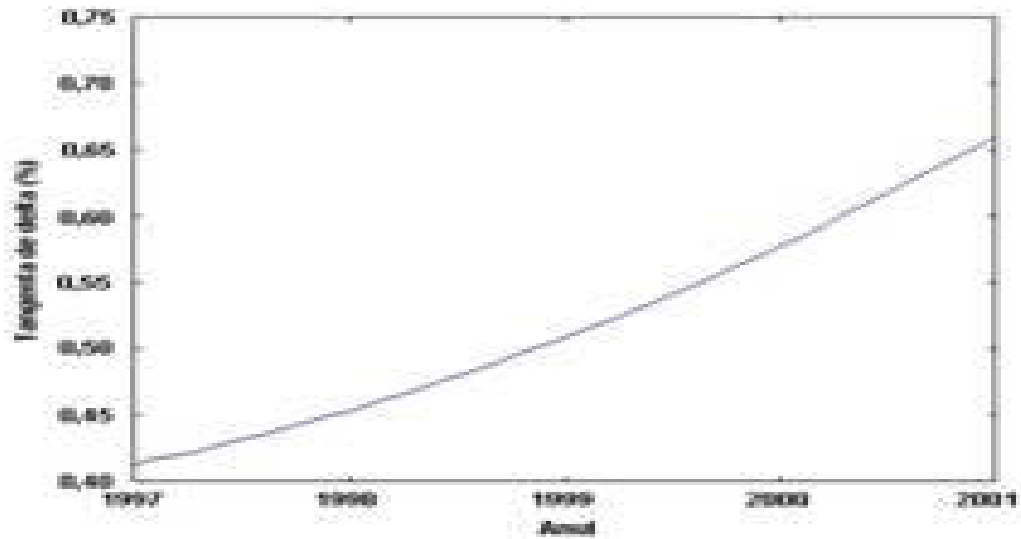
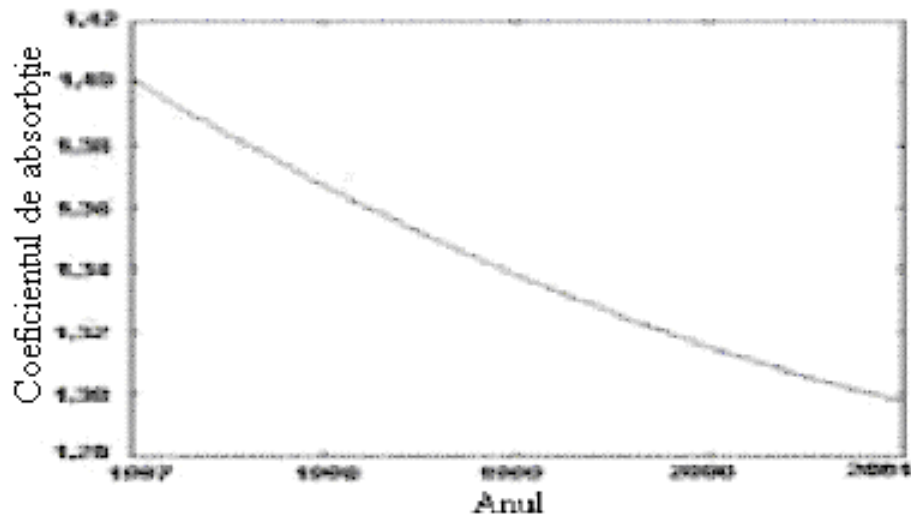
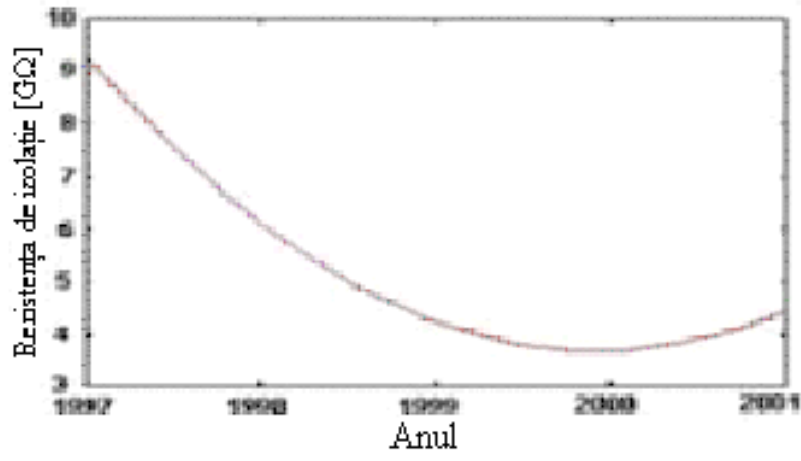
a. Monitorizarea „on-line” a unui transformator sau a mai multor transformatoare cu functionare in regim permanent, aflate intr-o statie electrica de transformare, prin care se asigura:

- determinarea incarcarii transformatorului si a puterii tranzitate;
- masurari de parametri in regim tranzitoriu;
- determinarea imbatranirii termice;
- determinarea conditiei de izolatie (continutul de gaz si umiditate);
- eficienta sistemului de racire;
- determinarea variatiei volumului de ulei;
- stabilirea conditiilor de functionare a pompelor si a ventilatoarelor;
- stabilirea starii izolatoarelor de trecere;
- automatizari si protectii;
- determinarea raspunsului in frecventa;
- determinarea zgomotului si a spectrului de vibratii;
- determinarea nivelului descarcarii pariale;
- analiza multirezolutie a curentului sau a tensiunii;
- determinarea fortelor electrodinamice si a solicitarilor locale;

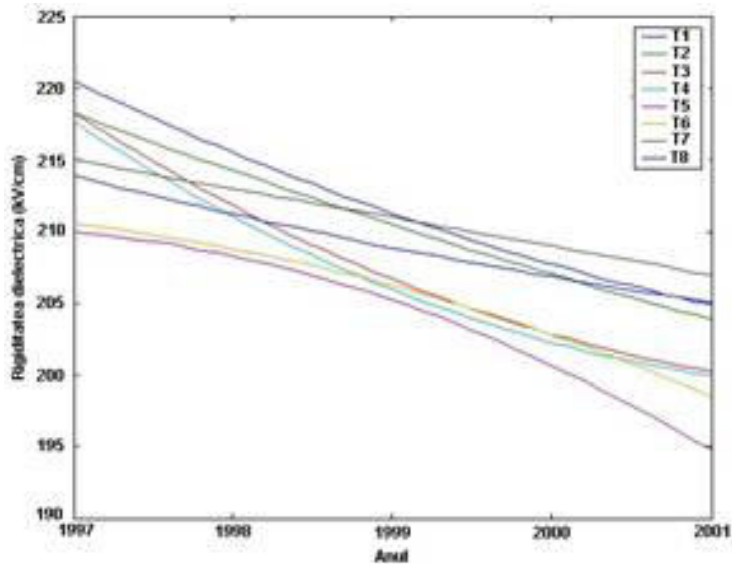
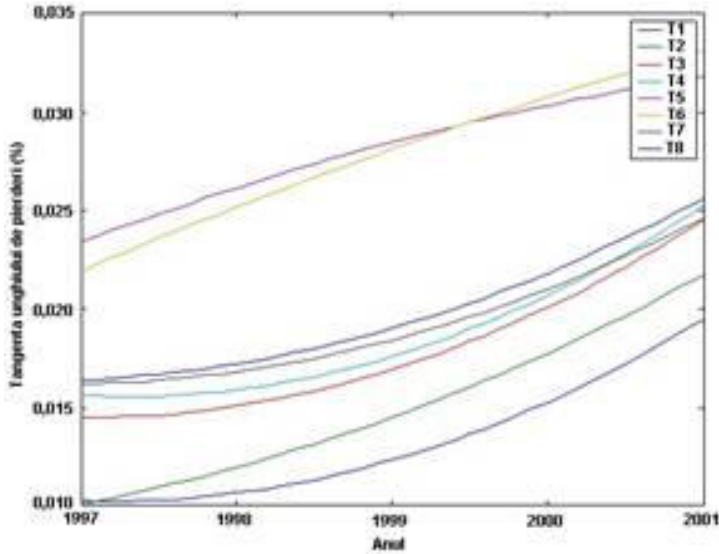
b. Monitorizarea „off-line” a transformatorului in scopul determinarii starii acestuia in exploatare, prin introducerea de la consola, a rezultatelor masurarilor efectuate off-line; in acest fel se asigura:

- determinarea starii izolatiei transformatorului;
- determinarea starii infasurarilor;
- determinarea starii comutatorului de ploturi.

Cateva exemple de monitorizare „off-line” a starii izolatie sunt prezentate in figurile alaturate.



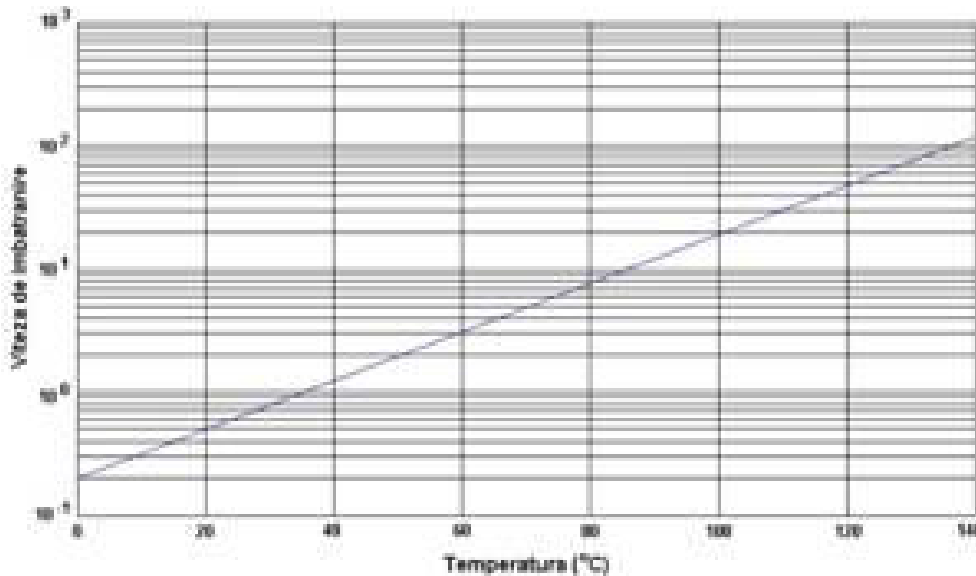
Evolutia in timp a unor parametri pentru un transformator avand urmatoarele caracteristici: putere aparenta $S=25$ MVA, raport de transformare $k=110/20$ kV, tensiune de scurtcircuit $u_k=10.3\%$, grupa de conexiuni Y_0d-11 , TTUS-NS, an de punere in functiune: 1979. Transformatorul se caracterizeaza prin scaderea rezistentei de izolatie (sub valoarea minima acceptata), cresterea tangentei unghiului de pierderi si scaderea coeficientului de absorbtie, datorita cresterii continutului de umiditate a izolatiei solide si a deteriorarii parametrilor uleiului electroizolant



Evolutia in timp a rigiditatii dielectrice si a tangentei unghiului de pierderi dielectrice pentru mai multe transformatoare. Se constata scaderea rigiditatii dielectrice si cresterea tangentei unghiului de pierderi dielectrice ale uleiului electroizolant.

b. Predeterminarea rezervei de viata a transformatorului, inspectarea regimurilor de functionare, reprezentarea variatiei in timp a marimilor masurate si analizei evolutiei parametrilor transformatorului. Determinarea duratei de viata se va face luand in considerare urmatoarele elemente:

- vitezei relative de degradare termica a izolatiei;
- incarcarea transformatorului si timpul de functionare la incarcarea respectiva;
- timpul de atingere a limitelor parametrilor masurati.



Curba vietii pentru un transformator; exemplu :10 h la 104°C si 14h la 86°C rezulta $(10 \times 2) + (14 \times 0.25) = 23.5h$ de viata pentru o functionare in timp de 24h; este important de mentionat ca mai jos de 80°C consumarea vietii poate fi considerata neglijabila

d. Achizitia valorilor marimilor electrice in regim de avarie pentru analiza cauzelor avariei si evaluarea starii functionale a transformatorului.

e. Supravegherea permanenta a functionarii transformatorului, comutatorului de prize, ventilatoarelor, pompelor, precum si a aparaturii de comanda si control.

f. Avertizarea si, eventual, transmiterea unor comenzi corespunzatoare de schimbare a regimului de functionare, in cazul in care valorile limita admisibile sunt depasite.

g. Stabilirea comenzilor pentru actionarile electrice, ale comutatorului de prize, ventilatoarelor si pompelor, in functie de regimul de sarcina respectiv si de temperaturile specifice ale transformatorului.

Marimi achizitionate „on-line” pentru un transformator

Se preconizeaza achizitionarea a cel puțin 50 de marimi diferite, grupate dupa cum urmeaza:

1. Tensiunile de linie primare si secundare (6), curentii de linie primari si secundari (6), puterea electrica in primar si secundar (2), energia electrica transformata intr-un interval de timp (1), frecventa (1), curentii prin conductoarele de legatura la masa (2).

2. Temperaturile uleiului in diferite zone ale transformatorului ale infasurarilor si miezului (6), continutul de gaze (1), umiditatea uleiului (1) si a aerului din conservator (1), nivelul uleiului (2), viteza uleiului prin radiatoarele de racire, temperaturile uleiului la intrarea si la iesirea din radiatoare (8);

3. Zgomotele si vibratiile transformatorului, presiunea in cuva si sollicitarile mecanice ale cuvei in regim anormal de functionare (8).

4. Curentii de descarcari partiale in izolatoarele de trecere pe partea de inalta tensiune (4) .

Sisteme supervizate sunt: infasurarile; izolatiile complexe; comutatorul de prize pentru reglajul tensiunii; ventilatoarele si pompele de racire ale uleiului; automatizarile si protectiile.

Elementele hardware si software ale sistemului de monitorizare si diagnoza

Elementele **hardware** principale ale sistemului de monitorizare sunt: un calculator industrial PC, un sistem modular de achizitie de date, senzori si traductoare, module pentru conditionarea semnalelor si conversia analog-digitala, interfete seriale pentru achizitia/transmisia de la/la distanta a datelor. Pentru controlul monitorizarii se foloseste un **calculator industrial** fiabil si rezistent la conditiile de mediu, dar cu toate functiile specifice unui sistem de calcul avansat. Acesta indeplineste cerintele standardelor pentru temperaturi ridicate si scazute, ploaie, umezeala, ceata salina, nisip/praf, altitudine ridicata, socuri si vibratii, interferente electromagnetice, cadere de la 1 m si siguranta in exploatare. **Placile de achizitie de date**, fiecare cu 16 intrari analogice simple sau 8 diferentiale, asigura o precizie ridicata, determinata de rezolutia convertorului analog/numeric. Placile respective mai sunt prevazute si cu opt intrari/iesiri digitale si doua numaratoare/ temporizatoare pe 24 de biti. Placile sunt conectate printr-o **interfata seriala RS-485**, fiecare in parte, si cu o interfata convertoare bidirectionala RS-485 ↔ RS-232. **Blocul de conditionare**, care asigura interfatarea cu senzorii si traductoarele, contine circuite electronice de conditionare, cu amplificatoare, filtre si convertoare de intrare, precum si surse de alimentare individuale. Circuitele de conditionare sunt izolate galvanic, asigurandu-se separarea in curent continuu, atat a intrarilor fata de iesiri, cat si a canalelor de intrare intre ele. Toate circuitele de conditionare si de alimentare sunt amplasate intr-o cutie metalica etansa, de constructie speciala, care realizeaza protectia la factorii de mediu (umiditate, praf, socuri, interferente etc.)

Sistemul de monitorizare poate fi conceput in doua versiuni: intr-o prima versiune, calculatorul si sistemul de achizitie de date sunt amplasate in celula de transformator; cealalta versiune presupunand amplasarea calculatorului in camera de comanda, sistemul de achizitie de date fiind amplasat langa transformator, intr-un compartiment special

amenajat, cu incalzire si ventilatie, pentru a evita conditiile climatice extreme. În acest ultim caz, poate fi folosita o interfata seriala RS-232 izolata optic, pentru a elimina interferentele. Datorita structurii sale modulare, sistemul de monitorizare poate fi echipat conform cerintelor clientilor: se poate mari sau mica numarul de senzori, fapt care determina numarul si tipurile modulelor de achizitie de date.

Baza **software** pentru monitorizare este mediul de dezvoltare grafic LabVIEW, sub Windows. Cu ajutorul acestui program se creaza si interfata utilizator, prin intermediul seturilor de instrumente grafice de care dispune pachetul grafic LabVIEW. **Aplicatia software** preia marimile de intrare, le formateaza si le inscrie in fisiere impreuna cu datele de configurare a masurarii si cu informatiile de timp. Aplicatia de monitorizare lucreaza sub orice sistem de operare Windows pe 32 de biti. in varianta finala, aplicatia se prezinta sub forma unui fisier direct executabil ce poate rula independent.

Principalele functii pe care le indeplineste sunt urmatoarele:

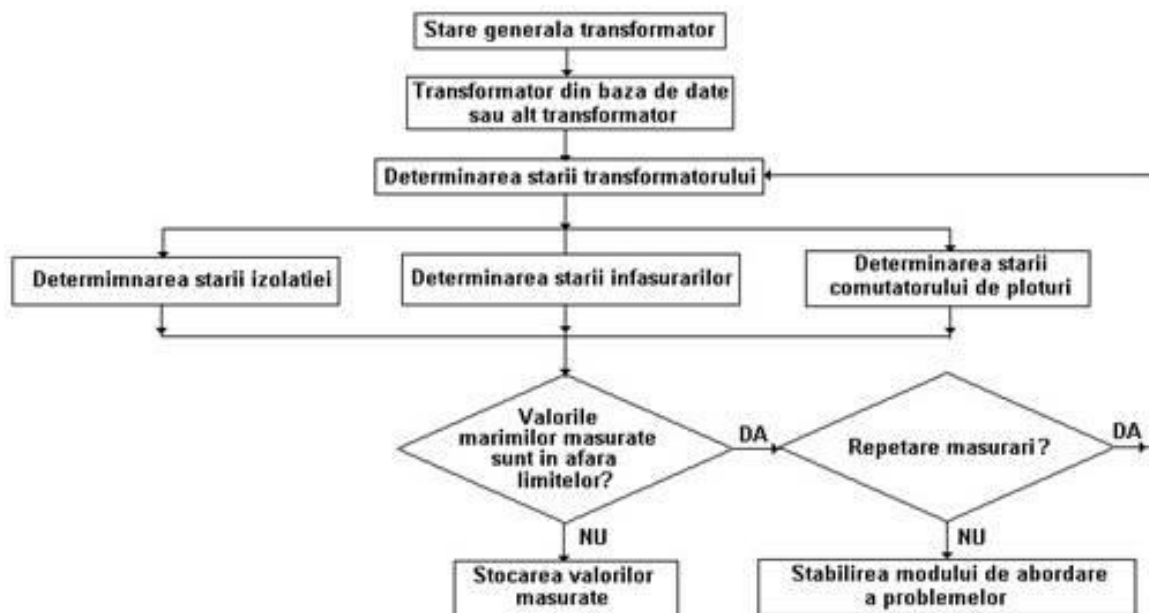
- permite accesul selectiv in program, pe baza unei parole;
- utilizatorul poate stabili intervalele de timp la care se fac culegerea datelor si afisarea valorilor masurate;
- realizeaza conversia valorilor masurate (curenti si tensiuni de la traductoare) in marimi caracteristice (temperaturi, presiuni, umiditati etc.), conform unui algoritm care tine cont de caracteristicile lantului de masura;
- permite salvarea pe harddisk a marimilor masurate si a altor informatii cerute de beneficiar;
- afiseaza in timp real marimile masurate;
- transmite comenzile numerice pentru electronica suplimentara (de configurare a intrarilor blocului circuitelor de conditionare).

Stocarea datelor analogice sub forma binara este foarte compacta si asigura o viteza de lucru sporita, dar consuma din resursele sistemului si ridica probleme deosebite la decodificare. Din acest motiv, pentru programul de monitorizare s-a adoptat folosirea unui format de tip text. Avantajul incontestabil al acestui tip de fisiere consta in usurinta cu care poate fi "descifrat" si convertit in alte formate de date, tocmai datorita structurii interne simple, standardizate. intr-adevar, utilitarele de sub Windows si aplicatiile MS Office recunosc fisierele de date de tip ASCII drept documente, astfel ca marimile inregistrate pot fi preluate de alte programe, pentru afisare, prelucrare etc. Fisierele ce contin inregistrările marimilor sunt corespunzatoare fiecărei sesiuni de masurari. Lungimea lor depinde de mai multi factori: durata masurarilor, rata de citire etc.

Prelucrarile matematice ale datelor permit sa se tina cont de coeficientii de calibrare pe fiecare canal de intrare sau sa se efectueze conversia de unitati de masura. Valorile brute sau informatiile procesate pot fi afisate grafic sub diferite forme, care sa permita o apreciere globala a evolutiei parametrilor. Modalitatile de afisare incep cu grafice simple, in functie de timp, suprapuse, si pot ajunge la reprezentari complexe, tridimensionale, ale marimi inregistrate (coloane vazute in spatiu, suprafete ce indica tendintele de evolutie a marimilor etc.)

În esența, programul de monitorizare este structurat astfel:

- (a) o prima etapă este achiziția datelor la un anumit moment de timp și calcularea marimilor derivate (putere, pierderi, conținut de gaze în ulei etc.). Pentru fiecare dintre ele se stabilesc limite permise;
- (b) în etapa următoare se stabilește dacă una sau mai multe valori măsurate se află în afara limitelor; în situația existenței unor astfel de valori se porneste o procedură de alarmare, care constă din două sub-etape: mai întâi se creează un fișier de alarmă care conține informațiile despre valorile alarmante măsurate în ultima oră înainte de eveniment, apoi, opțional, se execută transmiterea informațiilor de avertizare și la alte computere (de exemplu, la dispecer), prin modem sau satelit;
- (c) în final, după procedura de alarmare, și nu numai, se face o verificare dacă s-au înregistrat valorile marimilor pe durata întregului interval de măsură (stabilit de comun acord cu beneficiarul); în caz afirmativ este pornită procedura de diminuare a datelor: se reține o singură valoare a fiecărei mărimi măsurate, adică valoarea medie a mărimii măsurate de-a lungul intervalului de timp stabilit. Un algoritm simplificat al aplicației software pentru monitorizarea transformatoarelor electrice de putere este prezentat în figura alăturată.



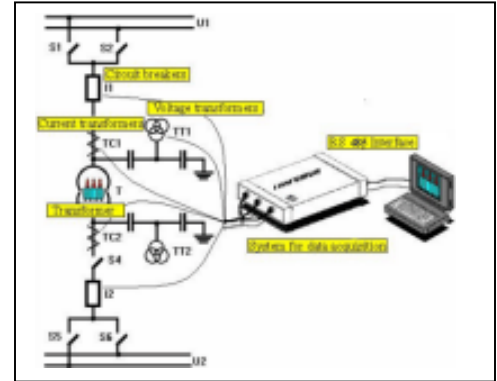
Sistem complex pentru monitorizarea on-line a transformatoarelor de putere din exploatare

TRAFOMON reprezintă un sistem pentru monitorizarea on-line a transformatoarelor de putere din exploatare, care permite:

1. *Monitorizarea on-line a maximum 47 mărimi de intrare* (12 analogice și 35 de stare) ce caracterizează funcționarea unui transformator de putere din exploatare și anume

- tensiunile primare sau secundare (3);
- curenții primari și secundari (6);
- temperatura uleiului (1);
- temperatura aerului ambiant (1);
- frecvența tensiunii rețelei (1);
- nivelul uleiului în conservator (2);
- starea de funcționare a :

- releului Buchholz (2);
- supapelor de suprapresiune (1)
- pompelor (5) și ventilatoarelor (15) sistemului de răcire;
- releului de presiune al comutatorului de reglaj(1);
- echipamentului de protecție contra incendiului de tip Serge sau similar (1);
- sistemelor de monitorizare a izolației trecerilor izolate tip condensator (2);
- întreruptoarelor în celulele aferente transformatorului (6).



2. *Monitorizarea on-line, prin prelucrare software, a:*

- temperaturii înfășurării în punctul cel mai cald;
- consumului de viață din punct de vedere termic;
- duratei de funcționare a pompelor și a ventilatoarelor aferente sistemului de răcire – totală sau între revizii;
- puterii aparente.

3. *Sesizarea și alarmarea în cazurile de funcționare în regim de suprasarcină.*

4. *Luarea de decizii de protecție în cazul în care TRAFOMON detectează funcționarea cu sistemul de răcire oprit sau în caz de suprasarcini.*

5. *Vizualizarea pe ecranul PC-ului a mărimilor analogice rezultate, sub formă de tablou de aparate analogice și /sau digitale.*

6. *Stocarea temporară a datelor*, transferul acestora la PC (folosind interfața RS 485) și construcția unei baze de date.

Echipament pentru diagnosticarea transformatoarelor prin metoda tensiunii de revenire

Aparatul NOVA-RVM este destinat controlului gradului de umezire a izolației transformatoarelor de putere și a bobinelor de reactanță shunt din exploatare, utilizând polarizarea de curent continuu a ansamblului dielectric hârtie-ulei.

Procesul de măsurare presupune aplicarea pe durata T_c a unei tensiuni continue în plaja 200-2500V, urmată de scurtcircuitarea sistemului pe durata T_d , ceea ce duce la descărcarea sarcinilor acumulate și la punerea în evidență a sarcinilor polare datorate prezenței moleculelor de apă în ansamblul dielectric.

Mărimile măsurate de aparat:

- timpul de încărcare (T_c);
- timpul de descărcare (T_d);
- timpul de revenire (T_r);
- tensiunea de revenire (U_r);
- tensiunea de excitație.

RVM.

Facilități oferite de structura hardware:

- vizualizarea datelor setate, a rezultatelor măsurărilor, a diagramelor, a parametrilor și a instrucțiunilor pentru utilizator; conectarea sau deconectarea aparatului la/de la rețeaua de alimentare cu energie electrică;
- apelarea informațiilor despre funcționarea aparatului;
- setarea datei și orei când se fac măsurătorile;
- activarea procedurilor automate de măsurare;
- activarea procedurilor speciale de măsurare;
- părăsirea în orice moment a unui program de măsurare;
- selectarea parametrilor, datei, numelui de identificare a fișierului, contrastului ecranului;
- comanda diverselor funcții și afișarea acestora pe ecranul curent;



Figura 7.2. Aparatul NOVA-RVM.

- tipărirea rapoartelor de încercare pentru măsurători unice și pentru serii de măsurători;
- conectarea la PC (interfața serială RS 232C), conectarea aparatului la obiectul de încercat (conexiune pentru cablu triaxial), conectarea aparatului la sursa de alimentare cu energie electrică prin intermediul unor filtre;
- protecția la scurtcircuit interior;
- rejecție a semnalelor de 50 Hz și mai mari la intrarea în aparat: minimum 60 dB.

Facilități oferite de programele software:

- identificarea obiectului încercat (transformator, bobina de reactanță, etc.) și afișarea pe ecran;
- identificarea datei și a locului investigației și afișarea pe ecran;
- identificarea izolației investigate (de ex. IT JT + T + m) și afișarea pe ecran;
- identificarea umidității relative a mediului ambiant în timpul investigației și afișarea pe ecran;
- setarea condițiilor de încercare și afișarea lor pe ecran: tensiunea de încărcare (U_c), timpul de încărcare (T_c), raportul T_c/T_d , timpul maxim (T_{rmax}) până la care tensiunea de revenire ajunge la valoarea maximă (U_{rmax}), durata procesului de măsurare a tensiunii de revenire (U_r), pașii de timp la măsurarea tensiunii de revenire;
- setarea modului de lucru (în regimul automat aparatul permite măsurarea și determinarea mărimilor U_{rmax} , T_{max} , dU_r/dt pentru următoarele valori ale timpului de încărcare comutate automat: 0,020s, 0,050s, 0,100s, 0,200s, 0,500s, 1,00s, 2,00s, 5,00s, 10,00s, 20,00s, 50,00s, 100,00s, 200,00s, 500,00s, 1000,00s, 2000,00s, 5000,00s, în condițiile setării unei valori constante pentru raportul T_c/T_d);
- setarea regimului de lucru automat pentru ridicarea diagramei $U_r = f(T_r)$ pentru un anumit raport T_c/T_d ;
- determinarea în regim de lucru automat a dependenței $U_{rmax} = f(T_c)$, $dU_r/dt = f(T_c)$, $T_{vârf} = f(T_c)$, pentru un anumit raport T_c/T_d și prezentarea rezultatelor sub forma de tabele și/sau grafice;
- setarea posibilității de măsurare a rezistențelor de izolație la $T_c = 15$ s, $T_c = 60$ s, $T_c = 120$ s, $T_c = 250$ s, $T_c = 500$ s, $T_c = 600$ s;
- autotestarea aparatului din punct de vedere al influențelor perturbatoare;

- posibilitatea de a citi fișiere cu înregistrări anterioare, de a șterge înregistrarea curentă sau cele anterioare, de a tipări rezultatele măsurărilor sub forma de tabele și/sau grafice precum și de a selecta parametrii de tipărire.

Sistem pentru monitorizarea on-line a trecerilor izolate aferente transformatoarelor de putere

Sistemul SMT -2 monitorizează starea trecerilor izolate de tip condensator aferente transformatoarelor de putere din exploatare, măsurând curentul care trece prin sistemul izolant al acestora.

La modificarea parțială sau totală a izolației uneia din cele trei treceri izolate (treceri ce aparțin uneia din înfășurările transformatorului și sunt cuplate la aceeași rețea trifazată), în suma curenților echilibrați inițiali apare o componentă de frecvență industrială la care reacționează sistemul SMT - 2.

Sistemul SMT - 2 realizează:

- măsurarea curentului de dezechilibru în limitele 0,001 și 1 A, rejecția perturbațiilor de armonică trei corespunzătoare unei atenuări de minim 100 ori;
- semnalizarea pentru pragul de acționare reglabil între 0,001 și 0,1A în 100 trepte , cu o temporizare reglabilă între 0,1 si 9,9 s, cu memorizare și anulare manuală, acționarea unui releu intermediar la

depășirea pragului de semnalizare;

- declanșarea pentru pragul de acționare între 0,001 și 1A, reglabil în 100 trepte, cu o temporizare reglabilă între 0,1 si 9,9 s, afișare, memorizare și anulare manuală, acționarea unui releu intermediar la depășirea pragului de semnalizare.

Sistemul SMT - 2 se compune din:

1. modulul de protecție la supratensiuni ;



Figura 7.3. Sistemul SMT -2.

2. transformatorul de adaptare special, care are rol de amplificare a curentului de dezechilibru rezultat și totodată, de protecție a modului de măsură, semnalizare, protecție;
3. modulul de măsură, semnalizare, protecție care asigură :
 - măsurarea curentului de dezechilibru, rejecția perturbațiilor de armonică trei;
 - semnalizarea pentru pragul de acționare reglabil, cu o temporizare reglabilă, semnal luminos cu memorizare și anulare manuală, ieșire - releu intermediar cu contacte ND și NI;
 - declanșarea pentru pragul de acționare reglabil în trepte, cu o temporizare reglabilă , semnal luminos cu memorizare și anulare manuală, ieșire - releu intermediar cu contacte ND și NI.

Sistem de diagnoza on-line a transformatoarelor prin monitorizarea descărcărilor parțiale - tip montat

Seria PD-TM - tip montat (500, 1000, 1500) – cuprinde sisteme de diagnoza on-line ale echipamentelor electrice cum ar fi transformatoare sau echipamente electrice capsulate, care are capacitatea de a detecta și analiza sursa semnalului și de a monitoriza în mod continuu semnalele de descărcări parțiale ce survin în echipamentele electrice. Sistemele includ și un program software care permite accesarea echipamentului de la distanță.

Caracteristici:

- Continua monitorizare on-line.
- Contorizarea impulsurilor de descărcări parțiale.
- Măsurătorile simultane prin senzori pt. emisii acustice (AE) și traductoare de curent de înaltă frecvență (HFCT).
- Măsurători ale descărcărilor parțiale sub forma de undă, căutarea și analiza sursei semnalului.
- Protecție împotriva defectării transformatoarelor, întreruptoarelor sau echipamentelor electrice capsulate.



- Detectarea minimumului descarcarii parțiale.

Detector ultrasonic de descarcari parțiale pentru transformatoare de putere (DUDP – 2N)

Detectorul ultrasonic de descarcari parțiale tip DUDP-2N este destinat măsurării descarcării parțiale (DP) care apar în izolația hârtie-ulei a transformatoarelor de putere în exploatare.

Detectorul constă din următoarele ansamble funcționale:

- traductoare ultrasonice de tip piezoelectric, montate pe cuva transformatorului cu ajutorul unor magneti; montarea acestor traductoare nu necesită (de obicei) deconectarea transformatorului de la rețea; poziția traductoarelor poate fi modificată cu ușurință în scopul detectării surselor de DP de mare amplitudine;
- preamplificatoare amplasate în vecinătatea traductoarelor ultrasonice care de asemenea se fixează cu ajutorul unor magneti permanenți;
- unitate principală (UP) de prelucrare a semnalelor primite de la preamplificatoare, amplasată în cofretul transformatorului sau într-o altă cutie cu același grad de protecție ca și cofretul;

UP a instalației este astfel realizată încât să poată funcționa independent sau în combinație cu termocopia tip MONITRA. În acest ultim caz UP este controlată integral de termocopie.

Funcțiuni ale sistemului de indicare și semnalizare:

- a) indicare nivel DP cu un aparat analogic;
- b) indicare nivel DP de la care începe semnalizarea optică, cu ajutorul unui comutator în trepte;
- c) Indicare modalitate de comutare a traductoarelor de măsurare: AUTOMAT sau MANUAL
- d) Reglare sensibilitate dispozitiv indicator de pe panoul frontal (x4, x20, x140);
- e) Semnalizare număr canal de intrare de la care este preluată informația de măsurare;
- f) Semnalizare "Depășire nivel" în momentul depășirii valorii fixate la comutatorul de semnalizare, pe canalul de intrare indicat.

Functionare DUDP-2N - Termocopia tip MONITRA

Dupa cum s-a prezentat anterior DUDP-2N poate functiona impreuna cu MONITRA. In acest caz comutatorul basculant (poz.5, fig.2) se va trece pe pozitia "MANUAL".

Instalatia prezinta urmatoarele facilitati:

- transmiterea in camera de comanda a nivelului de descarcari partiale precum si a canalului pe care se face masurarea;
- prescrierea unor praguri pentru nivelul de descarcari partiale care sunt semnalizate in camera de comanda, in cazul depairii lor;
- posibilitatea stocarii datelor intr-o unitate de calcul in vederea prelucrarii ulterioare.

Monitorizarea on-line a unuia sau a mai multor gaze dizolvate (monitorizarea hidrogenului dizolvat în ulei)

O altă posibilitate de detecție a defectelor în stare incipientă este monitorizarea on-line a unuia sau a mai multor gaze de defect, dizolvate în uleiul de transformator.

Cele mai întâlnite echipamente de monitorizare sunt monitoarele de hidrogen, datorită faptului că acest gaz apare în cantități mai mari sau mai mici la toate defectele transformatoarelor. Unul dintre aparatele de monitorizare on-line este monitorul de apă și hidrogen AMS-500 Calisto realizat de firma canadiană Morgan Schæffer Systems

Acest echipament poate oferi o rapidă alarmă asupra apariției unui defect încă din faza incipientă a acestuia. Echipamentul are în componența sa dispozitive de comunicație la distanță și o bază de date în care sunt stocate înregistrările precedente.



Analiza TCG (total gaze combustibile)

Această metodă se bazează pe determinarea conținutului total de gaze combustibile din gazul de deasupra uleiului.

Principalul avantaj este faptul că este ușor de aplicat în câmp pentru monitorizarea continuă a echipamentului. Pe lângă acest avantaj metoda prezintă mai multe *dezavantaje*:

- prin această metodă se detectează toate gazele combustibile dar nu detectează bioxidul de carbon;
- metoda nu este aplicabilă la transformatoarele complet umplute cu ulei;
- detecția unui defect prin această metodă durează mult timp, astfel detecția unui defect ar putea dura zile;
- metoda oferă doar o singură valoare a concentrației dar nu identifică separat prezența fiecărui gaz, acest fapt nepermițând identificarea tipului de defect.

Analiza gazelor de deasupra uleiului

Această metodă are la bază analizarea concentrației gazelor de defect din gazul de deasupra uleiului. Ea permite detectarea separată a tuturor gazelor de defect. Ca și metoda TGD această metodă are câteva dezavantaje cum ar fi:

- nu se poate aplica la transformatoarele complet umplute cu ulei;
- timpul necesar pentru identificarea unui defect este mare.

Concluzii

Atat din considerente tehnice, cat si din considerente economice este indicata modernizarea statiilor de transformare, prin instalarea unor sisteme de monitorizare si diagnosticare, care pun la dispozitie informatiile necesare pentru luarea la timp a masurilor necesare pentru cresterea duratei de utilizare a transformatoarelor existente in exploatare. Costul unui sistem de monitorizare capabil sa masoare parametrii care influenteaza vital functionarea transformatorului este relativ redus (~ 0,5 % din costul unui transformator nou) si este in continua scadere datorita reducerii continue a costului componentelor.

Pentru monitorizarea transformatoarelor, pe langa masurarile „on-line”, se folosesc si masurarile „off-line”. Evidentierea masurarilor „on-line” se face prin utilizarea valorilor furnizate de senzori, prelucrate cu ajutorul interfetei grafice LabVIEW, care ofera avand posibilitati multiple de prelucrare si vizualizare a datelor . in cadrul masuratorilor „off-line” se folosesc valorile parametrilor masurati cu ajutorul instrumentelor de masura si inregistrare directa sau grafica a datelor caracteristice, pentru evaluarea starii functionale a transformatoarelor. Pentru obiectivitatea rezultatelor, precum si pentru masurarea cu precizie a parametrilor este necesara utilizarea unor instrumente de masura performante, mai ales pentru determinarea parametrilor vitali (rezistenta de izolatatie, tangenta unghiului de pierderi dielectrice, valoarea descarcarilor partiale, continutul de umiditate etc.), precum si a parametrilor uzuali ai transformatorului: pierderile in transformator, rezistenta si reactanta de scurtcircuit, continutul de gaze din ulei, rigiditatea dielectrica a uleiului

s.a.

Prin intermediul aplicatiei software pentru monitorizarea transformatoarelor electrice de putere se poate determina cu precizie starea transformatoarelor si rezerva duratei de viata, realizandu-se o baza de date pentru beneficiar, asigurand cunoasterea (vizualizarea) starii transformatoarelor in orice moment . De asemenea, se pot prelucra datele achizitionate in scopul stabilirii tendintei de evolutie in timp a parametrilor transformatorului.