

MONITORIZAREA FUNCȚIONĂRII TRANSFORMATOARELOR ELECTRICE, SOLUȚIE PENTRU CREȘTEREA EFICIENȚEI ENERGETICE



**Drd. ing. Dumitru
SACERDOȚIANU,**
INCDIE-ICMET

Absolvent al Universității din Craiova, Facultatea de Electrotehnică, 1985. Repartizat în cercetare, la ICSIT-MTAE Craiova (actualmente INCDIE-ICMET). În prezent, cercetător științific principal. Este autor a 21 de inovații și invenții, a publicat lucrări științifice și a participat la manifestări științifice naționale și internaționale în domeniul ingineriei electrice și, în principal, al monitorizării transformatoarelor de putere. Domenii de interes : monitorizarea echipamentelor electroenergetice, detensionarea prin vibrație a structurilor metalice, utilizarea vibrațiilor în industrie.



**Prof. dr. ing. Gheorghe
MANOLEA,**
Universitatea din Craiova

Absolvent al Universității din Petroșani, 1970, doctor inginer din anul 1981; profesor la Universitatea din Craiova, Facultatea de Electromecanică. Conducător de doctorat în domeniul inginerie electrică. Director al Centrului de Inovare și Transfer Tehnologic. Domenii de competență: sisteme automate de acționare electromecanică, transfer tehnologic, proprietate industrială.



Drd.ing. Marian DUȚĂ,
INCDIE-ICMET

Absolvent al Facultății de Electrotehnică din Craiova, promoția 1984. Repartiție în cercetare la ICSIT-MTAE Craiova, actualmente INCDIE-ICMET. Cercetător științific principal gr. II, șef colectiv Cercetare-dezvoltare eficiență energetică și calitatea energiei. Autor a 11 brevete de invenții, premiate cu aur, argint și bronz la Saloanele Internaționale de Invenții de la Geneva, Bruxelles, Londra. Coordonaator de proiecte de cercetare cu finanțare națională și internațională. Competențe: aplicații cu tuburi termice, aplicații cu module termoelectrice, auditor electroenergetic autorizat.

REZUMAT

În condițiile interconectării Sistemului Energetic Național (SEN) la sistemul vest-european UCTE și în perspectiva aderării României la Uniunea Europeană, SEN va trebui să participe la piața de energie europeană și românească în condiții de concurență. Eficiența energetică a SEN se va reflecta în calitatea energiei oferite la tranzacționare. O condiție a creșterii eficienței energetice o constituie un management optim al echipamentelor energetice, dintre care transformatoarele de putere reprezintă cea mai importantă componentă în transportul și distribuția energiei electrice. Monitorizarea funcționării acestora este o problemă de actualitate la nivel mondial, strategie reliefată și prin conferințele internaționale dedicate acestui obiectiv. În lucrare este prezentat un sistem complex de monitorizare a transformatoarelor de putere, având la bază direcțiile elaborate de C.N. Transelectrica.

ABSTRACT

In the conditions of the interconnection of National Energy System (NES) to the Western European System UCTE and of the perspective of the adhesion of Romania to the European Union, NES must participate in the European and Romanian market of energy in competition conditions. The energy efficiency of NES will be reflected in the quality of the energy offered at the transactions. A condition of energy efficiency increase is an optimum management of energy equipment, the power transformers being the most important component in the transport and distribution of the electric energy. The monitoring of their operation is a very important problem at world level, this strategy being underlined also by the conferences dedicated to this objective. The work presents a complex monitoring system of power transformers having at its basis the directions elaborated by C.N. Transelectrica.

1. INTRODUCERE

Retehnologizarea stațiilor de transformare este un proces început după anul 1990, ca urmare a necesității asigurării energiei la parametrii de calitate ceruți de piață [1, 2].

Eficiența energetică are astfel un scop bine definit, acela de a asigura energiei electrice atributele esențiale ale unei mărfi solicitate, scop influențat de o serie de factori, după cum urmează [4, 5]:

- asigurarea capacității de transport a rețelei, în corelație cu evoluția consumului de energie electrică ;
- siguranța în funcționare a sistemului de transport al energiei din România, respectiv reducerea la minimum a numărului de defecte, a operațiilor de mentenanță planificată și de mentenanță corectivă;
- asigurarea condițiilor pentru interpretarea situațiilor de alarmă și asigurarea stabilității dinamice a sistemului;
- necesitatea respectării normelor europene și naționale de mediu.

O soluție de creștere a eficienței energetice este aceea de a reduce costurile mentenanței, prevenirea defectelor catastrofale și, în consecință, exploatarea echipamentelor energetice la parametrii maximi pe o durată de timp cât mai mare. În prezent, strategia companiilor energetice este de a utiliza echipamente de monitorizare complexă a stării transformatoarelor de putere și de a interpreta rezultatele monitorizării prin utilizarea unui software dedicat, având astfel posibilitatea unei diagnosticări cât mai complete a stării de funcționare a transformatoarelor de putere [3].

2. STRUCTURA SISTEMULUI DE MONITORIZARE

Sistemul de monitorizare este conceput ca un ansamblu de echipamente [6, 8] care realizează monitorizarea continuă a principalilor parametri necesari în estimarea

stării de funcționare a transformatoarelor de putere (fig. 1).

2. MĂRIMI ȘI PARAMETRI MONITORIZAȚI

Parametrii care influențează starea izolației sunt:

- Starea uleiului:
 - temperatura uleiului în straturile superioare – în funcție de valoarea înregistrată, se comandă gradul necesar de răcire, numărul pompelor și al bateriilor;
 - conținutul de apă în ulei ;
 - conținutul de gaze dizolvate în ulei H₂ și CO;
- Starea izolației solide:
 - temperatura înfășurărilor (prin calcul);
 - temperatura miezului magnetic;
 - temperatura de Hot-Spot;
 - curenții prin înfășurările transformatorului (trei înfășurări);
 - consumul de viață și rata de îmbătrânire;
- Starea trecerilor izolate:
 - factorul de pierderi dielectrice tan δ pentru trecurile izolate;
 - curenții capacitivi ai trecerilor izolate.

Parametrii care influențează starea înfășurărilor sunt:

- curenții de scurtcircuit ;
- conținutul de gaze în releul Buchholz.

Parametrii care influențează starea miezului sunt:

- temperatura miezului;
- descărcările parțiale.

Parametrii care influențează starea sistemului de răcire sunt:

- funcționarea pompelor de ulei , ON/OFF/;
- funcționarea ventilatoarelor, ON/OFF/;
- nivelele de ulei în cuva transformatorului și în comutatorul de reglaj.

Echipamentul oferă informații pentru alarmare, prin 12 contacte de releu ND-NI, referitoare la mărimile monitorizate:

- depășire temperatură ulei;

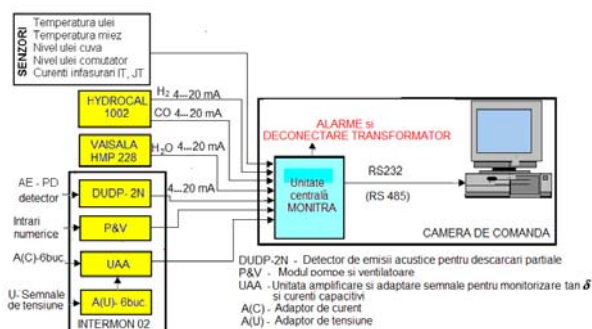


Fig.1 . Structura sistemului de monitorizare.

MONITORIZAREA FUNCȚIONĂRII TRANSFORMATOARELOR ELECTRICE

- depășire temperatură înfășurare (primar);
- depășire temperatură înfășurare (secundar);
- depășire nivel descărcări parțiale;
- depășire nivel conținut de apă în ulei;
- depășire nivel de gaze dizolvate în ulei H₂, CO;
- depășire nivel de alarmă pentru factorul de pierderi dielectrice tan δ;
- depășire nivel curenți capacitivi treceri izolate;
- pornirea grupelor de răcire.

- prescrierea nivelelor de alarmă pentru parametrii monitorizați;
- testarea echipamentului;
- comunicația cu un calculator ierarhic superior, prin interfața serială;
- vizualizarea, pe monitorul calculatorului, a parametrilor monitorizați pentru diferite variante constructive (fig. 2 și 3).

3. SOFTWARE-UL ECHIPAMENTULUI ȘI GESTIUNEA ÎNREGISTRĂRIILOR

Software-ul echipamentului asigură:

- achiziția mărimilor de intrare și prelucrarea datelor;
- înregistrarea datelor într-o memorie proprie, nevolatilă NVRAM;

4. PREZENTAREA UNOR SITUAȚII CONCRETE

În tabelele 1 și 2 se exemplifică modul de prezentare a parametrilor înregistrați pentru cele două variante menționate.

Sistemul de monitorizare prezentat este implementat în peste 20 de stații electrice de înaltă tensiune din România

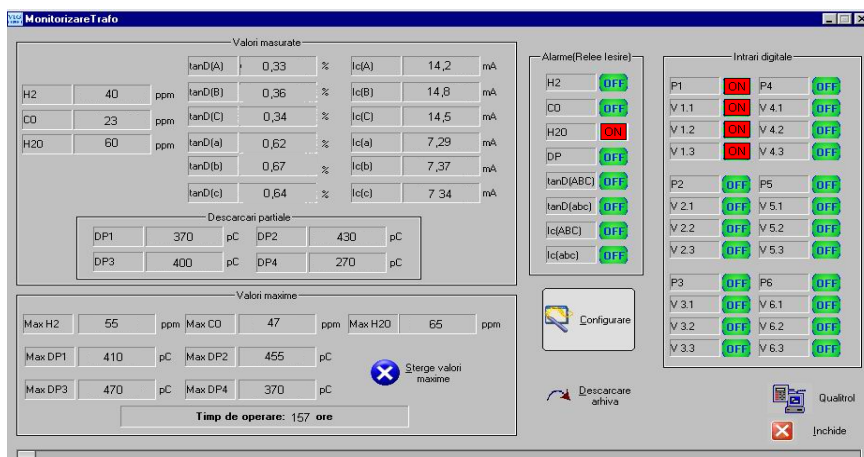


Fig. 2. Fereastra de vizualizare a parametrilor monitorizați (varianta 1).

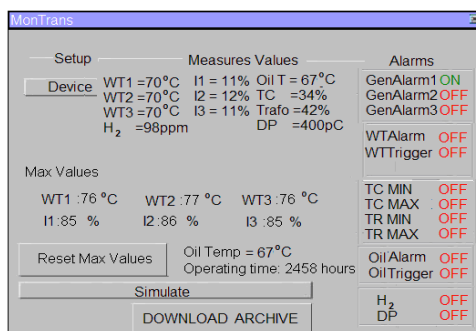


Fig. 3. Fereastra de vizualizare a parametrilor monitorizați (varianta 2).

CREȘTEREA EFICIENȚEI UTILIZĂRII RESURSELOR

Tabelul 1

| Index | Time D/M/Y | Date h/m/s | H mm | OO mm | H.O mm | Partial discharges | | | | tanδA [%] | tanδB [%] | tanδC [%] | tanδa [%] | tanδb [%] | tanδc [%] | IcA [mA] | IcB [mA] | IcC [mA] | Ica [mA] | Icb [mA] | Icc [mA] |
|-------|---------------|---------------|---------|----------|-----------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | Chanel 1 | Chanel 2 | Chanel 3 | Chanel 4 | | | | | | | | | | | | |
| 1430 | 21 02 06 | -09 45 02 | 62 | 374 | 21 | 430 | 612 | 420 | 464 | 0.31 | 0.38 | 0.31 | 0.68 | 0.70 | 0.68 | 07.3 | 07.7 | 07.2 | 14.2 | 14.9 | 14.4 |
| 1431 | 21 02 06 | -09 46 02 | 62 | 373 | 23 | 431 | 632 | 423 | 464 | 0.33 | 0.35 | 0.31 | 0.68 | 0.70 | 0.68 | 07.3 | 07.8 | 07.2 | 14.1 | 14.9 | 14.3 |
| 1432 | 21 02 06 | -09 47 02 | 65 | 373 | 23 | 432 | 632 | 420 | 463 | 0.33 | 0.35 | 0.33 | 0.68 | 0.70 | 0.68 | 07.4 | 07.7 | 07.5 | 14.2 | 14.8 | 14.3 |
| 1433 | 21 02 06 | -09 48 02 | 63 | 374 | 23 | 433 | 632 | 421 | 464 | 0.33 | 0.35 | 0.33 | 0.68 | 0.70 | 0.68 | 07.4 | 07.6 | 07.3 | 14.2 | 14.8 | 14.4 |
| 1434 | 21 02 06 | -09 49 02 | 63 | 372 | 23 | 434 | 632 | 420 | 464 | 0.33 | 0.35 | 0.33 | 0.70 | 0.72 | 0.70 | 07.3 | 07.8 | 07.3 | 14.4 | 14.5 | 14.2 |
| 1435 | 21 02 06 | -09 50 02 | 64 | 371 | 23 | 435 | 632 | 422 | 465 | 0.33 | 0.38 | 0.33 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 07.4 | 07.6 | 07.4 | 14.3 | 14.7 | 14.1 |
| 1436 | 21 02 06 | -09 51 02 | 63 | 371 | 25 | 436 | 652 | 420 | 463 | 0.35 | 0.38 | 0.35 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 07.4 | 07.7 | 07.3 | 14.2 | 14.7 | 14.1 |
| 1437 | 21 02 06 | -09 52 02 | 63 | 373 | 25 | 437 | 652 | 420 | 463 | 0.35 | 0.38 | 0.35 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 07.5 | 07.8 | 07.3 | 14.3 | 14.6 | 14.3 |
| 1438 | 21 02 06 | -09 53 02 | 64 | 373 | 25 | 438 | 652 | 420 | 465 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.72 | 0.70 | 0.72 | 07.3 | 07.6 | 07.4 | 14.2 | 14.8 | 14.3 |
| 1439 | 21 02 06 | -09 54 02 | 63 | 375 | 25 | 439 | 652 | 420 | 465 | 0.35 | 0.35 | 0.35 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 07.3 | 07.8 | 07.3 | 14.3 | 14.9 | 14.5 |

Tabelul 2

| Index | Time D/M/Y | Date h/m/s | OilTemp [°C] | I1 [%] | WT1 [°C] | I2 [%] | WT2 [°C] | I3 [%] | WT3 [°C] | DUDP [PC] |
|-------|---------------|---------------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|--------------|
| 00. | 08:10:50 | 03-06-2005 | 023 | 000 | 023 | 000 | 023 | 000 | 023 | 0400 |
| 01. | 08:11:50 | 03-06-2005 | 025 | 000 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0600 |
| 02. | 08:12:50 | 03-06-2005 | 023 | 000 | 023 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0600 |
| 03. | 08:13:50 | 03-06-2005 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0600 |
| 04. | 08:14:50 | 03-06-2005 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0600 |
| 05. | 08:15:50 | 03-06-2005 | 025 | 000 | 025 | 000 | 023 | 000 | 023 | 0600 |
| 06. | 08:16:50 | 03-06-2005 | 023 | 000 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0500 |
| 07. | 08:17:50 | 03-06-2005 | 023 | 000 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0600 |
| 08. | 08:18:50 | 03-06-2005 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 000 | 024 | 0600 |

și din Filipine, iar rezultatele obținute sunt utilizate pentru modernizarea permanentă a acestuia.

5. CONCLUZII

– monitorizarea stării și diagnoza tehnică pe baza rezultatelor monitorizării la transformatoarele de putere reprezintă o componentă importantă a mentenanței transformatoarelor electrice de putere;

– un management corespunzător al transformatoarelor de putere bazat pe achiziția continuă de informații de la echipamentele de monitorizare permite creșterea eficienței energetice prin evitarea întreruperilor accidentale soldate cu costuri cumulate ce pot depăși de câteva ori prețul unui echipament nou;

– principalii parametri de funcționare ai transformatoarelor de putere sunt oferii prin servere OPC (Ole for Process Control) pentru integrarea echipamentelor de monitorizare în sistemele SCADA. Prelucrarea mărimilor monitorizate permite dispecerului central să ia decizii în timp real, fiind un suport important în managementul stației electrice;

– extinderea monitorizării parametrilor de stare la nivelul unei stații electrice deschide perspectiva controlului stațiilor electrice fără personal propriu.

BIBLIOGRAFIE

1. Breckenridge T., Harrison T., Lapworth J.A., MacKenzie E., White S. *The impact of economic and reliability considerations on decisions regarding the life management of power transformer s*, Session CIGRÉ, 2002, Paris.
2. Ene T., Diaconu C., Bărbulescu C., Voinea R. *Un management eficient al activelor din cadrul rețelei electrice de transport (RET) – factor determinant pentru siguranța în funcționare a SEN*, Al XIX-lea Simpozion Național „Siguranța în funcționare a Sistemului energetic”, Sinaia, 2005.
3. Manolea, Gh. *Sisteme automate de acționare electromecanică*. Editura Universitaria, Craiova, 2004, ISBN 973-8043-525-5.
4. Manolea, Gh. ș.a. *The quality of energy in electrical drives with asynchronous motors and static converter*. Acta Electrotehnica, vol.45, nr.3, 2004, Cluj-Napoca, ISSN 1224-2497.
5. Rotaru C. *Actual situation and future energy efficiency project*, workshop – Improving Energi Efficiency Practices in Romania, March 31, 2003, Bucharest.
6. Sacerdoțianu D., Marinescu A., Pătru I., Hurezeanu I., Stancu I. *Instalație complexă de monitorizare pentru auto-transformatoare de putere 200 MVA, 220/110kV*.
7. Tenbohlen S., Stirl T., Bastos G., Mayer P., Stach M., Breitenbauch B., Huber R. *Experienced – based Evaluation of Economic Benefits of on – line Monitoring Systems for Power Transformer’s*, Session CIGRÉ, 2002, Paris.
8. *** HYDROCAL 1002 - Echipament pentru monitorizarea gazelor dizolvate. VAISALA – HMP 228 - Echipament pentru monitorizarea conținutului de apă în uleiul transformatoarelor de putere. <http://www.mte.com/>