

Diagnosticarea stării tehnice și urmărirea transformatoarelor de putere în exploatare, posibilități de estimare a duratei de viață

Problemele de funcționare și exploatare ale transformatoarelor de putere nu sunt simple având în vedere:

- diversitatea tipurilor de transformare în ceea ce privește construcția și utilitatea acestora,
- complexitatea și vechimea transformatoarelor,
- dificultatea estimării duratei de viață având în vedere modul de exploatare – în sens statistic,

Evaluată în termen de risc, necesitatea urmării transformatoarelor și autotransformatoarelor de putere în exploatare nu mai trebuie demonstrată. Mai recent s-a impus ideea de a utiliza și perfecționa metodele de urmărire a comportării în exploatare, diagnosticare și evaluare corectă a riscului potențial de avarie.

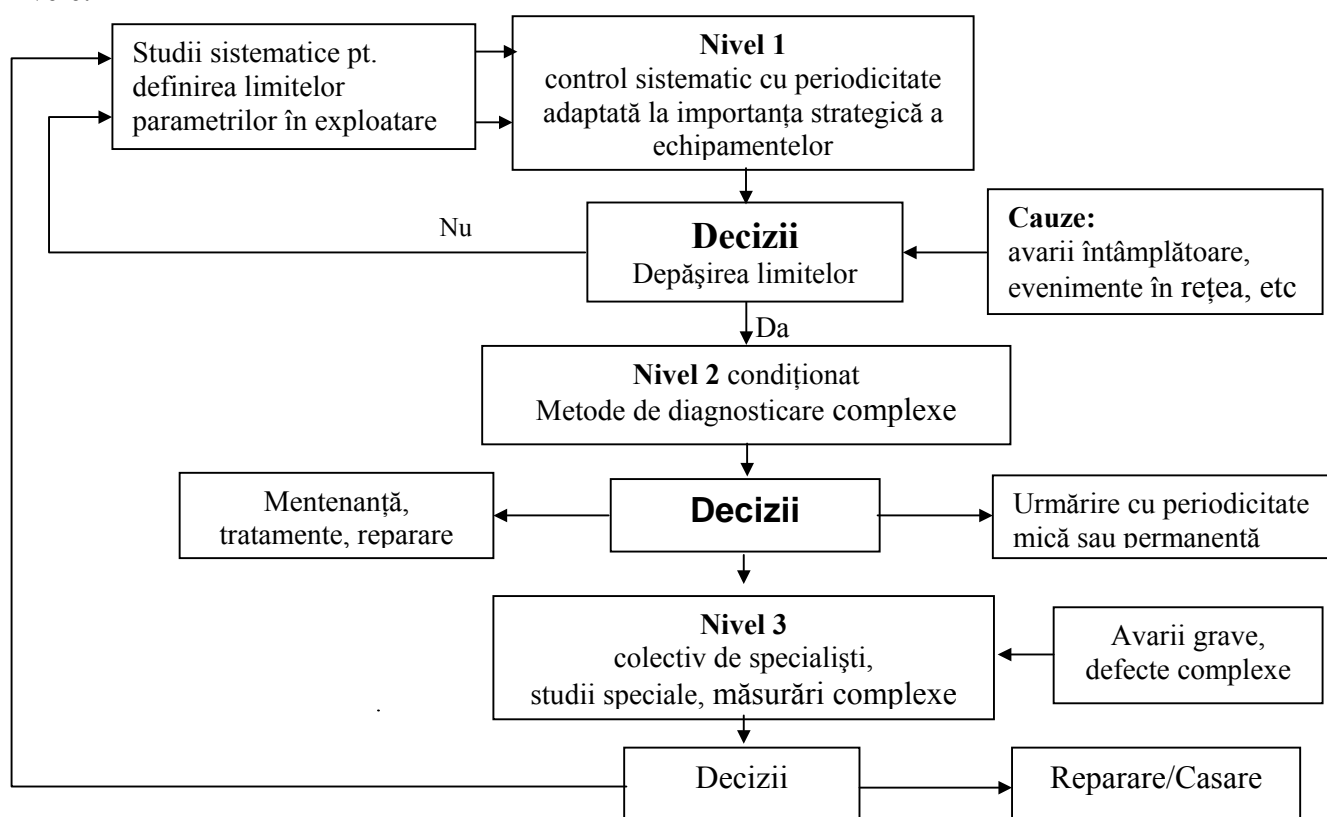
Varietatea și complexitatea metodelor folosite, dificultatea interpretării rezultatelor cu definirea nivelurilor de intervenție și decizie, necesită coordonarea diferitelor acțiuni în cadrul unei structuri organizatorice, bazându-se pe un colegiu de experți constituit din reprezentanți ai utilizatorilor, constructorilor și laboratoarelor de încercare care să elaboreze metode de măsurare și interpretare.

Pentru a răspunde la două obiective principale - politică de control și mentenanță se disting:

- instrumente de nivel 1 - a căror folosire este periodică și sistematică,
- instrumente de nivel 2 - a căror utilizare este condiționată de echipe de specialiști.

Dacă stabilirea diagnosticului stării echipamentului o cere, este necesar și întrunirea unor colegii de experți, acesta fiind cel de al treilea nivel de ierarhizare.

Acesta este un model de politică de urmărire, control, mentenanță și diagnoză ierarhizată pe cele trei nivele:



Folosirea metodelor de nivel 2 este condiționată de depășirea limitelor sau de diverse evenimente (avarii, cercetări). Scopul lor este de investigarea defectelor latente și determinarea / estimarea duratei de viață rămasă a utilajului.

Metodele de nivel 2 fiind sofisticate și costisitoare nu sunt folosite decât la cererea colegiului de experți de nivel 3.

Interpretarea acestor rezultate trebuie făcută într-o manieră prudentă și metodică, asigurând în orice moment validitatea prelevărilor și măsurărilor.

Bazele de date

Înregistrarea parametrilor mășurați într-o bază de date reprezintă un ajutor în diagnosticarea prin folosirea în interpretare a unui sistem informatizat (sistem expert).

De mare importanță este ca măsurările de nivel 1 să se efectueze pe cât posibil cu aceleași aparate sau aproximativ identice și în aceleași condiții de stres de funcționare și climatic.

Băncile de date conțin ansamblul informațiilor necesare diagnosticării stării și estimării duratei de viață rămase.

Baza de date unificată, pusă sub controlul colegiului de experți permite elaborarea unei strategii de operare, mentenanță, planificare reparații și restructurare a parcului de transformatoare astfel:

- înlocuirea unor echipamente uzate moral sau fizic în nodurile energetice strategice cu echipamente de ultimă generație,
- reparații / modernizări de transformatoare și autotransformatoare de mare putere,
- reducerea pierderilor în sistemul energetic,
- întocmirea bugetelor de reparații și investiții pe baza unor specificații tehnice întocmite pe familii de echipamente și planificate pe perioade de timp determinate,

Colegiile de experți

Colegiul de experți trebuie să fie format din specialiști care să reunească competența în:

- proiectare, tehnologia construcției de transformatoare și autotransformatoare de mare putere,
- exploatarea stațiilor și rețelelor electrice,
- măsurări fizico – chimice,

Supravegherea băncilor de date de către colegiul de experți, buna gestionare a acestora, conduce la progrese tehnice de fabricație, exploatare și control.

Mijloace de urmărire, diagnosticare – expertizare

Pentru atingerea obiectivului fixat este necesar să se dispună de o schemă de metode adaptată la politica de control și mentenanță a parcului de transformatoare.

Măsurările electrice individuale clasice pentru caracterizarea stării inițiale a fiecărui echipament, constituie amprenta digitală a cărei evoluție poate fi determinată în orice moment.

Metodele de urmărire pot fi ierarhizate astfel:

- punct zero – încercări individuale în unități de fabricație / reparație după execuție sau reparații care pot fi: de tip, de serie sau specializate.
- Nivel 1 :
 - încercări și verificări sub / fără tensiune,
 - inspecții (vizuale, auditive, funcționale, electrice),
 - prelevare de mostre ulei,

- Nivel 2 : încercări cu scoatere de sub tensiune, pentru diagnoză în caz de depreciere rapidă a unor parametrii sau după avarii,

Detalierea acestor măsurări este prezentată în tabelul următor.

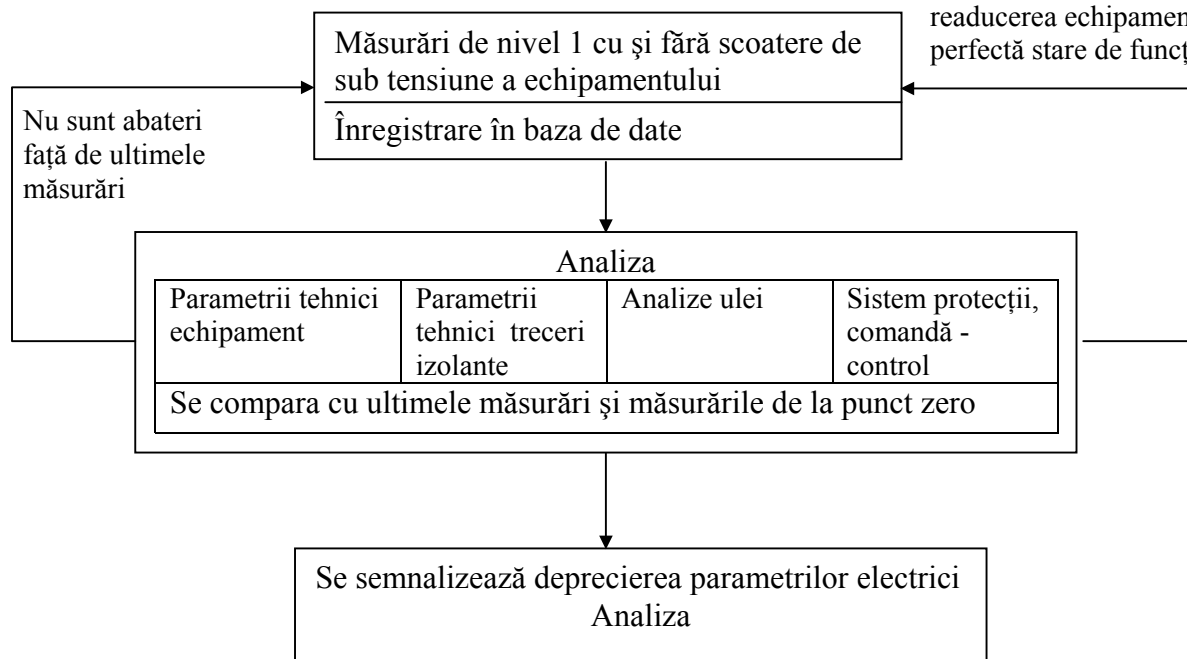
Punct zero	Nivel 1		Nivel 2	
Încercări individuale în fabrica, conform normativelor: IEC60076/1-11/2003 IEC 60551/87 SR EN 60599/2001 IEC60722/82 IEC60137/84 IEC60296/82 IEC60214/84 IEC60068/3-3/91	Sub tensiune Conform prescripțiilor energetice Se execută ori de câte ori este necesar	Fără tensiune Se execută ori de câte ori este necesar, conform prescripțiilor energetice La intervale periodice	Inspecții cu echipamentul retras din exploatare Se execută ori de câte ori este necesar, conform prescripțiilor energetice	Alte probe speciale
Încercările <u>de serie</u> sunt obligatorii pt orice fabricant sau reparator. Încercările <u>de tip</u> sunt obligatorii pt echipamentele prototip sau se pot negocia în cazul reparațiilor. Încercările <u>speciale</u> se execută numai la comandă	Urmărire / monitorizare parametrii funcționali: - ulei - temperatura, - nivel, - debit răcire, - prelevare probe și efectuare analiză redusă. - echipamente: - funcționare sistem răcire (pompe, ICL-uri, ventilatoare), - relee protecții, - CRS (nr. de comutări, ploturile pe care a funcționat) - electrice - Sarcina (P,Q,I,U) - funcționare descărcători. - vizuale - scurgeri ulei, - colmatare baterii, - coroziune, - AMC-uri, - auditive - zgomot, vibrații	Complementar celor sub tensiune se execută: - măsurări - înfășurări -Rezistențe ohmice, -Rezistențe izolație, - Factor de pierderi dielectrice (tg d) -Capacități, - treceți izolante -Rezistențe izolație, -Factor de pierderi dielectrice (tg d) -Capacități - analiză ulei : -Aspect, culoare, miros, -Rigiditate dielectrică, -Factor de pierderi dielectrice (tg d), -Conținut de apă, -Densitate, -Indice de neutralitate (aciditate și alcalinitate minerală), -Punct de inflamabilitate, -Vâscozitate cinematică, -Număr de particule, -Rezistivitate de volum, -Compoziția gazelor dizolvate și absorbite în ulei,	Complementar celor de la nivel 1 se execută: - echipamente: -Descărcări parțiale, -Tensiune de revenire (spectrul de polarizare) -Oscilografieră timpi de comutație, -Impedanța înfășurărilor, -Defectoscopie nedistructivă, - analiză ulei : -Identificare tip particule existente în ulei, -Aciditate minerală -Tensiune interfacială -Derivați furanici, -Coroziune pe lama de argint, -Punct de anilină, -Stabilitate la oxidare cu bomba rotativă,	-Termografie în infraroșu, -Flux de dispersie, -Curenți Foucault, -Localizare piese cu potențial flotant, Aceste metode nu s-au utilizat încă în România

ICL – indicatoare de circulație lichide.

CRS - comutator de reglaj sub sarcină

Interpretarea rezultatelor de la nivelul 1 și 2

Eliminarea neconformităților cu ocazia reviziilor sau ori de câte ori este nevoie pentru readucerea echipamentului în perfectă stare de funcționare



Criteria	Interpretare	Verificare	Diagnostic	Pronostic	Acțiune
A măsurări - înfășurări -Rezistențe ohmice, -Rezistențe izolație, -Factor de pierderi dielectrice (tg d) -Capacități, - analiză ulei : -Aspect, culoare, miros, -Rigiditate dielectrică, -Factor de pierderi dielectrice (tg d),	Valorile: Constante/scad în limite rezonabile Constante/cresc în limite rezonabile	Se compara (<, =, >) cu valorile minime/maxime pt. clasa de tensiune, putere	Îmbătrânire normala	Favorabil	Nimic
B măsurări - înfășurări -Rezistențe ohmice, -Rezistențe izolație, -Factor de pierderi dielectrice (tg d) -Capacități, - analiză ulei : -Aspect, culoare, miros, -Rigiditate dielectrică, -Factor de pierderi	Valorile scade/crește în limite nerezonabile	Se compara (<, =, >) cu valorile minime/maxime pt. clasa de tensiune, putere	Îmbătrânire rapida	Nefavorabil	Reducerea sarcinii, Verificare eficienta sistem răcire. Analiza condițiilor de funcționare în funcție de temperatura ambianta. Se suplimentează măsurările de rutina pentru ulei, conf. pct. C2.

<p>B măsurări - înfașurări -Rezistențe ohmice, -Rezistențe izolație, -Factor de pierderi dielectrice (tg d) -Capacități, - analiză ulei: -Aspect, culoare, miros, -Rigiditate dielectrică, -Factor de pierderi dielectrice (tg d), -Conținut de apă, -Densitate, -Număr de particule, -Rezistivitate de volum</p>	<p>Valorile scade/crește în limite nerezonabile</p>		<p>Se compara (<, =, >) cu valorile minime/maxime pt. clasa de tensiune, putere</p>	<p>Îmbătrânire rapidă</p>	<p>Nefavorabil</p>	<p>Reducerea sarcinii, Verificare eficiența sistem răcire. Analiza condițiilor de funcționare în funcție de temperatura ambianța. Se suplimentează măsurările de rutină pentru ulei, conf. pct. C2.</p>
<p>C măsurări - analiză ulei: -Aspect, culoare, miros, -Rigiditate dielectrică, -Factor de pierderi dielectrice (tg d), -Conținut de apă, -Densitate, -Număr de particule, -Rezistivitate de volum, -GDA descomp în ulei</p>	<p>in limitele impuse de regulamentul în exploatare</p> <p>Existența hidrocarburilor saturate</p>	<p>Raportul CO/CO2 In afara limitelor impuse de SR EN 60599 Nu/Da</p>	<p>Conf SR EN 60599 Valori impuse: H2 - 150 ppm CH4 – 110 ppm C2H2 – 50 ppm C2H4 – 280 ppm C2H6 – 90 ppm CO – 900 ppm CO2 – 5100 ppm</p>	<p>- Pentru valori sub limita impusa - îmbătrânire normală - Pentru valori peste limita impusa - îmbătrânire rapidă</p>	<p>Favorabil Nefavorabil - se solicită sprijinul colectivului de experți</p>	<p>- Creșterea frecv măsurărilor GDA, - Revizie utilaj / tratare ulei - se trece la nivelul 2 de diagnosticare - Se suplimentează măsurările cu cele de la pct D</p>
<p>D - echipamente: -Descărcări parțiale, -Tensiune de revenire (spectrul de</p>	<p>DP în creștere față de cele anterioare (valoare de referință)</p>		<p>Interpretarea se va face de către experți</p>	<p>Prin raportul de expertiză se impune: - menținere utilaj în exploatare cu sau fără restricții,</p>		

<p>revenire (spectrul de polarizare) -Oscilografieri timpi de comutație, -Impedanța înfășurărilor, -Defectoscopie nedistructivă, - <u>analiză ulei</u> : -Identificare tip particule existente în ulei, -Aciditate minerală -Tensiune interfacială -Derivați furanici, -Coroziune pe lama de argint și cupru, -Punct de anilină, -Stabilitate la oxidare cu bomba rotativă,</p>	<p>Hidro-carburi saturate</p>	<p>Raportul CO/CO2 In afara limitelor impuse de SR EN 60599</p>		<ul style="list-style-type: none"> - revizie utilaj după un program stabilit de expert, - reparație în ateliere specializate, - casare
--	-------------------------------	--	--	---

Aspecte privind diagnoza și monitorizarea transformatoarelor

Generalități

În exploatare, transformatoarele sunt supuse la solicitări combinate (electrice, termice, mecanice și de mediu), iar izolația principală (ulei-hârtie) este cea mai afectată. Într-un transformator temperatura este cel mai important parametru, afectând îmbătrânirea izolației principale. Solicitarea termică a sistemului de izolație poate avea loc datorită descărcărilor parțiale, pierderilor dielectrice sau prin funcționarea la temperatură ridicată datorită pierderilor Joule sau în fier. Degradarea datorită solicitării termice afectează proprietățile electrice, chimice și mecanice ale izolației, rezultând necesitatea echipării transformatoarelor cu sisteme de monitorizare adecvate stării acestora, mai ales pentru mărirea duratei rămase de viață.

Mărirea duratei de viață a transformatoarelor se poate obține prin :

- supravegherea, foarte strictă, în funcționare ;
- îmbunătățirea metodelor de diagnosticare ;
- implementarea **sistemelor de monitorizare integrate pentru supraveghere centralizată online, continuă a evoluției parametrilor funcționali ai unităților de transformare** .

Siguranța în funcționarea a marilor unități de transformare și implicit extinderea duratei de viață a acestora depinde, în foarte mare măsură, de gradul de monitorizare a parametrilor funcționali și de stare ai acestora, precum și de modul de interpretarea a valorilor măsurate și înregistrate.

Pentru realizarea monitorizării ca sursă a unei diagnosticări cât mai corecte este nevoie de un mod de culegere a datelor, de salvare și stocare a lor, de filtrare și verificare și în final de transmitere la utilizator.

Cerințe funcționale

Sistemul de monitorizare trebuie să fie capabil :

1. să stocheze în memorie toate datele măsurate și calculate și să permită afișarea acestora la distanță ;
2. să permită transferul datelor la un PC care poate rula un software specific;
3. să fie integrat în sistemul SCADA ;
4. să fie capabil să monitorizeze toate datele necesare timp îndelungat;
5. să funcționeze în mediu în care este amplasat transformatorul.

Cerințe tehnice

Sistemul de monitorizare trebuie să monitorizeze în principal:

a. Parametrii ce caracterizează starea izolației :

- Starea uleiului:
 - Cantitatea de apă din ulei;
 - Cantitatea de gaze de defect dizolvate în ulei (semnalizare la depășirea valorilor maxime impuse de standardele în vigoare);
 - Temperatura uleiului în straturile superioare (funcție de valoarea înregistrată se semnalizează gradul necesar de răcire, numărul bateriilor și pompelor);
- Starea izolației solide:

- Temperatura înfășurării;
- Umiditate în hârtie;
- Temperatura Hot-Spot (cel mai ridicat punct de temperatura din înfășurare);
- Pierderile;
- Consum de viață și rata îmbătrânire;
- Timp rămas de exploatare;
- Starea izolatoarelor de trecere:
 - Temperatura ambiantă;
 - Supratensiuni;
 - Modificarea capacității și factorului dielectric ($\text{tg } \delta$) al izolație.

b. Parametrii ce influențează starea înfășurărilor :

- Conținut gaze în releu Buchholz;

c. Parametrii ce influențează starea miezului :

- Temperatura miez ;

d. Parametri ce influențează starea sistemului de răcire :

- Temperatura uleiului la intrare și ieșire din sistemului de răcire ;
- Funcționarea pompelor;
- Funcționarea ventilatoarelor;
- Eficienta răcirii și modelul termic ;
- Indicarea nivelului uleiului în conservator;

Prin monitorizare se poate realiza, pe lângă urmărirea parametrilor și un sistem de avertizare rapid, ca de exemplu:

- încărcarea transformatorului și puterea tranzitată;
- se pot înregistra formele de undă ale tensiunii, curentului și factorului de putere în regim tranzitoriu și se poate măsura durata regimului;
- îmbătrânirea termică;
- starea tehnică a izolației complexe hârtie-ulei;
- eficiența sistemului de răcire;
- variația volumului de ulei din conservator cu temperatura;
- condițiile de funcționare ale pompelor și ventilatoarelor;
- starea tehnică a izolatoarelor de trecere;

Automatizări și protecții:

- semnalizări protecții tehnologice și protecții electrice ale transformatorului;
- se comandă funcționarea grupurilor de răcire în funcție de termografia transformatorului;
- se transmit semnale de alarmare la diverse temperaturi ale uleiului;
- se transmit semnale de alarmare la diverse temperaturi ale înfășurărilor;
- se transmit semnale de alarmare la depășirea nivelului descărcărilor parțiale;
- se transmit semnale de alarmare la depășirea nivelului a diverse gaze de defect (CO - monoxid de carbon, C₂H₂ – acetilena, H₂ - hidrogen);
- se transmit semnale de alarmare la depășirea nivelului umidității în ulei.

Este important de menționat faptul că se poate vizualiza, în orice moment, orice mărime monitorizată.

Prin soft se poate realiza:

- declanșarea transformatorului la depășirea anumitor valori prescrise și în cazul în care apare un eveniment.
- modifica pragurile de semnalizare, intervalele de măsurare, de salvare și de transmitere valori, pentru fiecare mărime măsurată

Softuri utilizate :

- softurile de achiziția datelor,
- de prelucrare a datelor (program comunicare cu calculatorul din camera de comandă, program de vizualizare on-line a mărimilor monitorizate, program de analiză a mărimilor monitorizate off-line, program setare parametri, program de test, program diagnosticare în raport de parametrii monitorizați)

Exemple de programe:

- Dissolved Gas Analysis (DGA) model: Modelul va genera un diagnostic și alarme.
- Model de încărcare a transformatorului: analizarea încărcării, precum și a consecințelor acesteia. Se va determina modul optim de răcire, precum și îmbătrânirea echivalentă (în concordanța cu IEC 60354-1991).
- Modelul analizei umidității : se va determina conținutul de apă din ulei, precum și estimarea conținutului de apă din izolația solidă
- Modelul de calcul al temperaturii hot-spot : calculul prin măsurarea temperaturii uleiului de la nivelul superior și a curentului de încărcare, în conformitate cu algoritmul CEI 60354.
- Eficienta sistemului de răcire : modelul va prezenta diferența dintre valoarea măsurată și valoarea teoretică a temperaturii de la nivel superior (top oil), calculate din valorile anterioare și temperatura mediului ambiant.
- Modelul de analiză a stării comutatorului de ploturi : modelul va prezenta starea motorului de acționare (tensiune/curent motor acționare, puterea absorbită la acționare), numărul de acționări și curentul de sarcina pe timpul comutării, temperatura uleiului.
- Modelul îmbătrânirii izolației : folosind temperatura hot spot a înfășurării modelul va calcula factorul de accelerare a îmbătrânirii, conținutul de umiditate din izolația solidă și conținutul de oxigen din ulei.

Sisteme de monitorizare – diagnosticare integrate pentru supravegherea continuă a stării unităților de transformare

Monitorizarea și diagnosticarea se implementează pe următoarele nivele:

- Unitate de transformare ;
- Stație electrică;
- Centre de exploatare;
- Sediul sucursalei;
- Companie.

Valorile parametrilor monitorizați sunt centralizate la nivelul stației, al centrelor de exploatare și la nivelul sucursalei unde, după analiza lor și luând în considerare istoricul unității de transformare, se obțin rapoarte de analiză și diagnostic recomandându-se mentenanța corespunzătoare.

Prin promovarea unor tehnici și echipamente moderne de monitorizare on-line și diagnoză se poate urmări degradarea în timp, naturală sau accidentală, care, dacă este identificată la timp și remediată, nu produce evenimente grave care pot fi surse de avarii extrem de costisitoare pentru furnizorii de energie electrică cât și pentru consumatori. În același timp se poate prelungi durata de viață, optimiza programul de mentenanță, se pot reduce timpii de întrerupere și cheltuielile cu reparațiile.

Pe baza analizei se pot stabili condițiile tehnice specifice pentru realizarea unui sistem de monitorizare integrat în intranet (SMII) în vederea supravegherii continue de la distanță a unităților de transformare. Pentru realizarea monitorizării ca sursă a unei diagnosticări cât mai corecte este necesar:

- un modul de achiziție a datelor de pe unitățile de transformare supravegheate;
- prelucrarea, salvarea și stocarea lor;
- filtrarea, interpretarea și analiza pe baza unor modele software,
- diagnosticare;
- transmiterea la utilizator pe treptele de ierarhizare: nivel 1- Stația Electrică; nivel 2 - Centrul de Exploatare; nivel 3 – Sucursala de Transport.

Pentru fiecare unitate de transformare se vor avea în vedere următoarele considerente:

- existenta traductoarelor și echipamentelor integrate în structurile sistemelor de monitorizare;
- diagnosticarea cu prioritate a defectelor incipiente la nivelul izolației;
- durata de funcționare efectivă a transformatorului;
- menționarea lucrărilor necesare eliminării neconformităților în funcționare;
- creșterea siguranței în exploatare a unităților de transformare și prelungirea duratei de viață a transformatoarelor peste 40 ani;
- analiza cost- beneficiu.

Echipamente de monitorizare pentru unități de transformare de importanță medie (puteri de până la 40 MVA și tensiuni de 110kV)

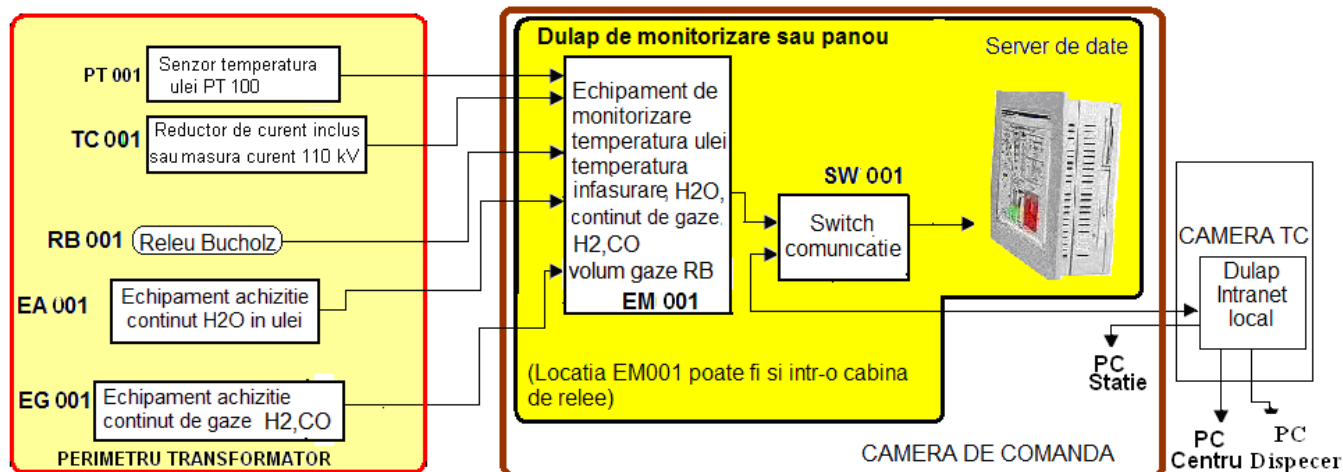
Parametrii tehnici ce trebuie monitorizați sunt:

- Temperatură ulei;
- Temperatură înfășurare;
- Cantitatea de apă din ulei;
- Volumul de gaze în releul Bucholz;
- Cantitatea de H₂, CO dizolvate în ulei;

Transferul datelor la serverul de date se realizează prin comunicație în intranet.

Software de achiziție și prelucrare a datelor cuprinde: programul de vizualizare on-line a mărimilor monitorizate, programul setare parametri, program diagnosticare trafo funcție de parametrii monitorizați.

Arhitectura sistemului de monitorizare este prezentată în schema bloc din figura următoare



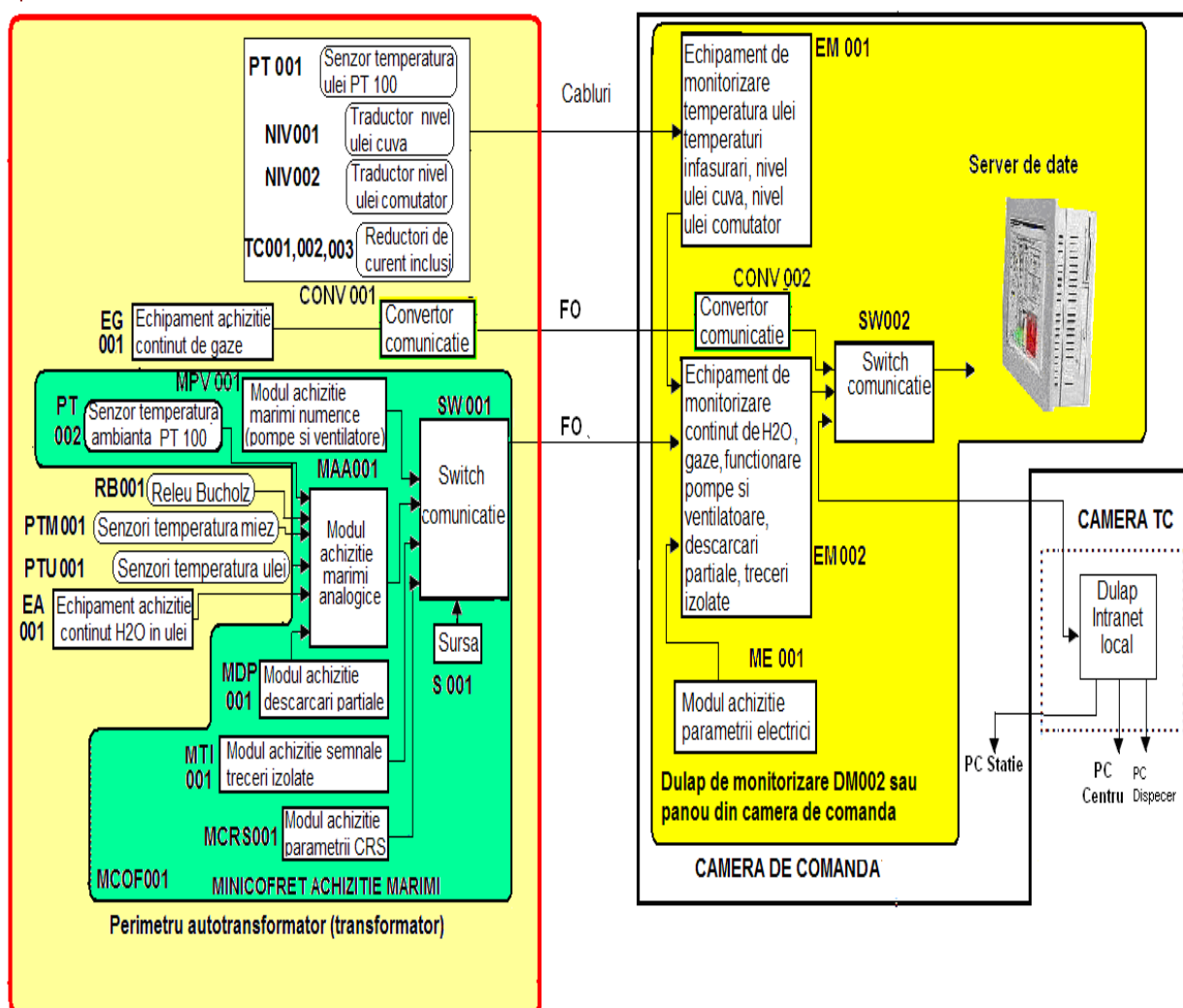
Echipamente de monitorizare pentru unități de transformare de importanță mare (puteri peste 40 MVA și tensiuni mai mari de 110kV)

Parametrii tehnici ce trebuie monitorizați sunt:

- temperatură ulei;
- temperatură înfășurare;
- temperatură ambiantă;
- nivel ulei;
- volumul de gaze în releul Bucholz;
- stare pompe și ventilatoare;
- conținut de gaze;
- conținut de apă;
- nivel descărcări parțiale;
- treceri izolate;

Unitatea de monitorizare mai este echipată cu următoarele module:

- modul de achiziție parametri;
- switch de comunicație;
- o sursa ca/cc, 220Vca/5Vcc;
- minicofret achiziție mărimi;
- termostatat amplasat în cofret.



Echipele de monitorizare pentru unități de transformare de importanță mare

În continuare este prezentată instalația de monitorizare concepută în cadrul Institutului de Cercetări Mașini Electrice și Transformatoare – ICMET Craiova.

Instalația pentru monitorizarea transformatoarelor de putere este destinată monitorizării principalilor parametri de funcționare ai transformatoarelor prezentați în tabelul 4:

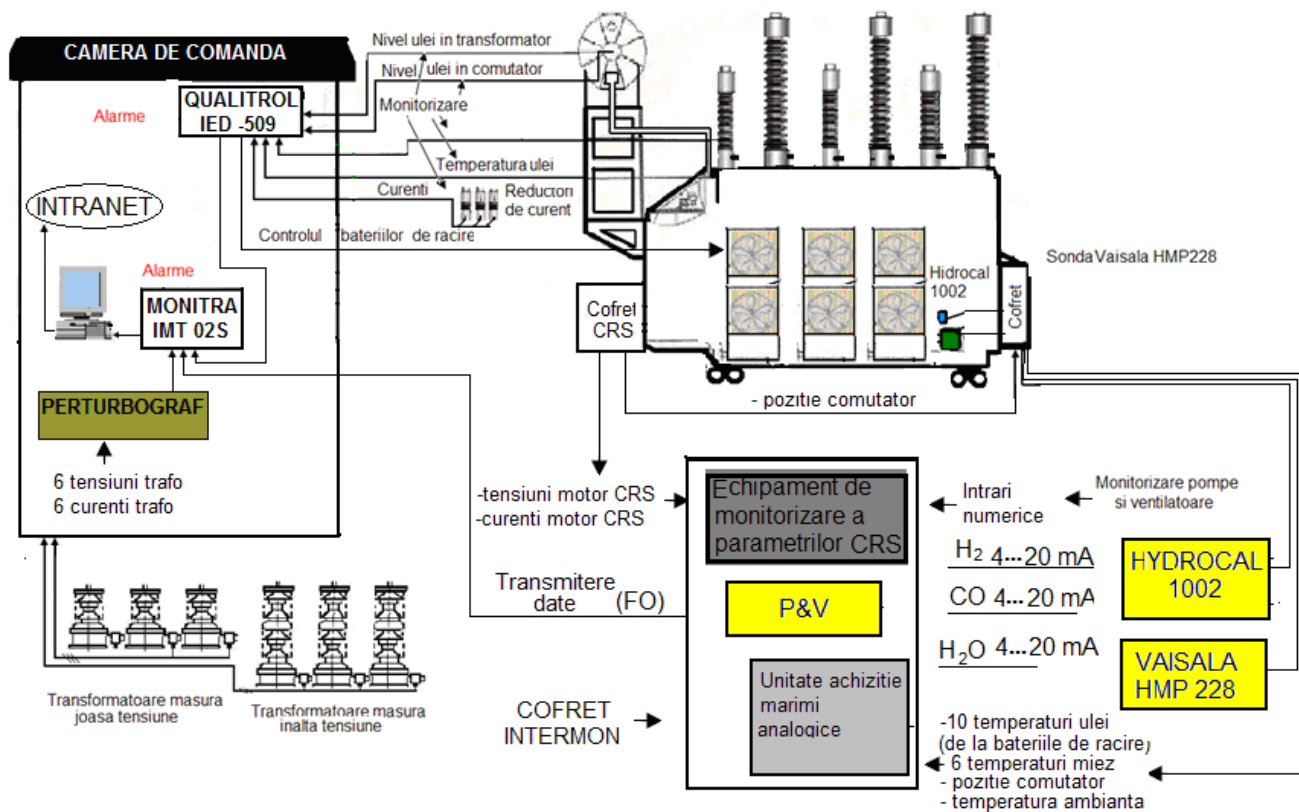
Tabel 4

Mărimi analogice			
Nr.crt.	Parametrul monitorizat	Domeniul	Nr. parametri
1.	Temperatura ulei cuva	-35÷120°C	1
2.	Temperatura înfășurare	0÷150°C	3
3.	Nivel ulei cuva	0÷200%	1
4.	Nivel ulei comutator	0÷200%	1
5.	Temperatura ulei baterie 1- intrare	-35÷120°C	1
6.	Temperatura ulei baterie 1- ieșire	-35÷120°C	1
7.	Temperatura ulei baterie 2- intrare	-35÷120°C	1
8.	Temperatura ulei baterie 2- ieșire	-35÷120°C	1
9.	Temperatura ulei baterie 3- intrare	-35÷120°C	1
10.	Temperatura ulei baterie 3- ieșire	-35÷120°C	1
11.	Temperatura ulei baterie 4- intrare	-35÷120°C	1

12.	Temperatura ulei baterie 4- ieșire	-35÷120°C	1
13.	Temperatura ulei baterie 5-intrare	-35÷120°C	1
14.	Temperatura ulei baterie 5- ieșire	-35÷120°C	1
15.	Temperatura miez	0÷150°C	6
16.	Temperatura ulei comutator	-35÷120°C	3
17.	Temperatura ambianta	-35÷120°C	1
18.	Conținutul de H2 în ulei	0÷2000ppm	1
19.	Conținutul de CO în ulei	0÷2000ppm	1
20.	Conținutul de apa în ulei	0÷100ppm	1
21.	Tensiune HV(înaltă tensiune)	0÷220kV	3
22.	Tensiune LV(joasa tensiune)	0÷110kV	3
23.	Curenți HV(înaltă tensiune)	0÷600A	3
24.	Curenți LV(joasa tensiune)	0÷1000A	3
25.	Puterea activa	0÷200MW	1
26.	Puterea reactiva	0÷200Mvar	1
27.	Tensiuni motor acționare comutator	0÷250Vc.a.	3
28.	Curenți motor acționare comutator	0÷10Ac.a.	3
29.	Puterea absorbita la acționare de motorul CRS	0÷1kW	1
30.	Poziția plotului	0÷17	1
31.	Numărul total de comutări	Max 1000000	1
32.	Curentul total comutat	(x)kA	1
33.	Volum de gaze în releul Buchholz	0÷400cm ³	1
Alte mărimi analogice și echipamente pot fi ușor integrate: echipament pentru detecția ultraacustica a descărcărilor parțiale, echipament pentru monitorizarea trecerilor izolate tip condensator, etc.			

MĂRIMI NUMERICE		
Nr. crt.	Accesorii monitorizate	Nr. accesorii
1.	Pompe de ulei	6
2.	Ventilatoare	18
3.	Stare releu Buchholz	1
4.	Stare întreruptor	1
Alte mărimi de stare pot fi ușor integrate		

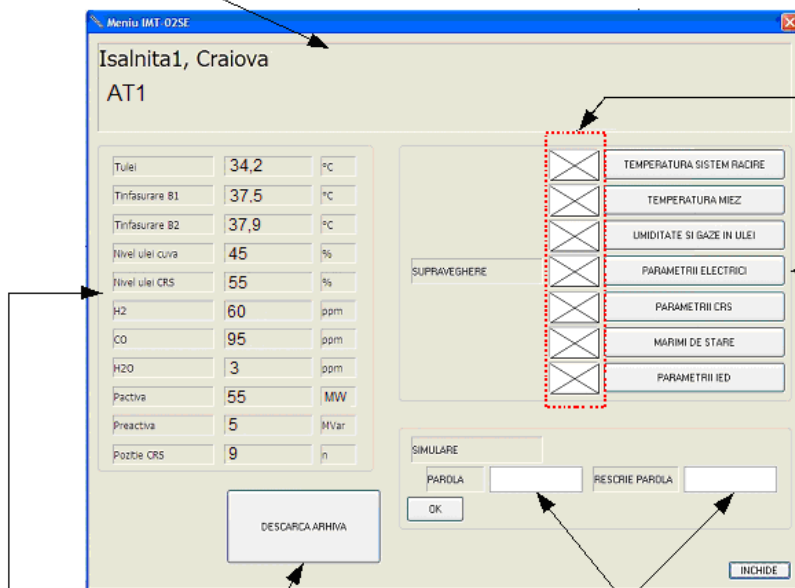
Instalația dezvoltată în prezent este concepută modular și are următoarea arhitectură:



Pachetul de programe ale sistemului și gestiunea înregistrărilor

Fereastra principală a sistemului de monitorizare este prezentată în figura de mai jos

Informații despre stația electrică și unitatea de transformare selectată



Starea alarmelor pentru fiecare dintre grupele de mărimi monitorizate. Dacă cel puțin una dintre mărimi are activată o alarmă se afișează culoarea roșu. În funcționare normală este afișată culoarea verde.

Grupe de mărimi monitorizate. Pentru fiecare în parte se poate deschide un ecran propriu de monitorizare

Permite descărcarea conținutului arhivei memorate la nivelul unității de transformare

Principalele mărimi monitorizate și valorile acestora

Pentru accesarea modului de lucru SIMULARE se introduce o parolă de acces

Software – ul instalației de monitorizare asigură:

- achiziția mărimilor de intrare și prelucrarea datelor;
- înregistrarea datelor într-o memorie proprie, nevolatilă
- comunicația cu un calculator și vizualizarea pe monitor , a parametrilor monitorizați;
- prescrierea nivelelor de alarmă pentru parametrii monitorizați;
- testarea echipamentului;
- posibilitatea diagnosticării stării transformatorului.

Software-ul de monitorizare “SM Console”

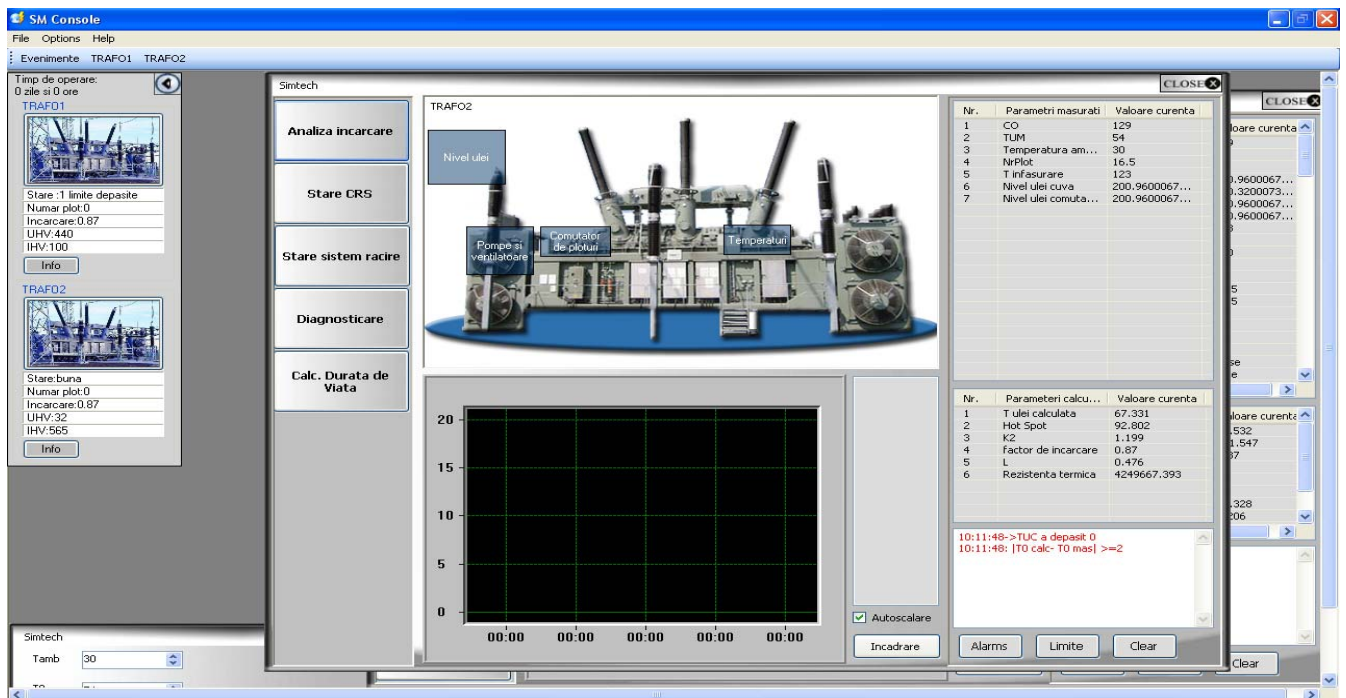
Este o aplicație desktop, care completează instalația pentru monitorizarea unităților de transformare din stațiile electrice. Datele sunt achiziționate de instalația de monitorizare și oferite apoi aplicației “SM console” prin intermediul unui server OPC. Fiecare stație de transformare este dotată cu un server de baze de date propriu în care “SM console” stochează datele achiziționate și calculate. Aplicația rulează pe MS Windows și oferă o prezentare accesibilă a datelor de măsurare, numeroase combinații și posibilități de zoom, vizualizarea datelor istorice și depistarea alarmelor, precum și stocarea datelor achiziționate într-o bază de date. Sunt asigurate următoarele funcții:

- Afișarea datelor online
- Afișarea alarmelor reale
- Configurarea alarmelor
- Afișarea datelor istorice sub formă de grafice
- Creare de rapoarte pentru datele istorice
- Afișarea datelor de sistem

“SM console” este un mediu de vizualizare complex și complet a parametrilor urmăriți pe transformatoare și oferă totodată informații despre evoluția variabilelor în timp, oferind utilizatorului oportunitatea de a-și alege un timp de pornire, unul de final și o rezoluție identificată prin pasul de timp la care se dorește trasarea graficelor. Graficele au opțiunea de autoscalare și zoom.

Panoul cu informații generale despre transformatoare:

Fereastra pentru transformator conține blocurile de analiză, listele parametrilor mășurați și calculați, informații despre eventuale alarme apărute și mecanismele de setare ale limitelor proprii fiecărui transformator.



Pentru a deschide blocul de analiză care interesează se va executa click pe unul dintre butoane. O altă fereastră se va deschide pentru fiecare bloc în parte.

Vizualizarea anumitor parametri se poate face din senzorii atașați transformatorului ce apar pe imaginea centrală astfel: se face click pe senzorul ce conține parametrul dorit, apoi click dreapta pe parametru, iar apoi click din meniul care apare pe “Vizualizare date on-line” și se pot vizualiza: tensiuni, curenți, valorile furnizate de senzori.

Funcțiile de analiză se pot efectua pe fiecare transformator în parte și acestea sunt:

- Analiză încărcare
- Stare CRS
- Stare sistem răcire
- Diagnosticarea off-line
- Calculul duratei de viață consumate/restante.

“SM console” permite atenționarea utilizatorului în cazul producerii unei alarme prin mijloace vizuale când unul dintre parametrii se află în afara limitelor. Alarma va conține data și ora la care a început, descrierea (parametrul care și-a depășit limita) și durata.

Butonul “Limite” deschide fereastra unde sunt stabilite limitele pentru parametri.

Pentru fiecare parametru se pot stabili maxim 3 limite superioare și 3 limite inferioare. Când s-a terminat stabilirea se apasă butonul “Save”.

Fereastra de configurare este destinată stabilirii portului de comunicare cu aplicația web, pentru stabilirea modului de citire a datelor prin serverul OPC, pentru perioadele de calcul și citire sincronă și selectării “path”-ului aplicației de diagnosticare off-line, în caz că acesta există.

Fereastra “Stare sistem” afișează evenimente care apar în timpul rulării; spre exemplu conexiunea unui client sau erori.

Software-ul de monitorizare WebConsole

WebConsole este o aplicație web care servește la vizualizarea și analiza parametrilor urmăriți pentru unitățile de transformare. Analiza și vizualizarea parametrilor poate fi făcută de oriunde după

glob prin accesarea URL-ului unde este instalată aplicația, după un browser web. WebConsole poate funcționa pentru mai multe stații de transformare care la rândul lor pot conține mai multe unități de transformare aflate sub monitorizare. WebConsole posedă o interfață prietenoasă și intuitivă, permițând o utilizare fără a necesita cunoștințe de specialitate.

Meniul de control conține 5 secțiuni principale:

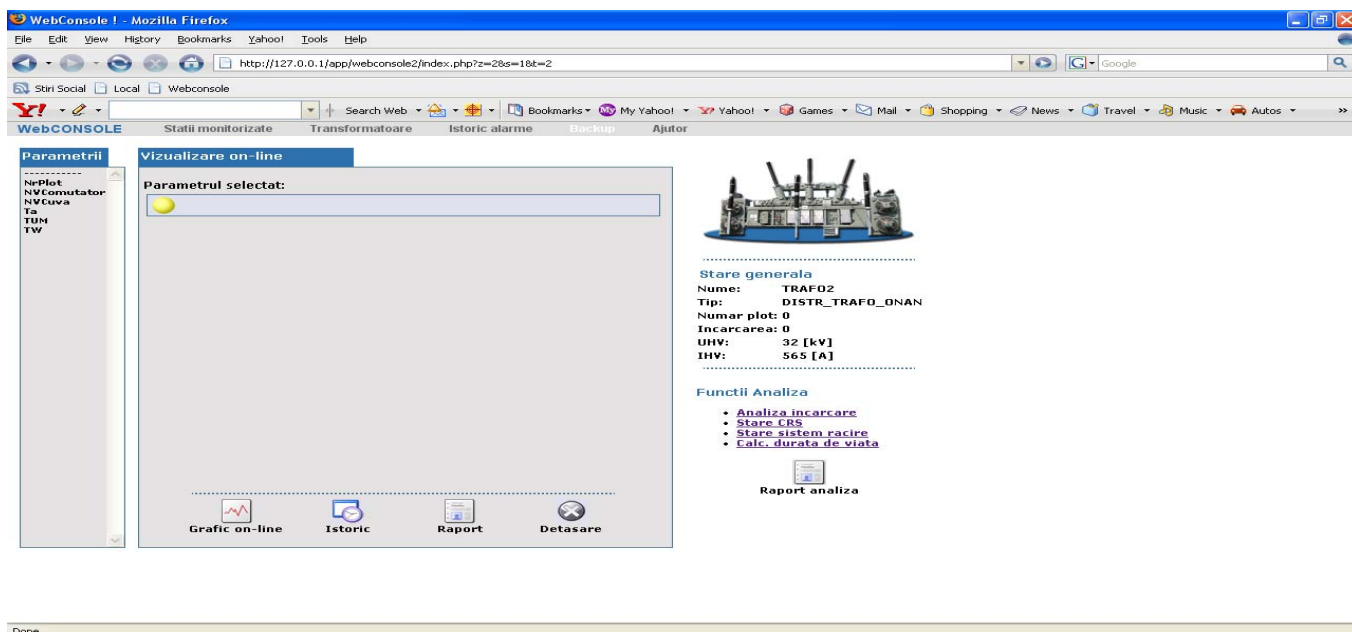
- *Stații Monitorizate* -> conține lista tuturor stațiilor care sunt monitorizate de către sistemul de monitorizare.
- *Transformatoare* -> conține lista tuturor unităților de transformare aflate sub monitorizare din stația aleasă.
- *Istoric alarme* -> prezintă o listă a tuturor alarmelor înregistrate.
- *Backup* -> accesează copiile de siguranță făcute pentru stația curentă.
- *Ajutor* -> sistemul de documentație on-line venit să sprijine utilizatorul.

În momentul alegerii unei stații de transformare aplicația WebConsole verifică existența stației și prezintă pe ecran transformatoarele din stație aflate sub monitorizare (fig.4).

WebConsole permite atenționarea utilizatorului în cazul producerii unei alarme. În cazul apariției unei alarme utilizatorul este avertizat printr-o fereastră în care se specifică parametrul care a produs alarma și limita care a fost depășită. Prin intermediul ferestrei de alarme utilizatorul poate vizualiza valorile tuturor parametrilor în timpul în care s-a produs alarma. WebConsole posedă și o secțiune specială pentru vizualizarea tuturor alarmelor de când a fost instalat software-ul de monitorizare pe transformator .



Pentru alegerea unui transformator se efectuează un click stânga pe poza transformatorului sau se alege din meniul de control. După alegerea transformatorului se afișează Interfața WebConsole



Interfața WebConsole este împărțită în 3 părți:

- *Lista parametrilor aflați sub monitorizare*: se prezintă lista parametrilor aflați sub monitorizare în ordine alfabetică.
- *Zona de lucru cu parametri*: cuprinde toate funcțiile care se pot efectua asupra parametrilor.

Funcțiile sunt:

- vizualizare în timp real (numeric / grafic);
- istoric ;
- raport pe un interval de timp asupra parametrilor;
- *Zona de informații generale și funcții de analiză.*

Funcțiile de analiză se pot efectua pe fiecare transformator în parte și acestea sunt:

- Analiză încărcare
- Stare CRS
- Stare sistem răcire
- Calculul duratei de viață consumate/restante

Baza de date. Monitorizarea și diagnosticarea off-line

Datele necesare pentru realizarea bazei de date sunt introduse de operator. Softul de monitorizare realizează procesarea datelor, arhivarea și vizualizarea acestora.

În cadrul acestei etape se determină :

- ✓ Starea izolației înfășurărilor;
Analiza uleiului electroizolant , analiza gazelor dizolvate în ulei -- metoda Rogers, Dornenberg, IEC, IEEE;
- ✓ Starea trecerilor izolate;
- ✓ Starea izolației schelelor, miezului, pachetelor de tole;
- ✓ Determinarea conținutului de apă;
- ✓ Determinarea nivelului descărcărilor parțiale ;

Cu ajutorul softului creat pentru monitorizarea și diagnosticarea transformatoarelor electrice de putere se pot determina și vizualiza stările transformatoarelor în orice moment și se poate evalua rezerva de durată de viață. De asemenea, se pot prelucra datele achiziționate în scopul stabilirii

tendinței de evoluție în timp a parametrilor transformatoarelor. Pentru fiecare parametru monitorizat sau introdus există posibilitatea vizualizării evoluției acestuia în timp. În cazul monitorizării stării unei anumite componente a transformatorului, pentru fiecare parametru monitorizat sau introdus există posibilitatea vizualizării evoluției acestuia în timp. În cazul monitorizării stării unei anumite componente a transformatorului (a izolației, a înfășurărilor etc.) există posibilitatea tipăririi unui raport (buletin) în care se specifică valorile obținute, inclusiv dacă acestea sunt în afara limitelor stabilite de normele în vigoare.

Se acordă calificative fiecărei componente analizate, precum și unității de transformare, în ansamblul ei, asigurându-se, atât vizualizarea stării acesteia, cât și indicarea tipului de mentenanță.

Componentă	Calificativ	Stare
1. Stare izolație		
1.1. Izolație infasurari:	FB	+
1.1.1. Riz:	FB	+
1.1.2. Tan:	FB	+
1.2. Ulei electroizolant	S	
1.2.1. Parametrii	B	+
1.2.1.1. Gaze	S	+
1.3. Treceți izolate		
1.3.1. Riz		+
1.3.2. Tan delta		+
1.4. Schele-miez-pachete de tole	FB	
1.4.1. Riz a schelelor	FB	+
1.4.1.1. Riz intre pachete	FB	+
1.5. Determinari globale	B	
1.5.1. RMV		+
1.5.2. CABS	B	+
1.5.3. PD		+
1.5.4. Zgomot		+
2. Stare infasurari	S	
2.1. Rezistente ohmice	S	+
2.2. FRA		+
3. Stare comutator	S	
3.1. Parametrii	S	+
3.2. Gaze	FB	+
4. Stare sistem racire	S	
4.1. Pompe si ventilatoare	FB	+
4.2. Pierderi ulei	S	+
5. Trafo de curent de tip inclus	S	
5.1. Rezistente de izolație	S	+
5.2. Rezistente ohmice	S	+
5.3. Curba VA	S	+
6. Vechime	B	+
7. Pierderi ulei cuva	FB	+
8. Conservator	FB	+

Determinarea stării echipamentului

De asemenea, se estimează durata rămasă de viață, prin monitorizarea parametrilor aleși, prin înregistrarea și evidențierea evoluției acestora și prin analiza “istoriei” unității de transformare. Prin apăsarea butonului “Save Raport” se realizează și se salvează în locația dorită un raport complet privind starea unității de transformare.

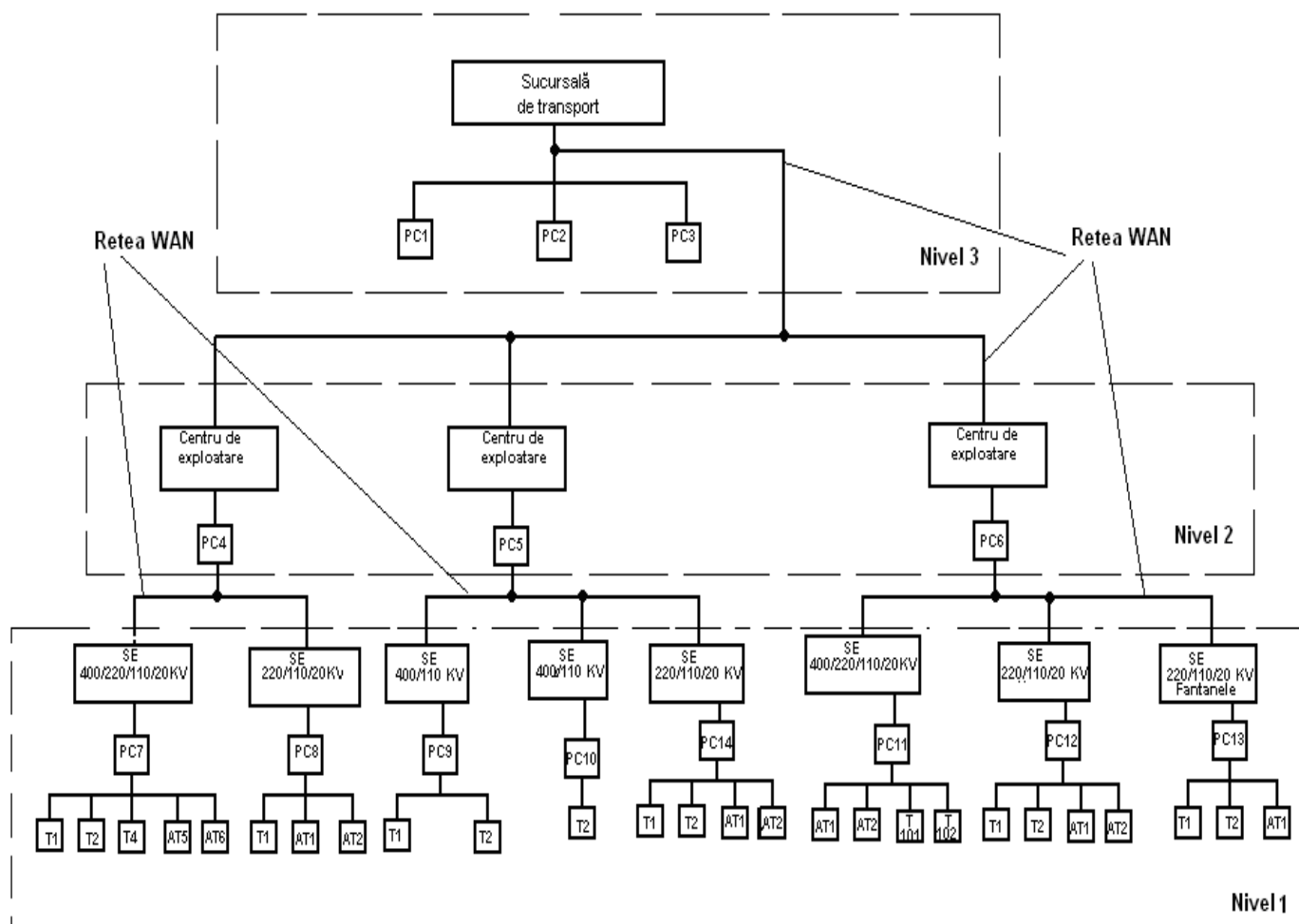
Arhitectura sistemului de monitorizare – diagnosticare integrat în intranetul unei sucursale

Rețele pentru transmisiuni de date, voce și imagine, folosind suporturi de transmisiuni (radio, fibra optica, linii telefonice), cu posibilități de prioritizare a traficului pentru anumite aplicații cuprinde rețeaua WAN destinată monitorizării unităților de transformare cu servere la nivelul fiecărei stații, centru și sucursala (fig 5.3). În cadrul acestui tip de rețea se folosesc anumite protocoale de rețea pentru a putea transmite date în cadrul unui asemenea gigant. Se folosesc de asemenea adresele de locație IP (Internet Protocol) cu ajutorul cărora serverele de Internet găsesc mult mai ușor calculatoarele din rețea. În cadrul acestei rețele se folosește un protocol de transfer de date care de fapt este o denumire colocvială pentru mai mult de 100 de protocoale diferite dar care au fost înglobate sub aceeași denumire TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol).

Acest protocol cuprinde între altele și protocoalele de Telnet (Terminal emulation), FTP (File Transfer Protocol), HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), a fost elaborat de Ministerul Apărării Naționale din SUA în anii '70 și are și acum cea mai largă arie de utilizare.

Principalele avantaje pe care acesta le prezintă ar fi:

- Independența de platforma. Protocolul TCP/IP nu a fost conceput pentru utilizarea într-un mediu destinat unui anumit tip de hardware sau software. A fost și este utilizat în rețele de toate tipurile.
- Adresare absolută. TCP/IP asigură modalitatea de identificare în mod unic a fiecărei mașini din Internet.
- Standarde deschise. Specificațiile TCP/IP sunt disponibile în mod public utilizatorilor și dezvoltatorilor. Oricine poate să trimită sugestii de modificare a standardului.
- Protocoale de aplicație. TCP/IP permite comunicația între medii diferite.



Legenda :

- PC1÷ PC14 - Stație PC pentru integrare sistem monitorizare în intranet
- SE - Stație electrică
- T - Sistem de monitorizare pentru transformatoare
- AT - Sistem de monitorizare pentru autotransformatoare