

REDUCEREA NUMĂRULUI DE ÎNTRERUPERI A CONSUMATORILOR ALIMENTAȚI DIN REȚELELE DE MEDIE TENSIUNE CU NEUTRUL TRATAT PRIN REZISTENȚĂ PRIN UTILIZAREA SISTEMULUI DE AUTOMATIZARE “ÎNTRERUPTOR ȘUNT”

Dr.ing. Fănică Vatră, Ing. Manfred Stein
Institutul de Studii și Proiectări Energetice (ISPE)
Bdul Lacul Tei nr.1, sector 2, 020731, București, România,
tel: +4021.206.1229, fax: +4021.210 34 81, e-mail: fvatra@ispe.ro

Abstract: *It is known that the earthing of the MV networks neutral by resistance, although it has special advantages as related to other neutral systems, determines a higher number of short consumer disconnections, especially in the case of overhead networks. The advantages of earthing the neutral by resistance can be maintained entirely also in the case of MV overhead networks when applying the “shunt circuit-breaker” solution that makes it possible to reduce considerably the number of short interruptions determined by passing failures without interrupting the supply of the consumers connected to these networks.*

In the paper the authors make a short presentation of the “shunt circuit-breaker” solution and of the advantages obtained by its implementation, while presenting a series of synthetic data on the efficiency of using the solution, resulted from its operating under real operation conditions in a series of 110/20 kV substations: Eforie Nord under the management of SDFEE Constanța, Găiești under the management of SDFEE Târgoviște and Lumina under the management of SDFEE Pitești.

1.- ASPECTE GENERALE

Toate companiile de electricitate au în vedere utilizarea unor soluții de tratare a neutrului rețelilor și a unor soluții de automatizări asociate care să permită atât eliminarea defectelor trecătoare fără întreruperea în alimentare a consumatorilor cât și detectarea și deconectarea rapidă și selectivă a elementelor de rețea cu defecte monofazate permanente.

Prescripțiile energetice în vigoare în România (NTE 001/03/00) [1] impun tratarea neutrului rețelilor electrice de medie tensiune în cazul în care curentul capacitiv la defect monofazat în rețeaua legată galvanic depășește valoarea de 10 A. În rețelele de medie tensiune din România, unde curenții capacitivi de punere la pământ depășeau această valoare, până nu de mult, s-au luat măsuri de reducere a valorii acestora fie prin sectionarea galvanică a rețelei, fie prin compensarea curenților capacitivi prin bobina de compensare.

În 1982 s-a decis generalizarea și în România a soluției de tratare prin rezistență a neutrului rețelilor electrice de distribuție de medie tensiune. Soluția permite realizarea unor protecții sigure de selectare și deconectare rapidă a defectelor și eliminarea unor dezavantaje importante specifice funcționării rețelilor cu neutrul izolat sau tratat prin bobina de stingere.

Aplicarea soluției de tratare a neutrului prin rezistență a confirmat avantajele preconizate, impunând-o mai ales în cazul rețelilor electrice de medie tensiune în cablu sau preponderent în cablu. Însa, în cazul rețelilor aeriene și a unor rețele mixte, tratarea prin rezistență se impune cu dificultate datorită numărului mai mare de

întreruperi în alimentarea consumatorilor, rezultate ca urmare a defectelor trecătoare specifice acestor rețele. Protecția prin rele, utilizată în acest caz pentru deconectarea de la rețea a elementului cu defect, acționează chiar dacă defectul este trecător (de exemplu chiar și în cazul funcționării unui descarcător cu coarne). Prin utilizarea instalațiilor de tip RAR se reduce în mod substanțial numărul întreruperilor definitive ale consumatorilor prin selectarea și eliminarea defectelor trecătoare, consumatorii fiind totuși afectați deoarece se întrerupe alimentarea lor pe duratele comandate de logica de RAR.

Deși în România, în prezent, furnizorul de energie electrică nu are răspunderea față de consumatori pentru întreruperea alimentării pe durata acționării RAR, întreruperile de scurtă durată afectează calitatea energiei electrice, fiind foarte neplăcute mai ales pentru consumatorii la care echipamentele alimentate sunt protejate prin contactoare. Aceste întreruperi de scurtă durată vor deveni în curând și mai supărătoare deoarece ele afectează în mod deosebit echipamente electronice și informatice instalate la consumatori, care sunt sensibile la supratensiuni, goluri de tensiuni și întreruperi de scurtă durată, fiind necesară reinițializarea programelor, se pierd informații care nu au fost salvate sau se perturbă procesul de transmisiuni de date între echipamente sau între rețele de calculatoare. Din aceste motive, în străinătate, se acordă o tot mai mare atenție acestor tipuri de evenimente, fapt care va deveni, în curând, de actualitate și în țara noastră, necesitând găsirea unor soluții și pentru reducerea numărului de întreruperi de scurtă durată în cazul rețelilor de MT cu neutrul tratat prin rezistență.

Gasirea si utilizarea unor metode de eliminare a defectelor trecatoare (circa 85 - 90 % din totalul defectelor), fara intreruperea alimentarii consumatorilor, prin blocarea protectiilor de deconectare a defectelor in astfel de cazuri, ar face ca solutia de tratare a neutrului prin rezistenta sa fie atractiva si de actualitate, aplicabila fara retineri si in cazul retelelor aeriene de medie tensiune, deoarece ar determina cumulara avantajelor solutiei de tratare a neutrului prin rezistenta cu principalul avantaj pe care il are solutia de tratare a neutrului prin bobina de stingere si anume eliminarea defectelor trecatoare fara perturbarea alimentarii consumatorilor.

In cele ce urmeaza se prezinta solutia tehnica, numita "*intreruptor de suntare*", aplicabila in cazul retelelor electrice aeriene de medie tensiune cu neutrul tratat prin rezistenta, solutie care imbunatateste performantele tratarii neutrului prin rezistenta, in conditii tehnice si economice avantajoase. Solutia este aplicata cu succes in Franta din 1975.

Solutia "*Înteruptor de şuntare*" se află în prezent în condiții de exploatare curentă la SDFEE Târgoviște (stația 110/20 kV Găiești), SDFEE Constanța (stația 110/20 kV Eforie Nord) și SDFEE Pitești (stația 110/20 kV Poiana Lacului), demonstrând, prin rezultatele obținute, că prin utilizarea acesteia s-a redus drastic numărul de

întreruperi a consumatorilor alimentați din rețelele de MT racordate în stațiile respective și a crescut semnificativ calitatea alimentării acestor consumatori.

Se menționează, că soluția este recomandată de NTE 01/03/00 [1] (forma revizuită a PE 109/92), fiind specificate și condițiile și restricțiile de utilizare.

2.- PRINCIPIUL DE FUNCTIONARE A SOLUTIEI "INTRERUPTOR DE SUNTARE"

Principiul solutiei consta in "suntarea" defectului monofazat produs in retea prin inchiderea, fara temporizare, a unui "*intreruptor sunt*" (montat in statia IT/MT pe barele statiei de MT), pe faza afectata de defect monofazat. Aceasta suntare are menirea de a reduce, practic la zero, curentul prin locul de defect, realizandu-se stingerea arcului fara ca "suntarea" sa produca o intrerupere in alimentarea consumatorului.

In fig.1 se prezinta schema de principiu a unei retele de MT, alimentata printr-un transformator de IT/MT, avand neutrul tratat printr-o rezistenta. Fiecare faza a acestei retele de MT poate fi conectata la pamant printr-un intreruptor cu actionare independenta pe fiecare faza (*intreruptor de suntare* - IS).

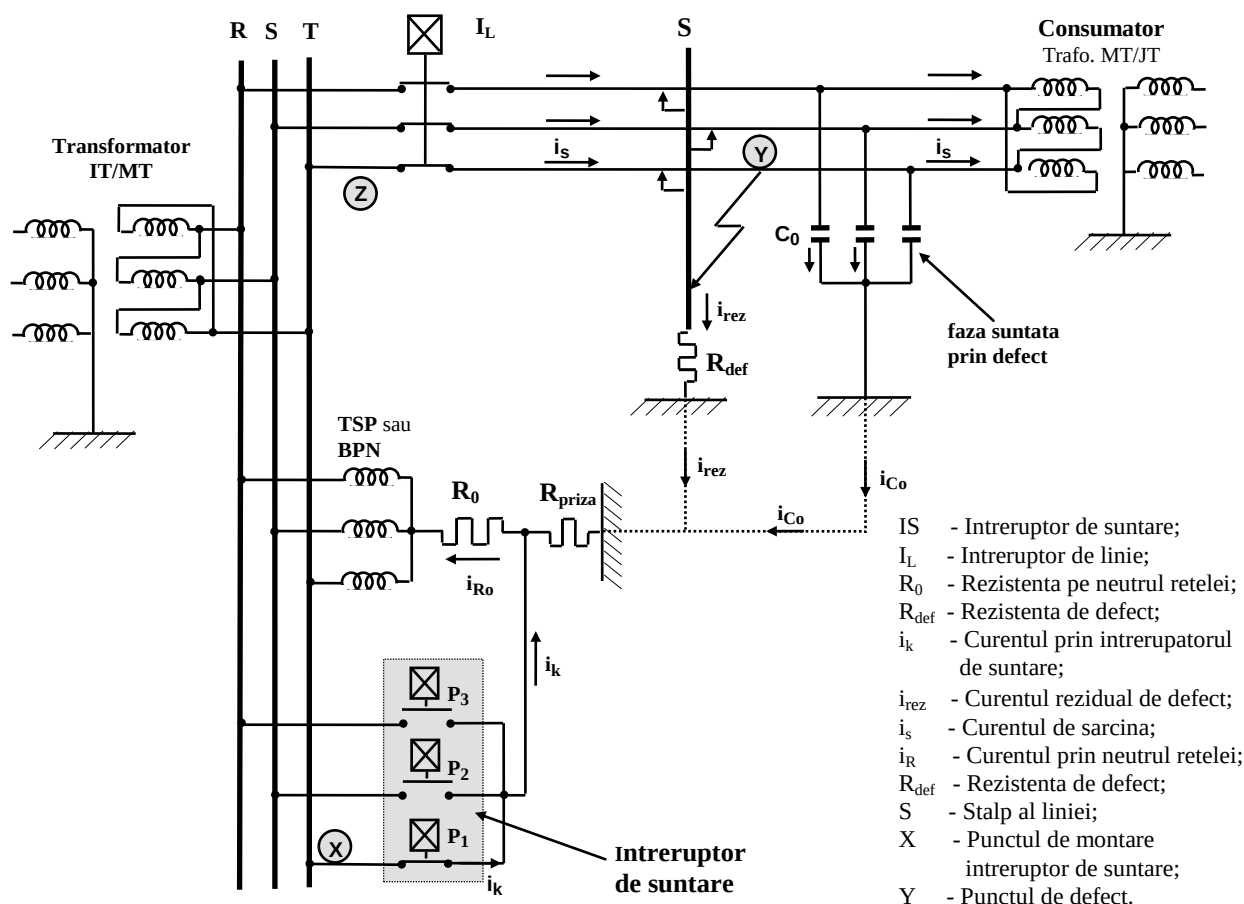


Fig.1.- Schema de principiu de functionare a solutiei "*Intreruptor de suntare*".

Sa presupunem ca un defect trecator (pasager) la pamant afecteaza faza 1 a retelei in punctul Y al unei LEA (de exemplu la stalpul S). Solutia tehnica de eliminare a defectului trecator consta in stingerea arcului de defect din punctul Y suntand defectul prin inchiderea fara temporizare a polului P1 a "*intreruptorului de suntare*" IS pentru un interval de timp " Δt " dat, urmat de deschiderea polului P1 dupa scurgerea acestui timp " Δt ". Procedand astfel se reduce tensiunea intre punctul Y si pamant la o valoare inferioara tensiunii care permite reamorsarea arcului si astfel defectul trecator a fost eliminat.

Deschiderea polului P1 al intreruptorului IS nu trebuie sa se faca decat dupa deionizarea traseului arcului pentru a se evita o reamorsare a acestuia. Aceasta conditie impune o durata minima de suntare ($\Delta t > 0,1$ sec).

In cazul in care defectul a fost pasager, functionarea retelei revine la normal dupa deschiderea polului P1. Daca in intervalul de timp " Δt " defectul nu a fost eliminat, el este un defect permanent, care va fi selectat si deconectat prin functionarea protectiilor conventionale de pe LEA, pe durata actionarii lor blocandu-se repetarea suntarii. Se sconteaza astfel la selectarea si eliminarea a circa 75-90 % din defectele monofazate, ca si in cazul RAR, dar, prin utilizarea acestei solutii, fara deconectarea consumatorilor.

Rețelele electrice de distributie de medie tensiune fiind in general de tip radial, suntarea arcului trebuie sa se realizeze din statia de IT/MT. "*Intreruptorul sunt*" se racordeaza la barele statiei de alimentare a retelei de MT deoarece defectul se poate produce pe oricare plecare din statia de MT si barele de MT sunt singurele elemente comune tuturor acestor plecari. In cazul retelei reale trifazate este necesar a se preintampina functionarea IS in cazurile in care defectul la pamant este polifazat, iar comanda de suntare trebuie emisa numai pentru faza afectata de un defect monofazat. Din aceasta cauza, principalele conditii care se impun in aplicarea acestei solutii sunt:

- instalarea pe barele de MT ale statiei IT/MT a unor intreruptoare cu actionare monofazata, care sa asigure posibilitatea de comanda de inchidere la pamant numai a fazei pe care s-a produs punerea la pamant;

- asigurarea selectarii fazei pe care trebuie sa inchida *intreruptorul sunt*, adica a fazei pe care s-a produs defectul si blocarea comenzii de inchidere a unei faze de intreruptor, daca acesta este deja inchis pe o faza;

- asigurarea blocarii actionarii repetate a *intreruptorului sunt*, daca dupa prima actionare a intreruptorului, defectul la pamant nu a fost eliminat;

- posibilitatea de deconectare prin "*intreruptorul sunt*" a unor curenti de scurtcircuit cu dubla

punere la pamant, daca pe durata inchiderii unei faze a *intreruptorului sunt*, se mai produce un alt defect la pamant pe o alta faza - declansarea imediata a fazei care a realizat suntarea;

- blocarea comenzii de inchidere simultana a mai mult decat a unei faze la pamant;

- asigurarea deconectarii imediate a fazei intreruptorului care a inchis pe alta faza decat aceea pe care s-a produs defectul monofazat.

Se subliniaza in mod deosebit faptul, ca utilizarea solutiei "*intreruptor de suntare*" nu implica nici un fel de risc suplimentar in functionarea retelei deoarece:

- daca intreruptoarele monofazate ar refuza actionarea, retea se va comporta ca si inaintea instalarii acestuia;

- daca intreruptorul ar functiona intempestiv (adica ar inchide o faza la pamant in lipsa unui defect) s-ar produce un curent de defect, care se inchide prin benzile prizei de pamant ale statiei, egal cu $250 \div 300$ A, deci absolut nepericulos, fiind de acelasi ordin de marime cu curentii de sarcina;

- daca intreruptoarele ar functiona, la inchidere, pe alta faza decat pe aceea pe care s-a produs defectul, s-ar produce un curent maxim egal cu curentul de scurtcircuit la dubla punere la pamant, pentru care caz, asa cum s-a mentionat, s-ar comanda prin protectia prevazuta o declansare imediata (fara temporizare) a fazei inchise la pamant.

3.-PRINCIPALELE AVANTAJE OFERITE DE SOLUTIA "INTRERUPTOR DE SUNTARE"

Prin aplicarea solutiei "*intreruptor de suntare*" in cazul retelelor electrice de MT aeriene sau mixte se pastreaza toate avantajele si facilitatile tratarii neutrului prin rezistenta. Eliminarea defectelor trecatoare cu ajutorul solutiei "*intreruptor de suntare*" are marele avantaj ca nu se comanda deconectarea LEA de MT cu defect trecator. Consumatorii nu simt defectul si nici actionarea "*intreruptorului sunt*". Prin faptul ca eliminarea defectelor trecatoare nu se face prin deconectarea lor, ci prin suntarea arcului, se reduce in mod substantial (cu circa 75-90 %) numarul de intreruperi ale consumatorilor. Intreruperea alimentarii cu energie electrica se produce numai pentru acei consumatori care sunt racordati la linii cu defect permanent, (daca nu este prevazuta o alimentare de rezerva).

Deoarece suntarea nu conduce la perturbarea alimentarii normale a consumatorilor, durata suntarii, necesara stingerii arcului si deionizarii canalului de arc, poate fi considerabil mai mare decat prima pauza de RAR, aceasta putandu-se mari pana la limita de stabilitate termica impusa de rezistorul montat pe neutrul retelei (circa 5 s), crescand astfel probabilitatea de deionizare a mediului de arc si

stingerea acestuia și astfel pot fi depășite performanțele actuale ale RAR de eliminare a defectelor monofazate trecătoare.

Prin faptul că defectul monofazat (curentul fiind < 300 A) este eliminat practic instantaneu, condițiile impuse de tensiunile de atingere și de pas sunt considerabil ușurate față de actualele prevederi referitoare la tratarea neutrului prin rezistență. În afara de acest efect, datorită eliminării prin scurtare a defectelor monofazate trecătoare se întrevede și o reducere importantă (în circa 85-90 % din cazuri) a probabilității de expunere la valori periculoase ale tensiunilor de atingere și de pas și astfel se ușurează considerabil condițiile de dimensionare a prizei de pământ față de cazurile în care s-ar utiliza alt mod de tratare a neutrului.

Prin faptul că „*întreruptorul de scurtare*” realizează funcția de eliminare a defectelor trecătoare, ca și instalațiile RAR, dar fără întreruperea alimentării consumatorilor, se creează premisele pentru renunțarea la utilizarea de instalații RAR în acest caz. În acest fel se obțin importante avantaje tehnice și economice pentru utilizatorii soluției „*întreruptor de scurtare*”.

4.- STADIUL IMPLEMENTĂRII SOLUȚIEI „INȚRERUPȚOR DE SȚURTARE”

Ținând seama de cele prezentate, RENEL-GTDEE a considerat oportun să verifice „pe viu” principiilor de bază ale soluției propuse de autori.

Experimentarea principiilor soluției s-a efectuat în toamna anului 1995 la SDFEE Constanța, în stația Eforie Nord 110/20/10 kV, stație care alimentează o rețea aeriană extinsă de 20 kV. Ca urmare a rezultatelor favorabile obținute cu ocazia acestei experimentări, s-a decis ca soluția să se aplice în condiții reale de exploatare în stația de 110/20 kV Eforie Nord.

La mijlocul anului 1996, Electroputere Craiova și-a manifestat disponibilitatea să analizeze posibilitatea reproiectării întreruptorului de 20 kV în SF₆ cu acționare trifazată, aflat în fabricație curentă, în scopul fabricării unui „*întreruptor scurt*” cu acționare monofazată. Fabricarea acestuia pentru SFDEE Constanța a fost finalizată la începutul anului 1998. Confectionarea dispozitivului de selectare a fazei cu defect și de comandă a întreruptorului sunt a fost realizată în acest caz de către SFDEE Constanța.

Din anul 1999 soluția „*întreruptor de scurtare*” funcționează în condiții reale de exploatare în stația 10/20 kV Eforie Nord.

În urma rezultatelor favorabile obținute ca urmare a experimentărilor efectuate la SFDEE Constanța, soluția „*întreruptor de scurtare*” s-a aplicat și la SFDEE Pitești și anume în stația de 110/20 kV Poiana Lacului, stație care alimentează un număr important de consumatori din domeniul

petrolier (în principal sonde) printr-o rețea de 20 kV, preponderent aeriană, cu neutrul tratat prin rezistență.

În cazul stației de 110/20 kV Poiana Lacului selectarea fazei cu defect este realizată de un bloc de automatizare electronic, special conceput pentru acest tip de aplicație, denumit „*bloc automat de selectare a fazei cu defect monofazat și de comandă a întreruptorului sunt*” (BSFCIS)”. Acest echipament, realizat în colaborare de firma SC TELECOMM București și SIER, permite generalizarea soluției, utilizarea acestuia asigură și garantează realizarea tuturor condițiilor de acționare și de blocare precizate de autorii soluției și permite reglarea anumitor parametri care trebuie adaptați.

De asemenea, soluția a fost implementată la anul 2002 la SFDEE Târgoviște, în stația de 110/20 kV Găești și va fi implementată la SDFEE Ploiești, în stația de 110/20 kV Mizil și la SDFEE Iași, în stația de 110/20 kV Pascani, pentru care s-au elaborat documentațiile de proiectare necesare implementării soluției.

Pentru aplicarea soluției „*întreruptor de scurtare*” în cazul stației Găești s-au utilizat blocul de automatizare BSFCIS și un *întreruptor sunt* în vid din import.

În urma analizării funcționării soluției „*întreruptor de scurtare*” în stația de 110/20 kV Găești în perioada 13 iunie 2002 (data de punere în funcțiune) - 6 august 2002, în conformitate cu informațiile furnizate de către SDFEE Târgoviște au rezultat următoarele date de sinteză:

- numărul total de evenimente: 795;
- numărul de defecte trecătoare eliminate prin acțiunea „*întreruptorului sunt*” (fără întreruperea alimentării consumatorilor): 627 (141 pe faza R, 269 pe faza S, 217 pe faza T);
- numărul de acționări reușite ale RAR: 142 (defecte semipermanente și defecte trecătoare cu durată de eliminare mai mare decât interval de timp " Δt " reglat în prezent în cadrul blocului de automatizare BSFCIS);
- numărul de acționări nereușite ale RAR: 26 (defecte permanente), din care 9 incidente (arbori căzuți în instalații datorită furtunii și izolatori conturnați, 17 defecte care s-au izolat în timpul manevrelor de localizare a defectelor);
- eficacitatea soluției „*întreruptor de scurtare*” pentru interval de timp " Δt_1 " reglat la acea dată în cadrul blocului de automatizare BSFCIS:
 - 81,5 % raportat la numărul total de defecte trecătoare și semipermanente (627/769);
 - 78,9 % raportat la numărul total de evenimente.

Deci în perioada respectivă, circa 80 % din evenimente au fost soluționate prin acțiunea Sistemului de Automatizare „*întreruptor sunt*” fără întreruperea alimentării, chiar și pentru o foarte

scurta durata de timp, a consumatorilor racordati la aceste retele.

În continuare se prezintă o serie de informațiile de sinteză noi, furnizate de SDFEE Targoviste în 2003 referitoare la modul de funcționare și eficiența *Sistemului de Automatizare "întreruptor sunt"* în stația de 110/20 kV Găești în perioada 10 sept. 2002 - 4 iulie 2003, perioadă în care s-a mărit interval de timp " Δt " reglat în cadrul blocului de automatizare BSFCIS):

- numărul total de evenimente datorate defectelor monofazate și polifazate cu și fără pământ: 1951;

- numărul total de evenimente datorate defectelor monofazate: 1744;

- numărul de defecte monofazate trecătoare eliminate prin acțiunea *Sistemului de Automatizare "întreruptor sunt"* (fără întreruperea alimentării consumatorilor): 1496;

- numărul total de acționări reușite ale RAR în cazul defectelor monofazate și polifazate: 252, din care un număr de 167 au fost acționări reușite ale RAR în cazul defectelor monofazate (defecte monofazate semipermanente și defecte monofazate trecătoare cu durata de eliminare mai mare decât interval de timp " Δt_2 " reglat în prezent în cadrul blocului de automatizare BSFCIS);

- numărul total de acționări nereușite ale RAR: 122 (defecte monofazate și polifazate permanente), din care un număr de 81 au fost acționări nereușite ale RAR în cazul defectelor monofazate (defecte monofazate permanente);

Ca urmare a datelor de mai sus, au rezultat următorii indicatori de eficacitate a *Sistemului de Automatizare "întreruptor sunt"* pentru interval de timp " Δt_2 " reglat în prezent în cadrul blocului de automatizare BSFCIS:

- 89,96 % raportat la numărul total de defecte monofazate trecătoare și semipermanente (1496/1663); diferența de 10,04 % o reprezintă defecte monofazate semipermanente cu o durată de autostingere a arcului mai mare de " Δt_2 ";
- 85,78 % raportat la numărul total de evenimente datorate defectelor monofazate.

Deci în perioada 10 sept. 2002 - 4 iulie 2003, prin acțiunea *Sistemului de Automatizare "întreruptor sunt"* au fost soluționate circa:

- 90 % din evenimente datorate defectelor monofazate trecătoare și semipermanente;
- 86 % din totalul evenimentelor datorate

defectelor monofazate;

fără întreruperea alimentării consumatorilor racordati la aceste retele, nici chiar pentru o foarte scurtă durată de timp. Consumatorii nu au simțit defectul și nici acțiunea "*întreruptorului sunt*".

5. CONCLUZII

Rezultatele obținute în condiții de exploatare curentă pe parcursul a mai multor ani în cele trei stații de 110/20 kV (Găești, Eforie Nord și Poiana Lacului) în care s-a aplicat soluția "*întreruptor de suntare*", au demonstrând faptul că prin utilizarea *Sistemului de Automatizare "întreruptor sunt"* în rețelele electrice aeriene sau mixte de MT cu neutru tratat prin rezistență s-a redus drastic numărul de întreruperi a consumatorilor alimentați din rețelele de MT racordate în stațiile respective și a crescut semnificativ calitatea alimentării acestor consumatori.

Prin utilizarea *Sistemului de Automatizare "întreruptor sunt"*, metoda de tratare prin rezistență a neutrlui rețelelor electrice de MT se poate generaliza și în cazul rețelelor aeriene sau mixte, fiind, în acest moment, atât sub aspect tehnic cât și economic, metoda optimă de tratare a neutrlui a tuturor categoriilor de rețele de MT (aeriene, în cablu sau mixte).

Bibliografie

- [1] Vatră F. - NTE 001/03/00 - *Normativ privind alegerea izolației, coordonarea izolației și protecția instalațiilor electroenergetice împotriva supratensiunilor*. ANRE, 2003.
- [2] Vatră F., Stein M., Sufrim M., Albert H., Radu C. - *Aspecte privind strategia de tratare a neutrlui rețelelor electrice de medie tensiune* - Publicat în Volumul de lucrări - Al XVII -lea Simpozion Național de Siguranță în Funcționare a Sistemului Energetic - SIG 2001, Deva 26-28 sept. 2001.
- [3] Vatră F., Stein M. - *Soluție de reducere a numărului de întreruperi ale consumatorilor în rețelele aeriene de medie tensiune cu neutru tratat prin rezistență* - Publicat în Volumul de lucrări - Al XVI -lea Simpozion Național de Siguranță în Funcționare a Sistemului Energetic - SIG 1999, Bacău, 22-23 sept. 1999..