

TRATAREA NEUTRULUI ÎN REȚELELE DE MEDIE TENSIUNE

Ina Dobrea

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: Alegerea modului de tratare a neutrului transformatoarelor din rețelele electrice de medie tensiune este activ discutată de către specialiștii din domeniu pînă în prezent. Problema optimizării modului de tratare a neutrului este una multicriterială și nu permite obținerea unei formulări tehnico-economice care să poată îngloba toate aspectele problemei. Numărul mare de articole apărute în revistele de specialitate sunt un indice obiectiv a faptului că soluția nu este găsită.

Cuvinte cheie: Tratarea neutrului, neutru izolat, neutru compensate, bobină de stingere, rezistență de valoare mare, rezistență de valoare mica, curent de punere la pământ.

1. Introducere

Analiza publicațiilor din ultimii ani indică o tendință pronunțată privind utilizarea rezistenței pentru legarea neutrului la pământ, de sinestătător sau în asociere cu bobina de stingere. Cercetările teoretice și realizările practice au pus în evidență un șir întreg de factori care trebuie luați în considerație la alegerea modului de tratare a neutrului, inclusiv prin tratarea cu rezistență activă.

Principalele probleme care trebuie examinate la alegerea unei soluții de tratare a neutrului rețelelor electrice sunt:

- asigurarea continuității alimentării consumatorilor cu energie electrică;
- prevenirea deteriorării echipamentelor electrice în regimul punerii la pământ din cauza supratensiunilor, transformării simplei puneri la pământ în defecte duble sau scurtcircuitate polifazate;
- asigurarea securității electrice la exploatarea instalațiilor electrice;
- realizarea unor sisteme de protecție selective și rapide sau a unor automați corespunzătoare.

Utilizarea neutrului izolat sau compensat în rețelele de medie tensiune în perioada dezvoltării sistemului electroenergetic era justificată deoarece corespundea totalmente stării rețelelor la acel moment:

- Gradul redus de rezervare a alimentării consumatorilor de energie electrică;
- Starea relativ bună a izolației echipamentului electric care se afla în funcționare o durată mică de timp;
- Capacitatea de autore stabilire a izolației defectate la punerile monofazate la pământ ale cablurilor 10 (6) kV cu hîrtie împregnată cu ulei, pe larg utilizate în acea perioadă;
- Curenți mici de punere la pământ, care asigurau securitatea electrică.

În ultimele decenii situația s-a schimbat esențial. Foarte mult a crescut gradul de uzură a instalațiilor electrice, în unele cazuri fiind catastrofală. Păstrarea regimului de punere la pământ, însoțit de supratensiuni considerabile, implică defecte multiple în rețelele în cablu deja învechite. Din altă parte, a crescut gradul de rezervare a consumatorilor, de aceea deconectarea unei linii nu prezintă pericolul pierderii definitive a alimentării cu energie electrică. Proprietatea de bază a rețelelor MT de a păstra în alimentare consumatorii în regimul de punere la pământ și-a pierdut actualitatea. În rețelele moderne sarcina personalului operativ este de a lichida cît mai rapid starea de avarie în rețea și nu de a păstra în alimentare consumatorii în regimul de punere la pământ, destul de periculos prin consecințele sale.

Luînd în considerație cele expuse mai sus, majoritatea specialiștilor propun de examinat regimul de defect monofazat ca unul de avarie, care necesită deconectare automată cu trecerea alimentării consumatorilor prin liniile de rezervă. Argumente suplimentare sunt următoarele:

- complexitatea și siguranța redusă a sistemelor de reglare automată a bobinelor de stingere, imposibilitatea compensării totale a curentului capacitiv de punere la pământ;
- creșterea nivelului armonicilor superioare în curentul de punere la pământ;
- necesitatea asigurării simetriei capacităților de fază a rețelei în raport cu pământul în regimul de compensare (conform p.4.2.166 NAIE – nu mai mare de 0,75%);
- fenomenele de ferorezonanță, deplasarea neutrului și defectarea transformatoarelor de tensiune în regimul de punere la pământ;
- utilizarea tot mai pe larg a cablurilor cu izolație reticulată în loc de cele cu hîrtie împregnată care nu au proprietatea de autore stabilire;

- utilizarea tot mai pe larg a cablurilor cu izolație reticulată și a transformatoarelor uscate care necesită o protecție sporită contra suprațensiunilor.

Dezavantajele rețelelor cu neutrul izolat sau compensat, confirmate pe parcursul exploatării rețelelor electrice MT, impune căutarea de noi soluții și anume implementarea tratării neutrului prin rezistență ohmică de valoare mare sau mică, de sinestătător sau în asociere cu bobina de stingere BS. Opinia generală a specialiștilor [1-6], care au publicat în ultimii ani articole pe tema tratării neutrului în rețelelor 6-35 kV, susțin această tendință.

2. Tipuri de rezistențe și schemele de conectare

Legarea la pământ a neutrului poate fi realizată prin rezistențe de valoare mare și mică, nivelul curentului de punere la pământ admisibil fiind diferit (ceea ce nu este stipulat în actele normative). Mai mult ca atât, în NAIE nu se face divizarea rezistențelor de tratare a neutrului în cele de valoare mare sau mică.

Montarea rezistenței de tratare a neutrului în rețelele 35 kV poate fi realizată la neutrul accesibil al înfășurării 35 kV a transformatorului 110(220)/35/10(6) kV, fig. 1 (a).

În rețelele 6 (10) kV de regulă lipsește punctul neutru, în acest caz rezistența poate fi montată la neutrul unui transformator special de putere mică (transformator de neutru artificial TN) cu schema de conexiune Y_0/Δ (fig.1, b) sau la un filtru de succesiune homopolară (bobină pentru crearea neutrului artificial BPN) cu schema de conexiune zigzag (fig.1, c). Altă variantă – neutrul înfășurării de tensiune superioară a TN se leagă la pământ, rezistența se montează în înfășurarea secundară conectată în triunghi deschis, transformatorul TN trebuie să fie cu miezul în manta (fig.1, d).

În cazul utilizării combinate a rezistenței de tratare a neutrului cu bobina de stingere BS (fig.1, e) se recomandă conectarea lor la neutrul transformatorului prin separatoare, ceea ce va permite utilizarea lor independentă [7].

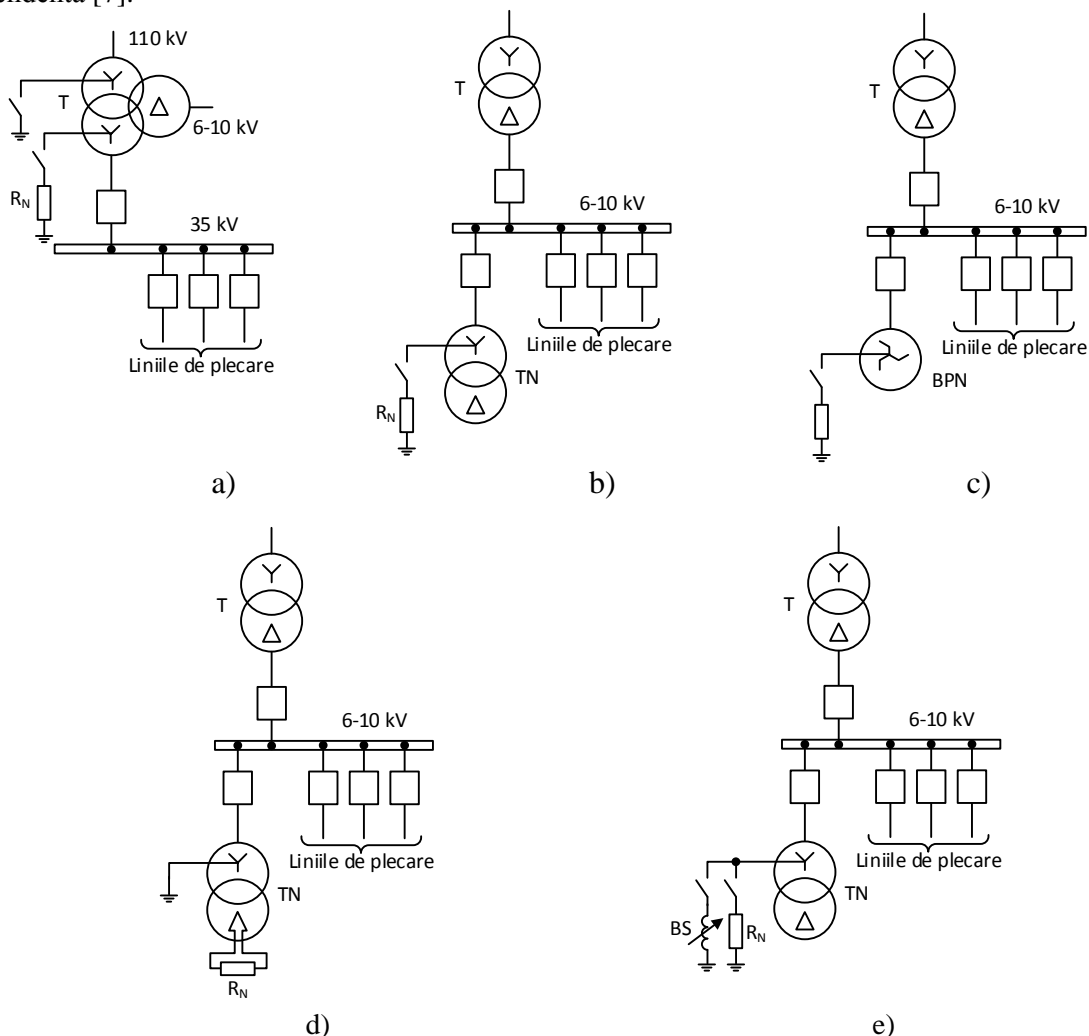


Figura 1. Schemele de conectare a rezistenței de tratare a neutrului

Rezistență de valoare mare

Conform [9], tratarea neutrului prin rezistență de valoare mare are ca scop asigurarea funcționării rețelei în regim de defect monofazat pe perioada detectării și deconectării circuitului avariat fără supratensiuni și fenomene de ferorezonanță. În acest caz transformatorul de legare la pământ și rezistența trebuie să fie calculate pentru funcționare în regim de lungă durată. Orientativ componenta activă a curentului de punere la pământ trebuie să fie nu mai mică decât cea capacitivă ($I_a \geq I_c$). Există soluții cu utilizarea rezistențelor cu valori de 500-1000 Ohm care creează componenta activă din curentul de punere la pământ $\approx 10A$ și mai puțin [7] ceea ce permite ajustarea protecției la semnalizare sau deconectare.

În cazul în care protecția acționează la deconectare, transformatorul și rezistența se calculează reieșind din durata scurtă de funcționare la curent nominal. Supratensiunile nu depășesc valoarea de 2,4 din tensiunea de fază timp de 5 s din momentul punerii la pământ pînă la momentul acționării protecției precum și crearea condițiilor de funcționare sigură și selectivă ale acestor dispozitive [4]. Utilizarea rezistențelor cu valori de 100-150 Ohm creează componenta activă din curentul de punere la pământ $\approx 30-40 A$. La așa valori ale curentului de punere la pământ se aplică protecții selective maxime de curent de succesiune homopolară cu acționare la deconectare [7].

Unii autori [1] consideră că în rețelele cu neutrul tratat prin rezistență de valoare mare, indiferent de valoarea curentului de punere la pământ, linia defectă va fi deconectată de PPR într-o perioadă de pînă la 5s. Autorul propune 2 criterii a modului de tratare dat: 1 – raportul curentului activ creat de rezistență și celui capacitiv $I_a=(1-2)I_c$. 2 – limitarea curentului rezistenței la nivelul de 1% din curentul de scurtcircuit trifazat în cazul în care I_{pp} întrece valoarea de 100A.

Rezistență de valoare mică

Conform [9], tratarea neutrului prin rezistență de valoare mică are ca scop reducerea supratensiunilor prin arc, deconectarea rapidă a scurtcircuitului monofazat și protecția înfășurărilor mașinilor electrice contra defectelor monofazate. În acest caz transformatorul de legare la pământ și rezistența trebuie să fie calculate pentru funcționare în regim de scurtă durată.

Regimul neutrului cu rezistență de valoare mică implică investiții suplimentare pentru consolidarea prizelor de lagare la pământ, mai ales în zonele cu rezistență specifică a solului mare. Acest mod de tratare nu este acceptabil în rețelele aeriene cu piloni din beton armat și metal, chiar și în rețelele cu cel puțin un tronson aerian de orice construcție [1]. În unele publicații persistă ideea că determinarea curentului, creat de rezistență de valoare mică este un compromis dintre două situații opuse: creșterea sensibilității protecțiilor odată cu creșterea curentului de punere la pământ și limitarea curentului în locul de defect cu scopul reducerii deteriorărilor echipamentului electric. În acest caz curentul de punere la pământ poate atinge valori de 1000-2000 A. În asemenea situații nu se ține cont de cerințele securității electrice. Curenții de defect de așa valori mari pot conduce la tensiuni de atingere și de pas periculoase, peste valorile admise prin norme. Totodată, la PT 10/0,4 kV crește probabilitatea de transfer a potențialului înalt în rețeaua consumatorului 380/220 V. Este necesar de subliniat că regimul rețelelor cu tratarea neutrului prin rezistență de valoare mică nu este reglementat prin acte normative [2].

În cazul tratării neutrului cu rezistență de valoare mică crește probabilitatea apariției scurtcircuitelor monofazate (precum bi- și trifazate) printr-o rezistență considerabilă în locul de scurtcircuit. Această situație, agravată de complexitatea detectării defectelor periculoase, împiedică utilizarea acestui mod de tratare a neutrului în rețelele aeriene sau mixte cu tensiunea 6-35 kV. Nu va salva situația nici utilizarea rezistenței de valoare mică în asociere cu compensarea curenților capacitivi de punere la pământ. În primul rînd, deși parcurgerea curentului deja de scurtcircuit monofazat este de scurtă durată, poate provoca, cu grad înalt de probabilitate, scurtcircuit polifazat în orice variantă de comutație a liniei defecte sau a instalației de legare la pământ a neutrului. În al doilea rînd, în legătură cu prezența armonicilor de curent și tensiune de ordin superior, în mare măsură reduce eficiența compensării curentului de punere la pământ pe armonica fundamentală. În al treilea rînd, un aport considerabil în curentul necompensat în locul punerii la pământ îl poate aduce conductanța activă a izolației liniilor aeriene în anumite condiții climaterice care determină micșorarea rezistenței de suprafață a izolatoarelor de suport și suspensie.

Din aceleași motive este inadmisibil utilizarea dispozitivelor pentru punerea fazei sănătoase la pământ cu scopul creării unui scurtcircuit bifazat artificial pentru determinarea locului de defect care nu necesită instalarea unui transformator de curent suplimentar și a unui transformator de curent de secvență homopolară. O situație similară, privind reducerea securității electrice, este creată și în cazul utilizării dispozitivelor de șuntare a fezei defecte, mai ales cînd are loc ruperea conductorului LEA din partea

consumatorului, formînd un circuit de trecere a curentului de sarcină prin locul de contact a conductorului cu pămîntul [4].

Cu toate cele expuse anterior, în [3] este prezentată realizarea în practică a tratării neutrului cu rezistență de valoare mică suplimentar la compensarea curenților capacitivi cu BS.

Concluzii

1. Analiza obiectivă a stării actuale a rețelelor de distribuție determină necesitatea compensării curentului capacitiv de punere la pămînt.
2. În cazul curenților mici de punere la pămînt (≈ 10 A) se recomandă utilizarea rezistenței de valoare mare de sînestătător cu acțiunea protecției la deconectare.
3. În cazul curenților mari de punere la pămînt se recomandă conectarea rezistenței de valoare mare (≈ 1000 - 1500 Ohm) paralel cu BS.
4. La alegerea modului de acționare a protecției prin relee (la semnalizare sau deconectare) la un defectul monofazat, dacă atare alegere este posibilă din punct de vedere a securității electrice, trebuie de reieșit din dauna minimală pentru sistemul electroenergetic și consumator.
5. Regimul tratării neutrului cu rezistență de valoare mică poate fi aplicat doar după o analiză detaliată a condițiilor de securitate electrică și eficienței economice în raport cu rezistența de valoare mare.
6. Este necesară revizuirea actelor normative și precizarea prevederilor NAIE în compartimentele ce țin de securitatea electrică, protecția echipamentelor de joasă tensiune, legarea la pămînt a instalațiilor electrice și legarea la pămînt a neutrelor în rețelele 6-35 kV. Ca alternativă poate servi editarea unui regulament tehnic respectiv.

Bibliografie

1. Назаров В.В. *Резистивное заземление нейтрали в сетях 6–35 кВ. Ретроспектива и будущее*//Новости ЭлектроТехники. 2014. № 4(88).
2. Фишман В.С. *Низкоомное заземление нейтрали в сетях 6–35 кВ. Электробезопасность и нормативные требования*//Новости ЭлектроТехники. 2013. № 2(80).
3. Кужеков С. *Кратковременное низкоомное заземление нейтрали в сетях 6–10 кВ. Электробезопасность обеспечена в полном объеме*//Новости ЭлектроТехники. 2013. № 2(80).
4. Назаров В.В. *Нейтраль распределительных сетей 6–35 кВ. Какое заземление необходимо?*//Новости ЭлектроТехники. 2013. № 5(83).
5. Кужеков С. *О низкоомном заземлении нейтрали*//Новости ЭлектроТехники. 2013. № 5(83).
6. Рыжкова Е. Н. *О критериях выбора режима резистивного заземления нейтрали в сетях 6 - 35 кВ*// Журнал «Промышленная Энергетика», 2013 - № 11.
7. СТО Газпром 2-1.11-070-2006. *Методические указания по выбору режима заземления нейтрали в сетях напряжением 6 и 10 кВ дочерних обществ и организаций ОАО «Газпром».*
8. Фишман В.С. *Нейтраль распределительных сетей. Какое решение предпочтительнее?*//Новости ЭлектроТехники. 2013. № 6(84).