

STUDIUL SUPRATENSIUNILOR ÎN REȚELELE ELECTRICE DE MEDIE TENSIUNE

Autori: Badaneu Serghei, Proțuc Ion
Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrare sunt prezentate rezultatele studiilor supratensiunilor și metodelor de tratare a neutrului realizate în baza programelor de calcul și de simulare în MATLAB. Rezultatele obținute vor fi utilizate la alegerea și verificarea echipamentelor rețelelor electrice în exploatare. Totodată, în baza rezultatelor obținute, vor fi propuse noi modalități de creștere a fiabilității rețelelor electrice.

Cuvinte cheie: supratensiuni, tratare a neutrului, rețea, exploatare, întreținere, echipamente, programe de calcul, simulare, MATLAB, fiabilitate.

1. Scopul lucrării

Scopul lucrării este elaborarea modelului matematic al sistemului cu neutrul izolat pentru studiul supratensiunilor și analiza proceselor tranzitorii în timpul punerii simple a fazei la pământ și apariția arcului electric în rețelele de medie tensiune, analiza eficienței funcționării acestor rețele, recomandarea unor metode de înlăturare a consecințelor negative ca urmare a punerii simple la pământ a fazei.

2. Obiectivele lucrării

1. Evaluarea și analiza continuității în alimentare și a calității energiei electrice furnizate consumatorilor de către companiile de distribuție.
2. Analiza problemei de neselectivitate a protecției prin rele.
3. Elaborarea unui algoritm de calcul a proceselor tranzitorii în rețelele de medie tensiune.
4. Studiul supratensiunilor, generate de punerile simple a fazei la pământ.
5. Cercetarea caracteristicilor curentului de scurtcircuit ca rezultat a punerii simple la pământ și a apariției arcului electric.
6. Realizarea unei scheme de protecție pentru punerea simplă la pământ, și reglarea bobinei de reactanță în funcție de curentul de punere la pământ.
7. Simularea procesului analizat.
8. Reducerea posibilității de apariție a fenomenului de ferorezonanță.

3. Actualitatea temei

Rețelele electrice de medie tensiune 6-35 kV sunt cele mai răspândite rețele electrice pe teritoriul Republicii Moldova. Cele mai frecvente avarii în rețelele date sunt cauzate de punerea simplă la pământ cu apariția arcului electric, care sunt însoțite de supratensiuni și de trecerea punerii simple la pământ în scurtcircuit. Destul de frecvent se defectează transformatoarele de tensiune și apare problema funcționării neselective a protecției prin rele.

În ultimii ani în țările CSI se efectuează studii de tratare a neutrului rețelelor de medie tensiune cu rezistor, conectat direct sau prin intermediul unui transformator. În acest caz se micșorează amplitudinea supratensiunii și crește eficiența funcționării protecției prin rele.

Indicatorii de siguranță ai sistemelor de alimentare cu energie electrică se determină în baza datelor obținute în perioada de funcționare a rețelelor electrice 6-35 kV. Analiza avariilor în aceste rețelele arată că ele sunt cel mai frecvent cauzate de următoarele supratensiuni interne:

- supratensiunii de comutație;
- supratensiuni atmosferice;
- supratensiuni de avarie, rezultatul apariției arcului electric intermitent;

- supratensiunii de rezonanță.

4. Metode existente de diminuare a supratensiunilor și a cureților capacitivi

Metodele moderne de limitare a consecințelor cauzate de supratensiunile interne prevăd investiții capitale minimale, necesare pentru a obține un efect economic maxim. În primul rând, problema poate fi soluționată prin intermediul normativelor tehnice și organizatorice orientate spre micșorarea valorii amplitudinii supratensiunilor.

La momentul actual se implimentează două metode de diminuare a supratensiunilor: metoda preventivă și de comutație. Metoda preventivă prevede alegerea corectă a modalității de tratare a neutrului și menținerea valorii minime a probabilității de apariție a supratensiunilor.

Metoda de comutație prevede utilizarea aparatelor de comutație pentru deconectarea circuitului odată cu apariția supratensiunilor, s-au prin utilizarea limitatoarelor de supratensiuni cu oxid de zinc și înveliș din polimeri.

Conform normativelor în vigoare [1] în cazul când valorile cureților capacitivi depășesc valorile normate în rețelele electrice cu neutrul tratat prin intermediul bobinei de reactanță este necesar de prezăcut conectarea în neutrul rețelei unui reactor.

Cel mai important dezavantaj al rețelei cu neutrul izolat este posibilitatea de apariție a arcului electric intermitent, însoțit de supratensiuni considerabile și de dezvoltare a punerii simple la pământ într-un scurtcircuit.

5. Compensarea curentului capacitiv

Compensarea curentului capacitiv este necesară pentru:

- micșorarea vitezei de restabilire a tensiunii pe faza defectată;
- micșorarea valorii supratensiunii;
- limitarea valorii curentului de punere la pământ pînă la valorile admise.

Eficiența compensării cureților capacitivi este funcție de setarea reglajului bobinei de reactanță între valorile 1-1,5 %. Reglajul bobinei poate fi realizat prin reglarea valorii întrefierului miezului magnetic sau a numărului de spire a înfășurării. Aceasta ne permite modificarea rapidă a reactanței funcție de curentul de punere la pământ.

Limitarea valorii curentului capacitiv în timpul punerii simple la pământ nu este posibilă dacă curentului capacitiv conține armonici de rang superior. Utilizarea bobinelor de reactanță în primii ani de funcționare a instalațiilor electrice este însoțită de un număr limitat de supratensiuni, dar, mai târziu apar un șir de defecte cauzate de izolația slăbită.

În cazul punerii simple a fazei la pământ nu are loc deconectarea circuitului electric, ci doar apare semnalul respectiv.

6. Metode de limitare a supratensiunilor.

În timpul de față pentru protecția contra supratensiunilor atmosferice și a celor interne se utilizează următoarele mijloace de protecție: limitatoare de supratensiuni din oxizi metalici cu înveliș de polimer, descărcătoare tubulare și descărcătoare cu rezistență variabilă. Există tendința de a înlocui descărcătoarele tubulare și descărcătoarele cu rezistență variabilă cu limitatoare de supratensiuni.

Limitatoarele de supratensiuni au următoarele avantaje:

1. nivel avansat de limitare a supratensiunilor;
2. reducerea valorii curentului după dispariția supratensiunilor;
3. funcționarea normală în orice regim al rețelei electrice;
4. conectarea permanentă la rețeaua protejată;
5. au o construcție simplă.

7. Elaborarea modelului matematic

În fig.1.1 este prezentată schema electrică monofilară a unei rețele de medie tensiune, iar în fig.1.2 sunt arătate direcțiile de circulație a curenților în timpul punerii simple a fazei la pământ.

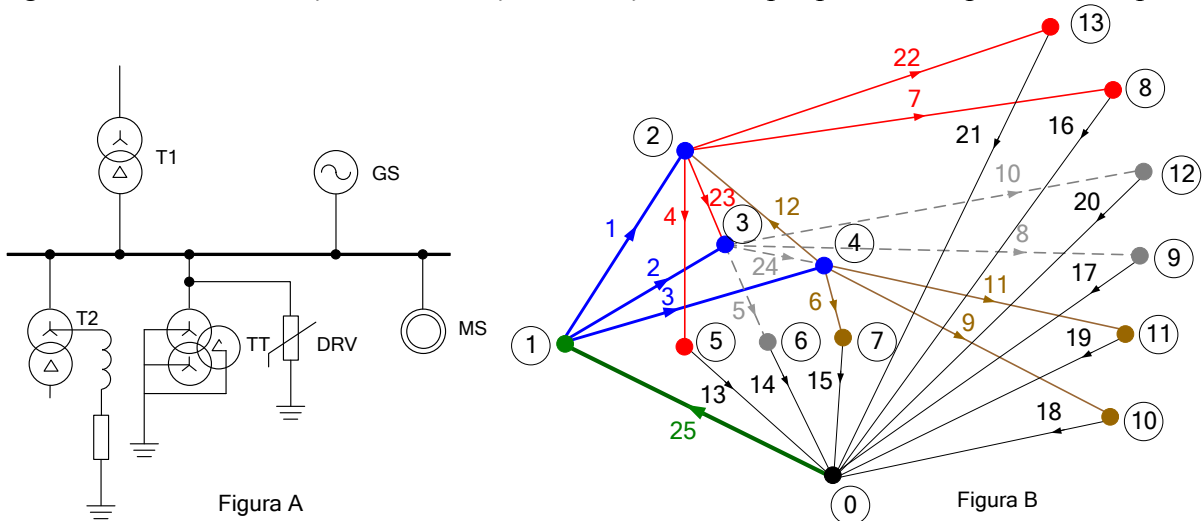


Fig 1.1. Schema electrică monofilară

Fig 1.2. Graful rețelei electrice

Pentru a analiza procesele tranzitorii în rețeaua electrică de distribuție a fost elaborat modelul matematic a procesului de punere simplă a fazei la pământ și alcătuită echivalentă.

În figura 1.3 este reprezentată schema structurală a rețelei analizate în aplicația Simulink. Transformatorul este modelat prin intermediul unei surse trifazate cu impedență respectivă, consumatorul este modelat prin intermediul unei reactanțe și linia printr-un cuadripol trifazat. Neutru rețelei este realizat de transformatorul special cu înfășurarile conectate în zig-zag și este pus la pământ prin bobina de reactanță. Punerea simplă la pământ a fazei va fi simulată prin intermediul întreruptorului. Rezistența arcului electric în locul de defect o vom considera egală cu 1Ω , perioada simulării va fi egală cu 10 ms.

Pe parcursul perioadei de exploatare rigiditatea dielectrică a izolației se reduce, în mod special la liniile în cabluri. Ca urmare, tensiunea de ținere devine tot mai mică, și necesitatea limitării supratensiunilor crește.

Procesele tranzitorii ce au loc la punerea fazei la pământ în rețelele electrice de medie tensiune sunt destul de complicate și caracterul lor depinde de un număr mare de parametri ai rețelei electrice și de caracteristicile mijloacelor de protecție, de configurația rețelei electrice, de caracteristicile aparatelor de comutație etc. Analiza acestor procese a fost realizată cu utilizarea modelului elaborat.

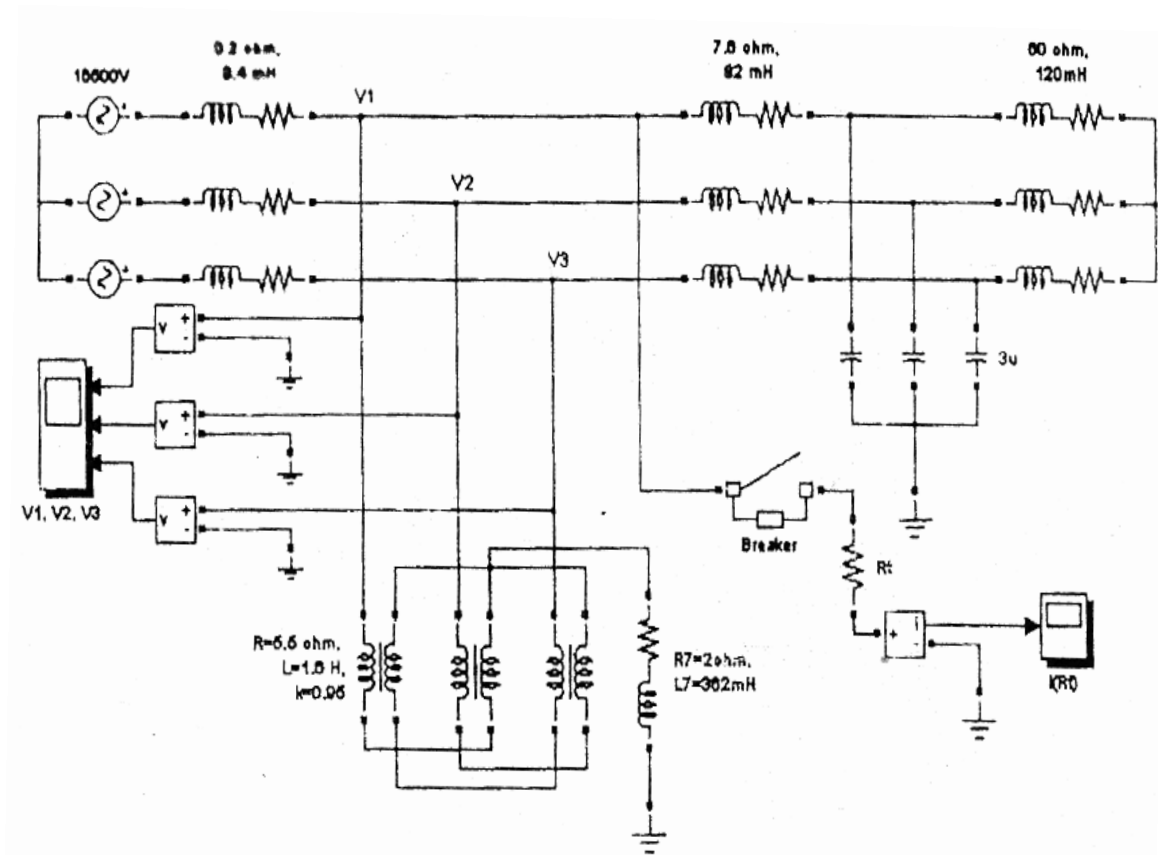


Figura 1.3 Schema structurală a rețelei în SIMULINK.

Analiza arată că supratensiunile pot apărea și în regim normal de funcționare în următoarele cazuri:

- conectarea și deconectarea liniilor în cablu cu regim de mers în gol, când supratensiunile la capătul liniilor pot atinge valori de $2U_{nom}$;
- conectarea și deconectarea transformatoarelor de putere cu regim de mers în gol, când pot apărea supratensiuni cuprinse între $2,2-2,7U_{nom}$;
- conectarea și deconectarea motoarelor electrice de medie tensiune, când supratensiunile pot atinge valori cuprinse între $1,95-2,2U_{nom}$.

Influența altor factori ce influențează procesul tranzitoriu este la momentul actual în proces de studiu.

Bibliografie

- [1] Toader D., Hărăguș Ș., Blaj C., *Analiza nesimetriilor în rețelele electrice de medie tensiune*. Editura Politehnică, Timișoara, 2008.
- [2] Гиндулин Ф. А. Гольдштейн В. Г. Дулизон А. А. Халилов Ф. Х., *Перенапряжения в сетях 6-35 кВ*, Москва Энергоатомиздат 1989.