

Elemente de utilizare a programului STENS



Programul **STENS** este destinat analizei asistate de calculator a supratensiunilor din sistemele electroenergetice, având realizate componente pentru calculul următoarelor categorii de supratensiuni:

- ✓ Temporare
 - datorate efectului capacitiv
 - datorate scurtcircuitelor nesimetrice
 - datorate nesimetriilor longitudinale

Aceste categorii de supratensiuni pot fi analizate în condițiile neglijării tuturor pierderilor din elementele rețelei, considerării pierderilor lineare în transformatoare și linii electrice aeriene, iar în cazul supratensiunilor datorate efectului capacitiv poate fi făcută o analiză și asupra influenței descărcării corona asupra nivelului supratensiunilor și lungimii de rezonanță a liniei.

- ✓ De comutație
 - la conectarea unei linii electrice
 - la reconectarea unei linii electrice

- ✓ De trăsnet
 - pentru calculul numărului specific de deconectări a liniilor electrice aeriene.

În această etapă a utilizării aplicației, se va utiliza doar componenta de calcul a supratensiunilor temporare, ce va fi aleasă din meniul START al programului.



După alegerea modulului de program pentru analiza supratensiunilor temporare, sunt afișate etapele algoritmului de calcul, și anume:

- alegerea tensiunii nominale a rețelei;
- alegerea tipului schemei;
- introducerea parametrilor schemei;
- întocmirea schemei echivalente;
- calculul supratensiunilor datorate efectului capacitiv (cod 1);
- calculul supratensiunilor datorate scurtcircuitelor nesimetrice (cod 2);
- calculul supratensiunilor datorate comutării nesimultane a fazelor (cod 3).



Odată cu introducerea codului corespunzător, utilizatorul optează pentru analiza unui anumit regim generator de supratensiuni temporare. Nu este obligatorie păstrarea unei anumite secvențe în analiza regimurilor enumerate, în ipoteza în care utilizatorul optează pentru analiza unui regim nesimetric, programul făcând, implicit, calcule pentru determinarea variației tensiunii de-a liniilor rețelei în regimul anterior producerii nesimetriei, date necesare în calculele de determinare a creșterii absolute a tensiunii în diferite noduri ale rețelei.



Dacă utilizatorul optează pentru analiza supratensiunilor datorate efectului capacitiv, poate face această analiză în condițiile neglijării pierderilor (cod 1), considerării pierderilor lineare (cod 2), dar și a celor determinate de descărcarea corona pe liniile rețelei (cod 3). Dacă utilizatorul optează pentru analiza unui regim nesimetric, în următoarea etapă nu poate opta decât pentru studiul corespunzător codurilor 1 și 2.



După alegerea ipotezei de calcul, se introduc datele referitoare la:

- tensiunea nominală a rețelei – U_n [kV];
- configurația rețelei – unul dintre cazurile particulare care pot deriva din schema generală, așa cum sunt arătate acestea în fig. 32;
- puterea de scurtcircuit a subsistemului electroenergetic - S_{sc} [MVA];
- nodul din schemă unde este declarată această putere de scurtcircuit – utilizatorul poate declara această putere în amonte sau în aval de autotransformator, declararea unei puteri de ordinul a 100000 MVA în aval de autotransformator însemnând, practic, efectuarea unei analize pentru cazul sursei de putere infinită;
- parametrii autotransformatoarelor:
 - tensiunea nominală a fiecăreia dintre cele trei înfășurări - $U_{n,i}$ [kV];
 - puterea nominală corespunzătoare fiecărei înfășurări – $S_{n,i}$ [MVA];
 - cele trei tensiuni de scurtcircuit - $U_{sc,i}$ [%];
 - curentul de mers în gol - $I_{0,\%}$ [%].

Dacă utilizatorul optează pentru efectuarea analizei în condițiile considerării pierderilor, programul cere să se introducă și următoarele:

- pierderile active la funcționare în scurtcircuit – P_{sc} [kW];
- pierderile în fier – P_{Fe} [kW].
- parametrii electrici ai liniilor:
 - lungimea – l [km];
 - inductivitatea lineică – L [mH/km];
 - capacitatea lineică – C [nF/km].

Dacă utilizatorul a optat pentru efectuarea unei analize în condițiile considerării pierderilor, trebuie introduse și următoarele date de intrare

- rezistența lineică – R [Ω /km];
- factorul de pierderi dielectrice a izolației liniei – $\text{tg}\delta$ [%].

Dacă schema aleasă are în structura sa două linii, toți parametrii indicați anterior se introduc, în mod separat, pentru fiecare dintre cele două linii, permițând introducerea de date pentru linii diferite constructiv, însă, evident, de aceeași tensiune nominală.



După introducerea valorilor parametrilor electrici ai fiecăreia linii, programul calculează și afișează parametrii caracteristici ai liniilor respective, astfel:

- impedanța caracteristică – Z_0 [Ω] (Z_c - complexă dacă se consideră pierderile lineare);
- constanta de fază – β [rad/km];
- constanta de atenuare – α [km^{-1}] – numai dacă s-a optat pentru varianta cu pierderi.



Atunci când se face analiza unui regim nesimetric, după afișarea valorilor parametrilor caracteristici, se introduc parametrii de secvență homopolară; dacă schema aleasă are în structura sa două linii, acești parametri se introduc pentru fiecare dintre ele, pe pagini distincte. După introducerea parametrilor electrici de pe secvența homopolară, programul afișează parametrii caracteristici, pe această secvență.



După afișarea valorilor parametrilor caracteristici ai liniilor electrice ale rețelei, dacă schema aleasă inițial avea în structura sa cel puțin un reactor de compensare transversală, urmează introducerea parametrilor acestor reactoare, astfel:

- tensiunea nominală a reactorului de compensare transversală – U_{nR} [kV];
- puterea nominală a acestuia - S_{nR} [MVA].



Datorită caracterului declarat didactic al aplicației software, după finalizarea introducerii datelor referitoare la parametrii elementelor componente ale schemei analizate, sunt afișate toate reactanțele ale schemei electrice echivalente. Dacă regimul ales anterior este unul nesimetric, sunt afișate și valorile reactanțelor din schema de secvență homopolară.



În cazul în care utilizatorul a ales să analizeze supratensiunile temporare datorate nesimetriilor transversale, după afișarea parametrilor schemei echivalente, trebuie introduse date suplimentare, precum:

- linia pe care s-a produs scurtcircuitul – numai dacă schema tipică aleasă inițial are în structura sa două linii conectate la același sistem de bare;
- distanța de la începutul liniei, până la locul de defect [km].

În cazul în care utilizatorul a optat pentru analiza supratensiunilor datorate nesimetriilor longitudinale, acesta trebuie să introducă opțiuni referitoare la numărul de faze întrerupte și la numărul liniei pe care se produce nesimetria longitudinală.

Indiferent care este regimul pentru care a optat utilizatorul să facă analiza, urmează returnarea rezultatelor calculului, evident, funcție de regimul ales, astfel:

a) Rezultate în cazul analizei supratensiunilor datorate efectului capacitiv



Dacă s-a optat pentru analiza regimului simetric de funcționare a liniilor în gol sau slab încărcate, sunt afișate următoarele rezultate:

- creșterea relativă a tensiunii pe fiecare dintre liniile rețelei (u.r.);
- creșterea absolută a tensiunii la începutul liniilor (u.r.);
- creșterea absolută a tensiunii de la sfârșitul liniilor (u.r.).

După afișarea factorilor de supratensiune, utilizatorul este interogat asupra opțiunii de a obține rezultate relativ la variația tensiunii de-al lungul liniilor (liniei) rețelei. Dacă utilizatorul dorește să obțină astfel de rezultate, programul cere să se introducă un nume de fișier în care vor fi stocate rezultatele. Acest fișier este un fișier text, coloanele rezultatelor fiind separate prin „ , ”, având locația C:\STENS\Data\...\txt. Programul dă o reprezentare tabelară a datelor, însă fișierul poate fi utilizat pentru trasarea curbelor $U_2/E = f(x)$, un exemplu de astfel de curbe fiind dat în fig. 33, pentru schemele de tip 1 și de tip 2. Exemplul este dat pentru o putere de scurtcircuit a sursei de 3000 MVA, pentru acei parametri ai autotransformatoarelor și reactorului de compensare transversală care sunt dați în § 2.1 și pentru o linie de 400 kV având lungimea de 600 km, parametrii electrici ai acesteia fiind dați în tabelul 1.

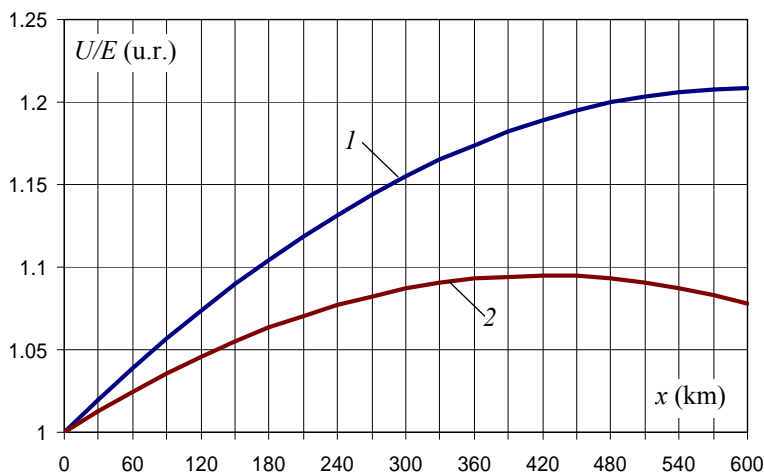


Fig. 33. Variația tensiunii de-al lungul liniei, datorită efectului capacitiv: 1 – linie funcționând în gol;
2 – linie cu reactor de compensare transversală conectat la sfârșitul acesteia

Utilizând astfel de rezultate se pot evidenția zonele unde izolația liniei este mai intens solicitată, precum și rolul pe care îl are compensarea transversală în reducerea solicitării izolației rețelei.

După această etapă, utilizatorul este interogat asupra opțiunii de a obține rezultate referitoare la variația factorului de supratensiune de la sfârșitul liniei funcție de lungimea acesteia - $U_2/E = f(l)$ – pentru un domeniu de lungimi cuprins între 1 km și 2000 km. Dacă utilizatorul vrea să obțină astfel de rezultate, trebuie să introducă numele fișierului în care vor fi stocate, fișier text disponibil pentru prelucrări ulterioare în directorul C:\STENS\Data\. Programul dă o reprezentare tabelară a rezultatelor, atât sub forma valorii absolute a tensiunii de fază, cât și sub formă de factor de supratensiune

obținut prin raportare la tensiunea electromotoare a sursei. În cazul în care opțiunea inițială a fost aceea de a lua în considerare pierderile lineare în elementele rețelei, sunt date valorile atât sub formă de număr complex, cât și sub formă scalară. Pentru schemele de tip 1 și 2, un exemplu de astfel de curbe este dat în fig. 34. Curbele sunt trasate pentru o putere de scurtcircuit a sursei de 3000 MVA, pentru acei parametri ai auto-transformatoarelor și reactorului de compensare transversală care sunt dați în § 2.1 și pentru o linie de 400 kV având parametrii electrici egali cu cei din tabelul 2.1.

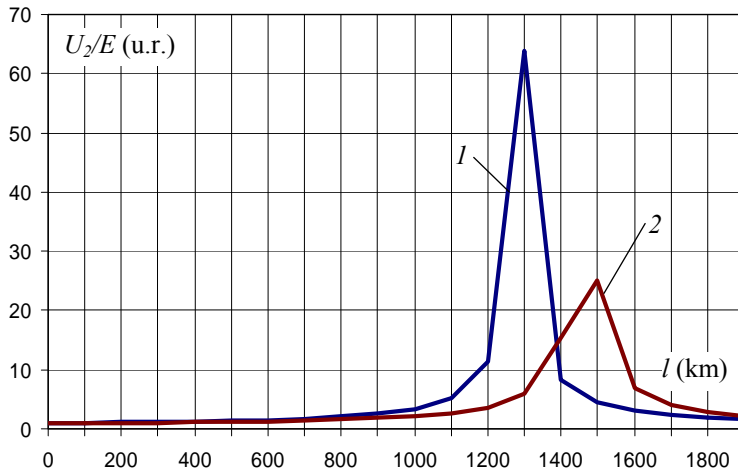


Fig. 34. Variația tensiunii la sfârșitul liniei funcție de lungimea acesteia: 1 – linie funcționând în gol; 2 – linie cu reactor de compensare transversală conectat la sfârșitul acesteia

Reprezentarea grafică este ușor deformată datorită numărului relativ redus de valori în zona specifică rezonanței lineare. Cu toate acestea, pot fi făcute observații asupra influenței puterii sursei asupra nivelului supratensiunilor și lungimii de rezonanță a liniei, precum și asupra modului în care compensarea transversală limitează nivelul maxim al supratensiunilor și determină creșterea lungimii de rezonanță.

Dacă schema are în structura sa cel puțin un reactor de compensare transversală, utilizatorul poate opta pentru obținerea unor rezultate referitoare la dependența factorilor de supratensiune funcție de reactanța reactorului sau reactoarelor de compensare transversală - $U_2/E = f(X_R)$. Dacă utilizatorul optează pentru obținerea unor astfel de rezultate, programul dă o afișare tabelară a acestei corelații.



Odată parcurse etapele anterioare, practic au fost obținute toate datele necesare analizei, pentru cazul particular al parametrilor introduși de către utilizator. În etapa următoare, utilizatorul poate opta pentru refacerea calculelor într-o schemă similară, însă cu alți parametri. În cazul în care se optează pentru refacerea calculelor, programul revine în zona de introducere a parametrilor elementelor componente ale schemei. În caz contrar, programul dă posibilitatea

analizei unei scheme de altă configurație, caz în care revine în zona de alegere a tipului schemei. Dacă utilizatorul a finalizat analiza supratensiunilor datorate efectului capacitiv, programul dă posibilitatea efectuării unei analize a supratensiunilor datorate scurt-circuitelor nesimetrice, în schema pentru care au fost deja introduși parametrii elementelor componente.



Numai în cazul supratensiunilor datorate efectului capacitiv, programul dă posibilitatea efectuării de calcule asupra influenței pe care o are descărcarea corona asupra nivelului supratensiunilor și a lungimii de rezonanță a liniei. În principiu, influența descărcării corona este abordată analitic prin introducerea unor corecții asupra valorilor parametrilor transversali ai liniei. În mod evident, valorile parametrilor transversali depind de intensitatea descărcării corona și, implicit, de tensiune, corelația fiind nelineară (caracteristica tensiune-sarcină a descărcării corona). Totuși, dacă linia se înlocuiește prin lanțuri de cuadripoli, fiecare dintre aceștia modelând un tronson scurt de linie, se poate considera că parametrii sunt constanți pe toată lungimea tronsonului modelat de un cuadripol.



În aceste condiții o primă dată de intrare, cerută de program, este numărul de cuadripoli (pași de calcul) prin care se modelează liniile rețelei analizate. În continuare, programul cere o serie de date referitoare la construcția geometrică a liniei, date necesare în calculele pentru determinarea intensității câmpului electric la suprafața conductoarelor. Trebuie introduse următoarele date:

- înălțimile maxime de suspendare ale conductoarelor active - h_1, h_2 și h_3 (m) – în varianta actuală programul efectuând astfel de calcule numai pentru linii simplu circuit;
- distanța, în plan orizontal, între conductoarele active - d_{RS}, d_{ST} și d_{TR} [m];
- numărul de conductoare din fasciculul fazei;
- diametrul de fasciculare - a [cm];
- secțiunea conductoarelor din fasciculul fazei - S_{ca} [mm²];
- lungimea deschiderii dintre stâlpii adiacenți - l_{st} [m].



După introducerea acestor date, programul afișează parametrii electrici și caracteristici ai liniei, precum și valoarea intensității critice a câmpului electric la suprafața conductoarelor, E_{cr} [kV/cm], la care se aprinde descărcarea corona bipolară pe conductoarele liniilor electrice de tensiune alternativă, precum și valoarea tensiunii de fază, în kV, la care este atinsă această intensitate a câmpului electric.



Conform algoritmului metodei, calculul este unul de tip iterativ, fiind necesară introducerea unei valori a tensiunii de la sfârșitul liniei. Odată introdusă această valoare, programul dă posibilitate utilizatorului de a opta pentru una metodele de calcul a parametrilor liniilor coronate, prin introducerea

unui cod. În varianta actuală, sunt disponibile două metode de calcul, metoda căreia îi este asociat codul „I” fiind o metodă verificată prin experiment.



Programul dă posibilitatea utilizatorului de a obține informații referitoare la valorile tensiunilor și curenților în fiecare pas de calcul, deci la sfârșitul fiecărui cuadripol din lanțul de astfel de cuadripoli ce modelează linia, de la sfârșitul către începutul acesteia. Atunci când s-a ajuns în zona sursei, programul calculează căderea de tensiune pe impedanța echivalentă a acesteia (sursa fiind formată de fapt dintr-un sistem energetic și un autotransformator) și afișează valoarea tensiunii electromotoare la bornele acesteia.



Dacă valoarea obținută prin calcul diferă cu mai mult de 0,5 % față de tensiunea electromotoare a sursei, așa cum rezultă ea din datele inițiale, referitoare la tensiunea nominală a rețelei, atunci programul în cere utilizatorului să introducă o altă valoare a tensiunii la sfârșitul liniei, specificându-i dacă această valoare trebuie să fie mai mare sau mai mică decât aceea introdusă anterior.



La finalizarea acestui calcul iterativ, programul afișează valorile factorilor de supratensiune, atât în ceea ce privește creșterea relativă a tensiunii pe linie și a tensiunii de la începutul liniei, cât și în ceea ce privește creșterea absolută a tensiunii de la sfârșitul liniei. Toate aceste valori sunt stocate într-un fișier de date, de tip text, a cărui nume este introdus de către utilizator și care se regăsește în directorul C:\STENS\Data\. Programul dispune de o opțiune de reprezentare grafică a variației tensiunii de-a lungul liniei, dar și de o opțiune de prelucrare a rezultatelor cu alte programe. Un exemplu de variație a tensiunii de-a lungul unei linii de 400 kV, realizate pe stâlpi de tip PAS 400-101, având două conductoare OIAI 450 mm² pe fază, cu o lungime a deschiderii de 400 m și o lungime totală de 600 km este reprezentată în fig. 35. Puterea de scurtcircuit a sistemului este de 3000 MVA, iar parametrii autotransformatorului de la începutul liniei sunt cei dați în § 2.1.

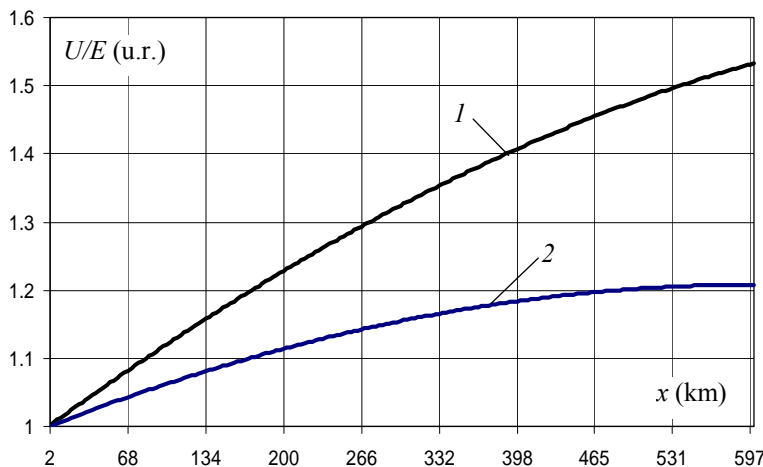


Fig. 35. Variația tensiunii de-a lungul unei linii funcționând în gol: 1 – în condițiile neglijării descărcării corona; 2 – în prezența descărcării corona;

La prima vedere, un asemenea rezultat ar putea părea incorect, atâta timp cât supratensiunea este mai mare în prezența descărcării corona decât în cazul teoretic al neglijării influenței acesteia. Rezultatele sunt corecte, explicația unui asemenea raport al valorilor putând fi dată prin faptul că în prezența descărcării corona se micșorează lungimea de rezonanță.



După afișarea variației tensiunii de-a lungul liniei, programul permite utilizatorului să obțină informații referitoare la dependența factorilor de supratensiune de lungimea liniei, pentru lungimi cuprinse între 1 km și 2000 km. Asemenea rezultate sunt utile în analiza modului în care descărcarea corona influențează lungimea de rezonanță a liniei. În diferite etape ale calculului, programul cere numele unor fișiere de date de tip text, pe care utilizatorul le regăsește în directorul C:\STENS\Data\. Aceste fișiere de date conțin informații referitoare la creșterea relativă a tensiunii pe linie (U_2/U_1), la creșterea tensiunii la începutul liniei (U_1/E) și la factorul de supratensiune de la sfârșitul liniei (U_2/E), funcție de lungimea acesteia. Programul dă posibilitatea utilizatorului de a obține reprezentări grafice ale tuturor acestor corelații. Un exemplu de reprezentare grafică, pentru tipul constructiv de linie electrică aeriană și parametrii sursei descriși anterior, este dat în fig. 36.

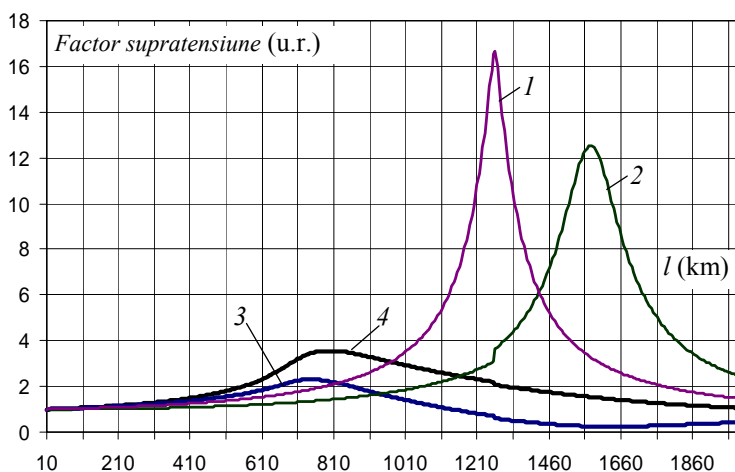


Fig. 36. Variația tensiunilor funcție de lungimea unei linii aflate în gol:

1 – U_2/E în condițiile neglijării descărcării corona; 2 – U_2/U_1 în condițiile neglijării descărcării corona;
3 – U_1/E în prezența descărcării corona; 4 – U_2/E în prezența descărcării corona.



După afișarea acestor rezultate, programul dă posibilitate utilizatorului să introducă noi date referitoare doar la construcția fazei și la dimensiunile geometrice ale liniei. În acest fel, se păstrează aceleași date de intrare referitoare la structura schemei și la parametrii sursei, autotransformatoarelor și

reactoarelor de compensare transversală. Această facilitate este utilă în analizare influenței construcției fazei (număr de conductoare în fascicul, diametru de fasciculare) asupra intensității critice a câmpului electric și, implicit, asupra nivelului supratensiunilor. Dacă o asemenea analiză a fost finalizată sau nu interesează, programul dă posibilitatea înlocuirii tuturor parametrilor schemei pentru care s-a făcut analiza anterioară sau conduce către adoptarea unei alte structuri de schemă.

b) Rezultate în cazul analizei supratensiunilor datorate scurtcircuitelor nesimetrice



Așa cum s-a arătat anterior, în acest stadiu sunt calculați parametrii schemei echivalente, este cunoscută linia pe care s-a produs defectul (în ipoteza în care schema aleasă are în structura sa două linii conectate la același sistem de bare), precum și distanța de la începutul liniei și până la locul de defect, programul afișează rezultatele calculului, astfel:

- valorile reactanțelor de scurtcircuit sau ale impedanțelor de scurtcircuit, funcție de opțiunea inițială de a neglija, respectiv a considera pierderile lineare; aceste valori sunt date pentru secvența directă ($X_{sc,d}$, $Z_{sc,d}$) și cea homopolară ($X_{sc,h}$, $Z_{sc,h}$);

- factorii de supratensiune la locul producerii defectului, pe toate cele trei faze, atât pentru scurtcircuit monofazat, cât și pentru dublă punere la pământ; funcție de opțiunea inițială de a face analiza cu sau fără neglijarea pierderilor, factorii de supratensiune sunt dați sub forma unui număr real respectiv sub formă de număr complex, căruia îi este asociat și modulul.



Așa cum se știe, în cazul producerii defectelor pe liniile de transport a energiei electrice interesează tensiunea și în alte noduri ale rețelei sau de-a lungul liniilor, știut fiind faptul că se cumulează supratensiunile datorate efectului capacitiv cu acelea datorate funcționării în schemă nesimetrică. La opțiunea utilizatorului de a calcula factorii de supratensiune și în alt punct decât locul de defect, programul cere linia pe care se dorește să se calculeze factorii de supratensiune (dacă schema aleasă inițial avea două linii conectate la același sistem de bare), precum și distanța de la începutul liniei, până la locul de calcul ales. Ca și în cazul stabilirii locului defectului, dacă se introduce o distanță mai mare decât lungimea liniei, programul semnalează acest fapt și reîntoarce ecranul anterior, pentru a putea fi introduse date corecte.



Rezultatele acestor calcule sunt afișate sub forma:

- valorilor coeficienților de raportare, calculați pe secvență directă și homopolară; dacă opțiunea inițială a fost aceea de a considera pierderile, acești coeficienți sunt dați sub formă complexă, având însă și modulul calculat;

- valorile factorilor de supratensiune din punctul de calcul ales, pe toate cele trei faze, atât pentru scurtcircuit monofazat, cât și pentru dublă punere la pământ;

Pentru a identifica situațiile cele mai defavorabile, programul calculează, independent de utilizator, variația tensiunii de-a lungul liniilor (liniei) rețelei în regimul simetric anterior, în care rețeaua funcționa în gol sau numai cu încărcarea dată de reactoarele de compensare transversală. Dacă utilizatorul vrea să utilizeze aceste informații, ele se regăsesc în două fișiere text (L1.dat și L2.dat) aflate în directorul C:\STENS\Data\.



Pentru a obține cât mai multe rezultate într-un interval dat de timp, programul dă posibilitate utilizatorului să schimbe locația defectului, fără a modifica ceilalți parametri ai schemei. Evident, pentru noul loc al defectului, se dă posibilitatea calculării tensiunilor și în orice alt punct al rețelei.

Dacă analiza influenței pe care o are poziția defectului asupra nivelului supratensiunilor din rețea a fost deja efectuată sau dacă nu interesează această opțiune, utilizatorul poate opta pentru efectuarea de noi calcule, relativ la supratensiunile datorate scurtcircuitelor nesimetrice, într-o schemă cu altă configurație sau poate opta pentru obținerea de rezultate ale calculului supratensiunilor datorate nesimetriilor longitudinale în schema a cărei configurație a fost deja aleasă.

c) Rezultate în cazul analizei supratensiunilor datorate nesimetriilor longitudinale



Pentru o schemă având structura aleasă, în cazul analizei nivelului supratensiunilor datorate funcționării temporare cu număr incomplet de faze interesează, pentru început, locul producerii nesimetriei. În această variantă a programului, opțiunile pot fi acelea de localizare a nesimetriei în amonte de autotransformator sau în aval de acesta (introducându-se unul dintre codurile indicate). După alegerea locului nesimetriei, utilizatorul trebuie să opteze pentru adoptarea tipului întreruperii, pe o singură fază sau pe două faze (se introduce o cifră de cod).



După introducerea acestor noi date de intrare, programul afișează rezultatele calculului, astfel:

- valorile reactanțelor sau ale impedanțelor de intrare, calculate în raport cu locul nesimetriei, atât pe secvență directă ($X_{i,d}$, $Z_{i,d}$), cât și pe secvență homopolară ($X_{i,h}$, $Z_{i,h}$); în cazul considerării pierderilor, impedanța de intrare se dă sub formă complexă, evidențiindu-se componenta activă și aceea reactivă;
- valorile coeficienților de raportare calculați în raport cu sfârșitul liniilor (liniei) rețelei adoptate; acești coeficienți sunt calculați atât pe secvență directă, cât și pe secvență homopolară, iar pentru cazul în care nu s-a optat pentru neglijarea pierderilor, ei sunt dați sub formă de numere complexe;
- valorile factorilor de supratensiune la locul întreruperii, pe fiecare fază, în amonte și în aval de locul nesimetriei;
- valorile factorilor de supratensiune la sfârșitul liniei sau al liniilor; această variantă de program nu dă posibilitatea efectuării unui calcul și în al punct al rețelei deoarece se

pleacă de la observația că regimul anterior producerii defectului este unul simetric în care linia este în gol sau slab încărcată, astfel încât, cu mare probabilitate, nivelul maxim al supratensiunilor se înregistrează la sfârșitul liniilor.



Ca și în cazurile anterioare, la finalizarea preluării rezultatelor programul dă posibilitatea efectuării de noi calcule, fie într-o schemă având aceeași configurație dar alți parametri, fie într-o schemă cu altă configurație. Dacă nu este aleasă una dintre opțiuni, programul revine în meniul principal.

Pentru a putea efectua analize asupra supratensiunilor temporare în rețele ale căror linii aeriene sunt de construcție diferită în raport cu aceea pentru care au fost dați parametrii electrici și caracteristic din tabelul 1, în tabelul 23 sunt dați acești parametri pentru alte două tipuri de linii de înaltă tensiune.

Tabelul 23. Parametrii electrici și de propagare ai liniilor schemei analizate

Elemente constructive ale liniei	Parametrul	Secvență directă	Secvență homopolară
Linie electrică aeriană de 220 kV, simplu circuit, realizată pe stâlpi SnY 220 101 3s, cu conductoare active O1Al 400 mm ² și conductoare de protecție OIZn 85 mm ² .	L [mH/km]	1,07	4,41
	C [nF/km]	10,9	8,51
	R [Ω /km]	0,08	0,24
	Z_0 [Ω]	398	720
	β [rad/km]	$10,7 \cdot 10^{-4}$	$16,05 \cdot 10^{-4}$
	α [km ⁻¹]	$99 \cdot 10^{-6}$	$182,4 \cdot 10^{-6}$
	Linie electrică aeriană de 400 kV, simplu circuit, realizată pe stâlpi PAS 400 103 53b, cu trei conductoare O1Al 450 mm ² pe fază și conductoare de protecție OIZn75 mm ² .	L [mH/km]	0,554
C [nF/km]		9,22	7,60
R [Ω /km]		0,023	0,071
Z_0 [Ω]		285,3	572
β [rad/km]		$10,6 \cdot 10^{-4}$	$15,9 \cdot 10^{-4}$
α [km ⁻¹]		$38 \cdot 10^{-6}$	$76,4 \cdot 10^{-6}$