

CALCULUL CURENȚILOR DE S.C. NESIMETRICI
NORMATIV PRIVIND METODOLOGIA DE CALCUL AL CURENȚILOR DE
SCURTCIRCUIT ÎN REȚELELE ELECTRICE CU TENSIUNEA PESTE 1 kV (document
CN Transelectrica SA 2001)

Calculul curenților de scurtcircuit simetrici și nesimetrici se face utilizând metoda componentelor simetrice.

Metoda componentelor simetrice necesită calculul a trei componente independente (de secvență pozitivă, negativă și zero), fără legături între ele în afara condițiilor de la locul de scurtcircuit.

Fiecare dintre aceste componente are propria ei impedanță. Valorile impedanțelor directă și inversă diferă esențial între ele numai în cazul mașinilor rotative. În cazul în care scurtcircuitul este departe de generator se admite $Z^+ = Z^-$. Impedanțele de secvență zero sunt, de regulă, diferite de cele pozitive și Z^0 pot fi mai mici sau mai mari decât Z^+ .

Schema pentru calculul curenților de scurtcircuit, dacă se aplică teoria componentelor simetrice, se întocmește numai pentru o fază, atât în calculul scurtcircuitelor simetrice cât și al celor nesimetrice.

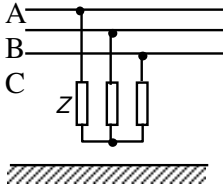
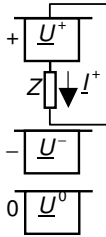
Toate elementele rețelei care intervin în calculul curenților de scurtcircuit se introduc în schema de calcul prin impedanțele lor (conform tabelului 3).

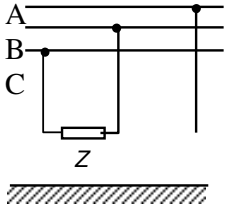
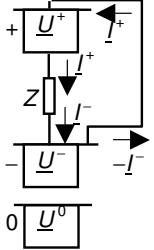
Impedanțele pot fi exprimate în unități absolute [Ω] sau în unități relative.

În cazul schemelor cu mai multe trepte de tensiune, cuplate prin transformatoare, toate impedanțele trebuie raportate la aceeași treaptă de tensiune (de regulă cea la care are loc defectul). În cazul exprimărilor în unități relative, toate impedanțele trebuie raportate la o aceeași impedanță de bază sau, ceea ce este echivalent, la o aceeași putere de bază (S_b) și tensiune de bază (U_b).

Tabelul 1

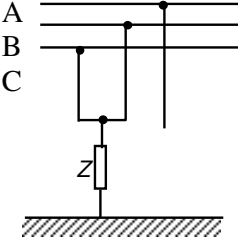
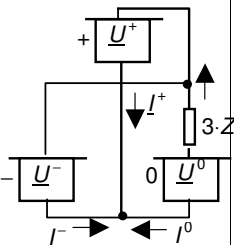
Calculul curenților de scurtcircuit cu componente simetrice

Defectul	Relații între mărimi la locul defectului		Schema echivalentă	Relații de calcul ale mărimilor la locul de defect		
	Mărimi de fază	Componente simetrice	Impedanța echivalentă introdusă în rețeaua de succesiune pozitivă	Componente simetrice	Mărimi de fază	Tensiune între faze
<p>Scurtcircuit trifazat prin impedanța de defect Z</p> 	$U_A = U_B = U_C$	$U^- = U^0 = 0$		$U^+ = I^+ \cdot Z;$ $U^- = U^0 = 0$	$U_A = E \cdot \frac{Z}{Z^+ + Z};$ $U_B = -\frac{E}{2} \cdot \frac{Z + j\sqrt{3} \cdot Z}{Z^+ + Z};$ $U_C = -\frac{E}{2} \cdot \frac{Z - j\sqrt{3} \cdot Z}{Z^+ + Z}$	$U_{CB} = j\sqrt{3} \cdot E \cdot \frac{Z}{Z^+ + Z};$ $U_{AC} = -\frac{j\sqrt{3} \cdot E}{2} \cdot \frac{Z + j\sqrt{3} \cdot Z}{Z^+ + Z};$ $U_{BA} = -\frac{j\sqrt{3} \cdot E}{2} \cdot \frac{Z - j\sqrt{3} \cdot Z}{Z^+ + Z}$
					$I_A + I_B + I_C = 0$	

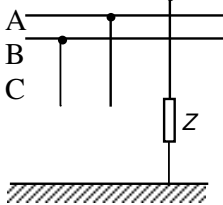
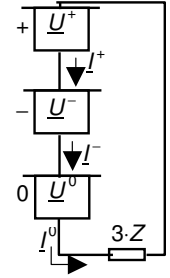
<p>Scurtcircuit bifazat între fazele B, C prin impedanța de defect Z</p> 	$U_B - U_C = Z \cdot I_B$	$U^+ = U^- + Z \cdot I^+ = I^+ \cdot (Z^- + Z);$ $U^0 = 0$		$U^+ = (Z + Z^-) \cdot I^+;$ $U^- = Z^- \cdot I^+;$ $U^0 = 0$	$U_A = E \cdot \frac{2 \cdot Z^- + Z}{Z^+ + Z^- + Z};$ $U_B = -\frac{E}{2} \cdot \frac{2 \cdot Z^- + Z + j\sqrt{3} \cdot Z}{Z^+ + Z^- + Z};$ $U_C = -\frac{E}{2} \cdot \frac{2 \cdot Z^- + Z - j\sqrt{3} \cdot Z}{Z^+ + Z^- + Z}$	$U_{CB} = j\sqrt{3} \cdot E \cdot \frac{Z}{Z^+ + Z^- + Z};$ $U_{AC} = -\frac{j\sqrt{3} \cdot E}{2} \cdot \frac{Z + j\sqrt{3} \cdot (2 \cdot Z^- + Z)}{Z^+ + Z^- + Z};$ $U_{BA} = -\frac{j\sqrt{3} \cdot E}{2} \cdot \frac{Z - j\sqrt{3} \cdot (2 \cdot Z^- + Z)}{Z^+ + Z^- + Z}$
	$I_A = 0;$ $I_B = -I_C$	$I^+ = I^-;$ $I^0 = 0$	$Z_s = Z^- + Z$	$I^+ = \frac{E}{Z^+ + Z^- + Z};$ $I^- = -I^+;$ $I^0 = 0$	$I_A = 0;$ $I_B = -j\sqrt{3} \cdot \frac{E}{Z^+ + Z^- + Z};$ $I_C = j\sqrt{3} \cdot \frac{E}{Z^+ + Z^- + Z}$	

Tabelul 1 (continuare)

Calculul curenților de scurtcircuit cu componente simetrice

Defectul	Relații între mărimi la locul defectului		Schema echivalentă	Relații de calcul ale mărimilor la locul de defect		
	Mărimi de fază	Componente simetrice	Impedanța echivalentă introdusă în rețeaua de succesiune pozitivă	Componente simetrice	Mărimile de fază	Tensiune între faze
<p>Dublă punere la pământ. Fazele B, C în scurtcircuit puse la pământ prin impedanța de defect Z</p> 	$U_B = U_C$ $= Z \cdot (I_B + I_C)$	$U^- = U^+;$ $U^0 - U^- = 3 \cdot Z \cdot I^0$		$U^+ = U^- =$ $I^+ \cdot \frac{Z^- \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z};$ $U^0 = I^+ \cdot \frac{Z^- \cdot Z^0}{Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z}$	$U_A =$ $= \frac{E \cdot 3 \cdot Z^- \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)};$ $U_B = U_C =$ $= \frac{-3 \cdot E \cdot Z^- \cdot Z}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}$	$U_{AC} = \sqrt{3} \cdot E \cdot$ $\frac{\sqrt{3} \cdot Z^- \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)};$ $U_{BA} = -\sqrt{3} \cdot E \cdot$ $\frac{\sqrt{3} \cdot Z^- \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}$
	$I_A = 0;$ $I_B + I_C = I_P$	$I^- + I^0 = -I^+$	$Z_s = \frac{Z^- \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z}$	$I^- =$ $\frac{E \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)};$ $I^+ =$ $\frac{E \cdot (Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)};$ $I^0 =$ $\frac{E \cdot Z^-}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}$	$I_A = 0;$ $I_B = \frac{-E \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot$ $\frac{\sqrt{3} \cdot Z^- + j(2 \cdot Z^0 + Z^- + 6 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)};$ $I_C = \frac{-E \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot$ $\frac{\sqrt{3} \cdot Z^- - j(2 \cdot Z^0 + Z^- + 6 \cdot Z)}{Z^+ \cdot Z^- + (Z^+ + Z^-) \cdot (Z^0 + 3 \cdot Z)}$	

Calculul curenților de scurtcircuit cu componente simetrice

Defectul	Relații între mărimi la locul defectului		Schema echivalentă	Relații de calcul ale mărimilor la locul de defect		
	Mărimi de fază	Componente simetrice		Componente simetrice	Mărimi de fază	Tensiune între faze
<p>Scurtcircuit monofazat. Faza A pusă la pământ prin impedanța de defect Z.</p> 	$U_A = Z \cdot I_A$	$U^+ + U^- + U^0 = 3 \cdot Z \cdot I^+$		$U^+ = (Z^- + Z^0 + 3Z) \cdot I^+;$ $U^- = -Z^- \cdot I^+;$ $U^0 = -Z^0 \cdot I^+;$	$U_A = E \cdot \frac{3 \cdot Z}{Z^+ + Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z};$ $U_B = -\frac{\sqrt{3} \cdot E}{2};$ $U_C = -\frac{\sqrt{3} \cdot E}{2};$	$U_{CB} = j\sqrt{3} \cdot E \cdot \frac{2 \cdot Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z}{Z^+ + Z^- + Z^0 + 3 \cdot Z};$ $U_{AC} = -j \frac{\sqrt{3} \cdot E}{2};$

În toate cazurile de scurtcircuit, componenta pozitivă în punctul de scurtcircuit: cu Z_s conform tabel 1, diferit pentru fiecare tip de defect.

$$I_k^+ = \frac{E}{Z^+ + Z_s}$$

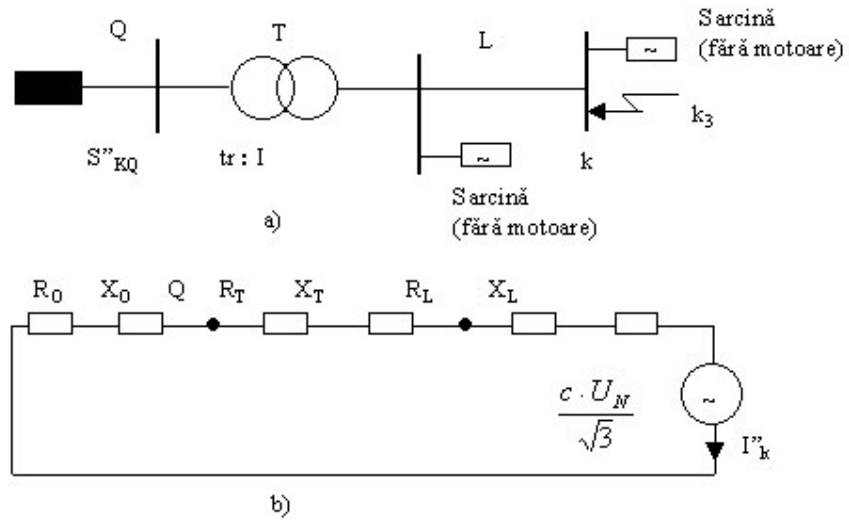


Fig.3 Exemplu de schemă pentru calculul curentului simetric inițial de scurtcircuit I''_k în concordanță cu metoda generatorului echivalent de tensiune:
 a) schema sistemului
 b) schema echivalentă (secvența pozitivă).