

Tema

Să se determine, analitic și numeric, factorii de supratensiune temporară determinați de efectul capacitiv, de nesimetriile transversale și de cele longitudinale, în rețeaua de transport a energiei electrice având schema monofilară de forma celei prezentate în fig. 1. Parametrii elementelor circuitului sunt:

- *Sursele* - toate cele trei surse ale schemei sunt subsisteme electroenergetice, având următoarele puteri de scurtcircuit pe barele de 220 kV ale stațiilor de transformare, prin intermediul cărora se conectează rețeaua analizată la sistemul electroenergetic:

$$S_{sc,1} = 2590 \text{ MVA};$$

$$S_{sc,2} = 2800 \text{ MVA};$$

$$S_{sc,3} = 3500 \text{ MVA}.$$

- *Autotransformatoarele* – toate cele trei autotransformatoare sunt identice, în construcție cu trei înfășurări și conexiune de tip Y_0Y_0d , având următorii parametri:

$U_n = 420/231/34 \text{ kV}$ – înfășurarea 1 fiind înfășurarea cu tensiunea cea mai mare, iar înfășurarea 3 fiind înfășurarea de medie tensiune, având conexiune în triunghi;

$$S_n = 400/400/162 \text{ MVA} \text{ – puterea de } 162 \text{ MVA corespunde celei de a treia înfășurări};$$

$$U_{sc,1-2} = 10,6 \%;$$

$$U_{sc,2-3} = 37 \%;$$

$$U_{sc,3-1} = 47 \%;$$

$$I_{0,\%} = 2,5 \%.$$

- *Reactoarele de compensare transversală* – toate cele trei reactoare de compensare transversală sunt identice, atât în ceea ce privește tensiunea nominală cât și puterea, și au următorii parametri:

$$U_{n,R} = 34 \text{ kV};$$

$$S_{n,R} = 90 \text{ MVA}.$$

- *Liniile electrice* – ambele linii ale rețelei analizate sunt linii electrice aeriene, având tensiunea nominală de 400 kV, realizate pe stâlpi de tip PAS 400, cu două conductoare de OIAI 450 mm² pe fază și conductoare de protecție de tip OIZn 135 mm²; parametrii electrici și cei de propagare, pe unitatea de lungime, sunt dați în tabelul 1, atât pentru secvența directă, cât și pentru aceea homopolară. Lungimile celor două linii sunt:

$$l_1 = 282 \text{ km};$$

$$l_2 = 118 \text{ km}.$$

Tabelul 1. Parametrii electrici și de propagare ai liniilor schemei analizate

Parametrul	Secvență directă	Secvență homopolară
L [mH/km]	1,065	3,3
C [nF/km]	10,1	7,74
R [Ω /km]	0,0323	0,133
Z_0 [Ω]	311	643
β [rad/km]	$10,75 \cdot 10^{-4}$	$15,63 \cdot 10^{-4}$
α [km ⁻¹]	$52 \cdot 10^{-6}$	$103,4 \cdot 10^{-6}$

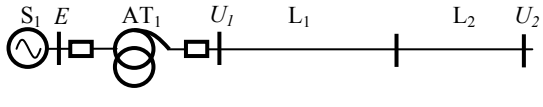
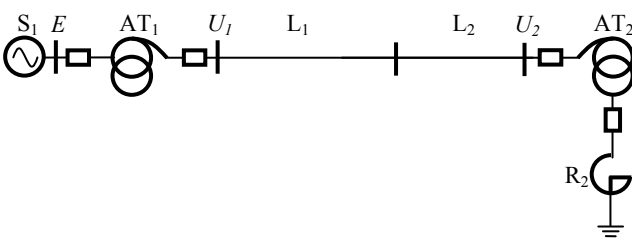
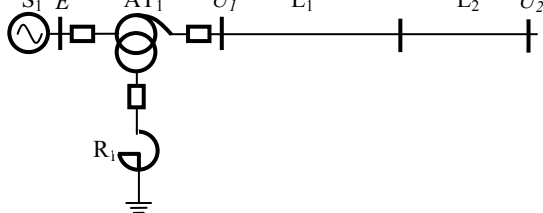
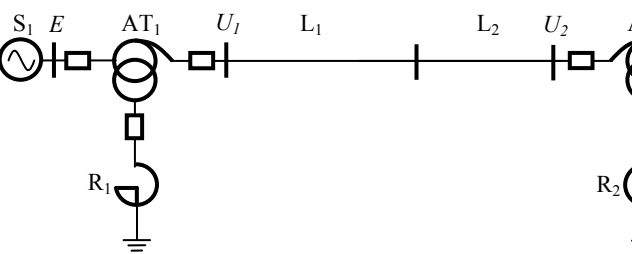
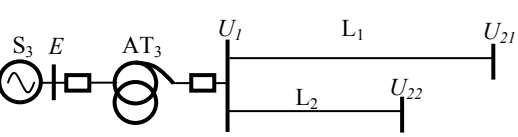
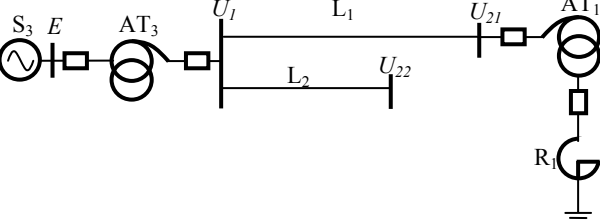
Se neglijează:

- componenta activă a impedanțelor interne ale surselor;
- pierderile în autotransformatoare;
- reactanțele de magnetizare ale autotransformatoarelor;
- pierderile pe liniile electrice aeriene;

- componenta activă a impedențelor reactoarelor de compensare transversală.

Schemele tipice în care se va determina nivelul supratensiunilor datorate efectului capacitiv sunt cele reprezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Scheme tipice pentru studiul efectului capacitiv

Nr crt	Schema monofilară a rețelei (relativ la schema din fig.1)	Factori de supratensiune
1		$\frac{U_2}{U_1}; \frac{U_1}{E} \Rightarrow \frac{U_2}{E}$
2		$\frac{U_2}{U_1}; \frac{U_1}{E} \Rightarrow \frac{U_2}{E}$
3		$\frac{U_2}{U_1}; \frac{U_1}{E} \Rightarrow \frac{U_2}{E}$
4		$\frac{U_2}{U_1}; \frac{U_1}{E} \Rightarrow \frac{U_2}{E}$
5		$\frac{U_{21}}{U_1}; \frac{U_{22}}{U_1}; \frac{U_1}{E} \Rightarrow \frac{U_{21}}{E}; \frac{U_{22}}{E}$
6		$\frac{U_{21}}{U_1}; \frac{U_{22}}{U_1}; \frac{U_1}{E} \Rightarrow \frac{U_{21}}{E}; \frac{U_{22}}{E}$

7		$\frac{U_{21}}{U_1}, \frac{U_{22}}{U_1}, \frac{U_1}{E} \Rightarrow$ $\Rightarrow \frac{U_{21}}{E}, \frac{U_{22}}{E}$
8		$\frac{U_{21}}{U_1}, \frac{U_{22}}{U_1}, \frac{U_1}{E} \Rightarrow$ $\Rightarrow \frac{U_{21}}{E}, \frac{U_{22}}{E}$
<p><i>Notă:</i> Schemele echivalente corespunzătoare schemelor monofilare se realizează conform § 1.1. Factorii de supratensiune se calculează conform breviarului prezentat la § 1.2.1.</p>		

Schemele tipice în care se va determina nivelul supratensiunilor datorate nesimetriilor transversale sunt cele reprezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Scheme pentru studiul supratensiunilor temporare datorate scurtcircuitelor nesimetrice

Nr. crt.	Schema monofilară a rețelei (relativ la schema din fig.1)	Factori de supratensiune
1		$\frac{U_{A,B,C}}{E}, \frac{U'_{A,B,C}}{E}$
2		$\frac{U_{A,B,C}}{E}, \frac{U'_{A,B,C}}{E}$
3		$\frac{U_{A,B,C}}{E}, \frac{U'_{A,B,C}}{E}$

4		$\frac{U_{A,B,C}}{E}, \frac{U'_{A,B,C}}{E},$ $\frac{U_{2;A,B,C}}{E}$
5		$\frac{U_{A,B,C}}{E}, \frac{U'_{A,B,C}}{E},$ $\frac{U_{22;A,B,C}}{E}$
<p><i>Notă:</i> Factorii de supratensiune datorati producerii nesimetriilor se calculează conform § 1.2.2, în condițiile în care factorii de supratensiune U/E, U'/E, U_2/E și U_{22}/E au fost deja calculați în prima etapă a analizei, în care s-au determinat supratensiunile datorate efectului capacitiv.</p>		

În cazul studiului supratensiunilor datorate nesimetriilor longitudinale se face o analiză doar la nivelul primelor trei scheme monofilare din tabelul 1, în condițiile în care se consideră că nesimetria este generată de întrerupătorul din amonte de autotransformatorul AT₁. Nivelul supratensiunilor generate de fenomenul de ferorezonanță se analizează doar la nivelul primelor două scheme. În acest ultim caz, pentru trasarea caracteristicii de magnetizare se utilizează perechile de valori din tabelul 4.

Tabelul 4. Perechile de valori pentru trasarea caracteristicii de magnetizare

I_{m1}^*	0,00	0,02	0,05	0,10	0,20	0,30	1,30
U_{m1}^*	0,00	1,00	1,10	1,22	1,32	1,38	1,69
<i>Notă:</i> În primul și în ultimul interval, dependența tensiunii de curent se consideră lineară.							