

CONSIDERAȚII TEHNICE PRIVIND PROIECTAREA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

1. Modelarea componentelor rețelelor electrice
2. Exprimarea mărimilor în unități relative

Planificarea și proiectarea corespunzătoare a sistemelor electrice presupune o bună cunoaștere a sistemelor existente, care să ofere o bază solidă pentru proiectele viitoare.

Trebuie luate în considerare diferite categorii de factori tehnici, ca aceia referitori la necesarul de sarcină viitor.

O serie de aspecte referitoare atât la condițiile normale de funcționare, cât și la cele de avarie este important a fi considerate. Proiectantul trebuie să aibă în vedere efectele pierderilor de putere/energie în structura considerată, la nivelul fiecărei componente a echipamentelor, aspectele legate de calitatea serviciului de alimentare sau de siguranța publică și a personalului de exploatare. Este de asemenea vitală considerarea posibilităților de apariție a unor defecte tranzitorii sau permanente în echipamentele din rețea sau la consumator.

1. MODELAREA COMPONENTELOR DE REȚEA

Calculul tehnic au la bază *schemele electrice echivalente (modele)* ale componentelor de rețea.

Lungimile relativ reduse ale rețelelor de medie tensiune și joasă tensiune permit utilizarea unor modele simple pentru liniile electrice (cuadripoli în schemă Π).

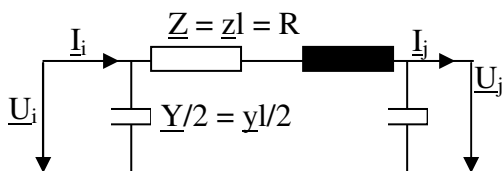


Fig.2.1. Schema electrică echivalentă a unei LE de lungime medie (<250 km)

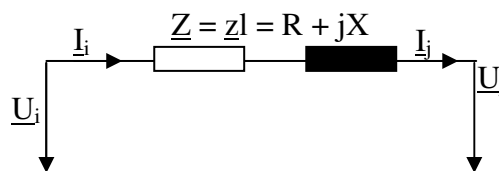


Fig.2.2. Schema electrică echivalentă a unei LE scurte (<80 km)

În cazul acestor rețele, pentru calculele de regim normal, este suficient de exactă aproximarea care nu include în model capacitatea echivalentă (admitanța transversală), rezumându-se doar la impedanța longitudinală a cuadripolilor echivalenți.

Transformatoarele de putere pot fi reprezentate la rândul lor de impedanțele longitudinale și admitanțe (impedanțe) transversale (cuadripoli în schemă Γ).

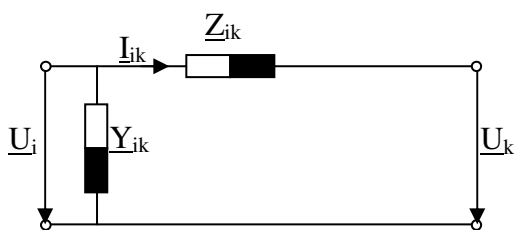


Fig. 2.3. Circuitul echivalent al transformatorului monofazat


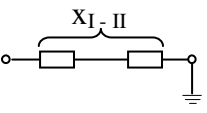
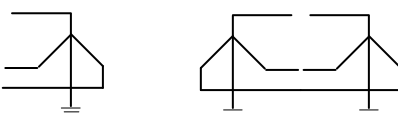
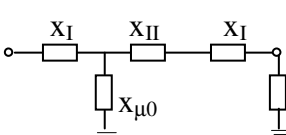
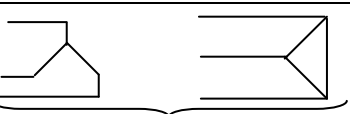
Transformatoarele de mică putere sunt caracterizate cu precădere de parametrul rezistiv ($R \gg X$), la cele de puteri mari acest raport se schimbă ($X \gg R$).

În timp ce rezistența transformatoarelor influențează în mică măsură calculul căderilor de tensiune (ΔR

$\uparrow \downarrow \Rightarrow \Delta U \approx 0$), ea determină practic valoarea pierderilor de putere/energie.

Tipul conexiunilor acestor transformatoare are o deosebită importanță în calculele curenților de scurtcircuit, cu precădere nesimetrice (tabelul 2.1).

Tab.2.1. Scheme echivalente de succesiune zero ale transformatoarelor cu două înfășurări

Schema de conexiuni	Schema echivalentă de succesiune zero	Relații de calcul
		$x^0 = x^+ = x_{I-II}$
		$x^0 = x^+ = x_{I-II}$
 <p>Indiferent de conexiune</p>		$x^0 = \infty$

Modelarea mașinilor electrice rotative de puteri mici presupune și considerarea rezistenței acestora. Majoritatea studiilor iau însă în calcul doar reactanța acestor mașini. Valorile reactanțelor longitudinale (de secvență pozitivă) supratranzitorie, tranzitorie și sincronă (X_d'' , X_d' , X_d) sunt considerate referențiale pentru analiza regimurilor considerate în etapa de proiectare. X_d'' , X_d' sunt incluse în calculele de regim de defect (momentul apariției scurtcircuitului și respectiv în domeniul tranzitoriu $\div 0,1$ s).

Tab.2.2. Valorile medii ale parametrilor caracteristici pentru elementele ce intervin în schema de succesiune pozitivă

Elementul	Valoarea reactanței [%]			
	x''_d	x'_d	x_d	
Turbogeneratoare:	≤ 25 MW	12,5	19	170
	30...100 MW	14,5	22	165
	100...300 MW	19,5	27	185
Hidrogeneratoare:	cu înf. de amortizare	20	35	115
	fără înf. de amortizare	27	27	115
Compensatoare și motoare sincrone:		20	35	180

În ceea ce privește transformatoarele de putere, valoarea parametrilor echivalenți depinde de poziția zonei studiate de rețea în raport cu primarul/secundarul transformatorului. Consecutiv și parametrii celorlalte elemente de sistem poziționate de cealaltă parte a înfășurării față de care se face raportarea vor fi exprimate (raportate) în funcție de tensiunea nominală a înfășurării de referință.

$$Z|_{U_{n2}} = Z|_{U_{n1}} \cdot \left(\frac{U_{n2}}{U_{n1}} \right)^2$$

2. EXPRIMAREA MĂRIMILOR ÎN UNITĂȚI RELATIVE

În rețelele mai complexe, care includ mai multe nivele de tensiune, abordarea anterioară pentru calculul parametrilor echivalenți ai elementelor de rețea, presupunând raportarea repetată la noi nivele de tensiune, poate fi chiar complicată, necesitând un timp sporit de calcul, fără ca rezultatele să pună în evidență direct și clar amploarea fenomenului.

Calculul mărimilor caracteristice ale unui sistem poate fi ușor efectuat cu ajutorul reprezentării în **unități relative** a tensiunii, curentului, puterii active, reactive sau aparente. Valoarea numerică a unității relative a oricărei mărimi este raportul acesteia la o mărime de bază de aceeași natură (cu aceleași dimensiuni), arbitrar aleasă. Deci o mărime relativă este ca o valoare normalizată în raport cu o valoare de bază aleasă.

$$M_{u.r.} = \frac{M[u.a.]}{M_{bază}} [u.r.]$$

Sistemul mărimilor de bază

$U_{bază}$ [kV], $S_{bază}$ [MVA] – considerate mărimi independente

$I_{bază}$ [A], $Z_{bază}$ [W] – considerate mărimi derivate.

În calculele de rețele electrice tensiunea nominală a liniilor și a echipamentului este cunoscută, astfel încât tensiunea poate și este logic să fie aleasă ca mărime de bază. Cea de a doua mărime de bază uzual aleasă este puterea aparentă care poate fi considerată arbitrar 100 MVA, 1000 MVA ș.a.m.d.

Aceeași putere aparentă este utilizată pentru întreaga rețea. Tensiunea de bază, arbitrar aleasă, trebuie corectată cu rapoartele de transformare ale transformatoarelor (considerate cu Y/Y sau echivalente cu acestea).

$$I_{bază} = S_{bază} / \sqrt{3} \cdot U_b [A]$$

$$Z_{bază} = \frac{U_{bază} / \sqrt{3}}{S_{bază} / \sqrt{3} \cdot U_{bază}} = \frac{U_{bază}^2}{S_{bază}}$$

O dată definite mărimile de bază, se pot determina unitățile relative aferente oricărei mărimi:

$$U^* = U/U_{bază} ; I^* = I/I_{bază} ; S^* = S/S_{bază} ; Z^* = Z/Z_{bază}$$

unde U, I, S, Z sunt exprimate în unități fizice.

Rezultă:

$$Z^* = \frac{Z(\Omega)}{Z_{bază}(\Omega)} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{bază} \cdot Z}{U_{bază}} = Z \cdot \frac{S_{bază}}{U_{bază}^2}$$

$$\text{Iar pentru: } S = P + jQ [VA]$$

$$S^* = P^* + jQ^*$$

$$\text{în care } P^* = \frac{P[W]}{S_{bază}[VA]} \quad \text{și} \quad Q^* = \frac{Q[var]}{S[VA]}$$

Relațiile de mai sus au fost stabilite pentru rețele cuplate galvanic.

Trebuie menționat că în cazul unor cuplaje magnetice - prin transformatoare - toate mărimile trebuie calculate în unități relative raportate la condițiile de bază, având în vedere că, în relațiile de mai sus, prin U_b , I_b , Z_b se înțeleg întodeauna tensiunea curentul și impedanța de bază ale acelei trepte de transformare la care se găsesc mărimile care sunt supuse operațiilor de raportare.

Avantajele utilizării mărimilor exprimate în u.r.

- rezultatele pentru diferite secțiuni ale sistemului pot fi comparate (ex. căderi de tensiune, pierderi de putere, etc.);
- impedanțele transformatoarelor au aceleași valori pentru ambele părți (primar/secundar);
- nu sunt necesari factorii $\sqrt{3}$ în calculele circuitelor trifazate.