

INFLUENȚA FACTORULUI DE NESIMETRIE ȘI A COEFICIENTULUI DE RAMIFICARE ASUPRA PIERDERILOR DE PUTERE ÎN REȚELELE ELECTRICE DE DISTRIBUȚIE

Gheorghe MERENEANU, Iulian ROTARI, Ion STRATAN

Universitatea Tehnică a Moldovei

Rezumat: Scopul lucrării de cercetare constă în îmbunătățirea metodelor de estimare a pierderilor de tensiune și de putere în rețelele electrice de 0,4 kV, deoarece aceste rețele sunt extinse și nu există o metodologie plauzibilă privind estimarea acestor pierderi mai ales cu luarea în considerație a coeficientului de ramificare și a coeficientului de nesimetrie.

Cuvinte cheie: Factorul de nesimetrie, coeficientul de ramificare, pierderi de putere, pierderi de tensiune.

Se știe că puterile active și reactive tranzitate printr-o linie electrică (P_d, Q_d) sunt influențate de tensiunea la care funcționează linia electrică (LE). În legătură cu aceasta se poate stabili o relație analitică de dependență între valorile procentuale ale pierderilor de putere ($\Delta P_{01} \%$) și pierderile de tensiune ($\Delta U_{01} \%$)

$$\Delta P_{01} \% = \frac{1 + tg^2 \varphi}{1 + \frac{X_{01}}{R_{01}} \cdot tg \varphi} \cdot \Delta U_{01} \% = \frac{1 + tg^2 \varphi}{1 + \varepsilon \cdot tg \varphi} \cdot \Delta U_{01} \% \quad 1$$

Valoarea procentuală a pierderilor de energie se determină din relația:

$$\Delta W_{01} \% = \Delta P_{01} \% \cdot k_{p/u} \cdot \frac{\tau}{T_{max}} \quad 2$$

Expresia (2) este obținută în ipoteză că LE alimentează un singur receptor ce funcționează în regim simetric (vezi figura 1).

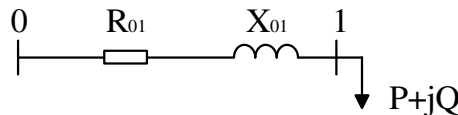


Figura 1. Schema echivalentă a LE de joasă tensiune.

Pentru o RE ce alimentează n receptoare ce funcționează în regim nesimetric relația 2 se scrie sub forma:

$$\Delta W_{01} \% = k_{p/u} \cdot k_{nes} \cdot k_{ram} \cdot \frac{\tau}{T_{max}} \cdot \Delta U \% \quad 3$$

unde: k_{nes} este factorul de nesimetrie ;
 k_{ram} este factorul de ramificare a RE

2. Evaluarea factorului de nesimetrie

Curenții pe tronsonul 0-1 în orele de vîrf a sarcinii				Tensiunea de fază la barele 0,4 kV a postului de transformare	Tensiunea de fază la cel mai îndepărtat consumator	Durata de utilizare a puterii maxime	Factorul de putere
I _A	I _B	I _C	I _N	U ₀ , kV	U ₄ , kV	T _{max} , h/an	cos φ
42	27	60	5	0,230	0,219	4300	0,92

Valorile curenților și tensiunilor au fost obținute conform măsurărilor, iar T_{\max} și $\cos\varphi$ se determină în dependență de caracterul sarcinii.

Calculul consumului tehnologic în fiderul 0,4 kV este compus din următorii pași:

a. Se determină valoarea medie a intensității curentului pe tronsonul din capătul liniei prin expresia:

$$I_m = \frac{I_A + I_B + I_C}{3} = \frac{42 + 27 + 60}{3} = 43 \text{ A.} \quad 4$$

b. Se determină rezistențele și reactanțele specifice aduse la aceeași secțiune

c. Se determină coeficientul de legătură dintre pierderile de putere și pierderile de tensiune

$$k_{P/U} = \frac{1 + tg^2\varphi}{1 + \frac{X_{ech}}{R_{ech}} \cdot tg\varphi} = \frac{1 + 0,254}{1 + 0,426 \cdot 0,147} = 0,81 \quad 5$$

Deoarece nu se cunoaște repartiția curenților pe tronsonul de alimentare se admite că :

$$\frac{X_{ech}}{R_{ech}} = \frac{X_f}{R_f} = \frac{0,106}{0,722} = 0,147 \quad 6$$

d. Se determină coeficientul de nesimetrie a sarcinii K_{nes} :

$$k_{nes} = 3 \cdot \frac{I_A^2 + I_B^2 + I_C^2}{(I_A + I_B + I_C)^2} \left(1 + 1,5 \frac{r_0}{r_f} \right) - 1,5 \frac{r_0}{r_f} = 3 \cdot \frac{42^2 + 27^2 + 60^2}{(42 + 27 + 60)^2} \left(1 + 1,5 \frac{1,74}{0,722} \right) - 1,5 \frac{1,74}{0,722} = 1,45 \quad 7$$

e. Se determină coeficientul pierderilor graficului sarcinii:

$$\frac{\tau}{T_{\max}} = \frac{\left(0,124 + \frac{T_{\max}}{10^4} \right)^2 \cdot 8760}{T_{\max}} = \frac{\left(0,124 + \frac{4300}{10^4} \right)^2 \cdot 8760}{4300} = \frac{2688,6}{4300} = 0,625 \quad 8$$

f. Se determină pierderile de tensiune în procente de la barele postului de transformare pînă la consumatorul 15:

$$\Delta U_f \% = \frac{U_0 - U_1}{U_0} \cdot 100\% = \frac{230 - 219}{230} \cdot 100\% = 4,78\% \quad 9$$

g. În final utilizînd relația 1 calculăm valoarea procentuală a consumului tehnologic în fiderul studiat :

$$\Delta W = K_{P/U} \cdot \Delta U \% \cdot k_{nes} \cdot \frac{\tau}{T_{\max}} = 0,81 \cdot 1,45 \cdot 0,625 \cdot 4,78 = 3,508\% \quad 10$$

3. Evaluarea factorului de ramificare pentru diferite structuri a RE

a. Schema 1

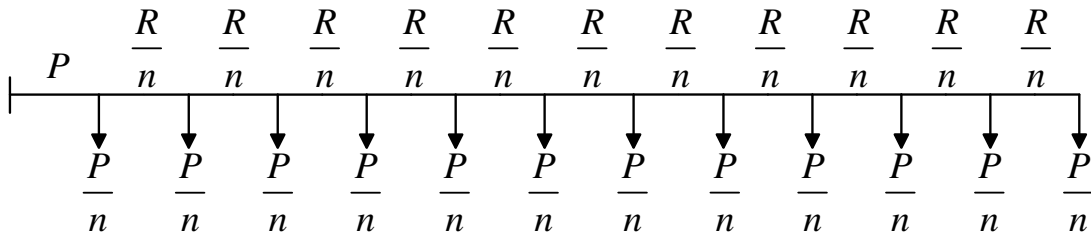


Figura 3. Schema echivalentă a LE de joasă tensiune cu n consumatori

$$\sum_{i=1}^n K_{ram} = \frac{n \cdot (n+1)}{2}$$

11

b. Schema 2

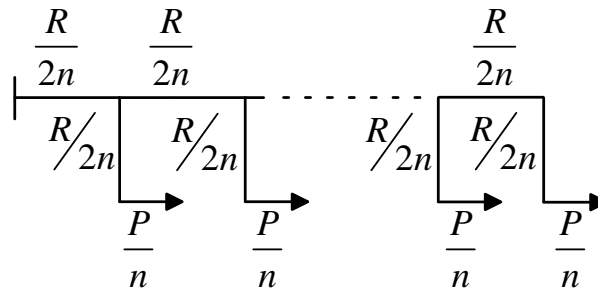


Figura 4. Schema echivalentă a LE de joasă tensiune cu n consumatori

Coefficientul de ramificare a pierderilor de tensiune pentru schema din figura 2:

$$K_{ram}^{\Delta U} = \left[\frac{n(n+1)}{2 \cdot 2n^2} + \frac{1}{2n} \right] = \left[\frac{(n+1)}{4n} + \frac{1}{2n} \right] = \frac{n+3}{4n} \quad 12$$

Coefficientul de ramificare a pierderilor de putere pentru schema din figura 2:

$$K_{ram}^{\Delta P} = \left[\frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \cdot \frac{1}{2n^3} + \frac{1}{2n^2} \right] = \frac{n(2n^2 + n + 2n + 1)}{6} \cdot \frac{1}{2n^3} + \frac{1}{2n^2} = \frac{2n^3 + 3n^2 + n + 6n}{12n^3} \quad 13$$

Coefficientul de ramificare calculat din raportul pierderilor de putere și tensiune

$$\frac{\Delta P\%}{\Delta U\%} = K_{ram} = \frac{2n^3 + 3n^2 + n + 6n}{12n^3} \cdot \frac{4n}{(n+3)} = \frac{n(2n^2 + 3n + 7)}{12n^3} \cdot \frac{4n}{(n+3)} = \frac{2n^2 + 3n + 7}{3n \cdot [(n+3)]} \quad 14$$

$$K_{ram} = \frac{2n^2 + 3n + 7}{3 \cdot (n^2 + 3n)} \quad 15$$

Concluzie

Scopul acestei lucrări este de a studia influența coeficientului de nesimetrie și a coeficientului de ramificare pentru diferite scheme a rețelelor electrice. Această lucrare va avea o transpunere în practică la determinarea mai precisă a pierderilor de tensiune, putere și deci și energie în rețele electrice și deci a calcula mai precis componenta pierderilor care este inclusă la stabilirea tarifului la energia electrică.

Datorită cercetărilor efectuate prin metoda teoretică cât și prin analiza unui exemplu concret coeficientul de ramificare ia valori diferite în dependență de configurația rețelei electrice. Totodată, cât mai multe receptoare electrice sunt racordate la rețea (din mai multe tronsoane este formată rețeaua) coeficientul de ramificare ia valori mai mici.

Coeficientul de nesimetrie indică gradul de repartitie neuniformă a sarcinilor pe fazele sistemului trifazat. Acest coeficient ia valori mai mari ca 1 în cazul repartizării neuniforme a sarcinii pe fazele rețelei, și egale cu 1 în cazul impedanței uniform repartizate.

Deoarece pierderile de energie sunt direct proporționale cu coeficientul de nesimetrie și coeficientul de ramificare influența acestor coeficienți este următoarea:

- coeficientul de ramificare avînd valori subunitare mărește precizia de calcul a pierderilor de energie micșorînd valoarea acesteia.
- coeficientul de nesimetrie fiind supraunitar de asemenea mărește precizia pierderilor de energie calculate însă în sensul creșterii valorii acestora.

Bibliografie

1. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке. Под общей редакцией Ф. Д. Косоухова. Санкт-Петербург-Москва-Краснодар 2016-272с.
2. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии. Руководство для практических расчетов/ Ю. С. Желеско. : М. ЭНАС, 2009-456 с.
3. Электрические станции Н.4 1997