Умова задачі

Визначити втрати напруги у вольтах та у відсотках від $U_{ном}$ до точок 3 та 4 в трифазній лінії змінного струму. Марки та площі поперечного перерізів проводів подані на розрахунковій схемі (рис.1), інші дані наведені в таблиці варіантів завдань (табл.1).

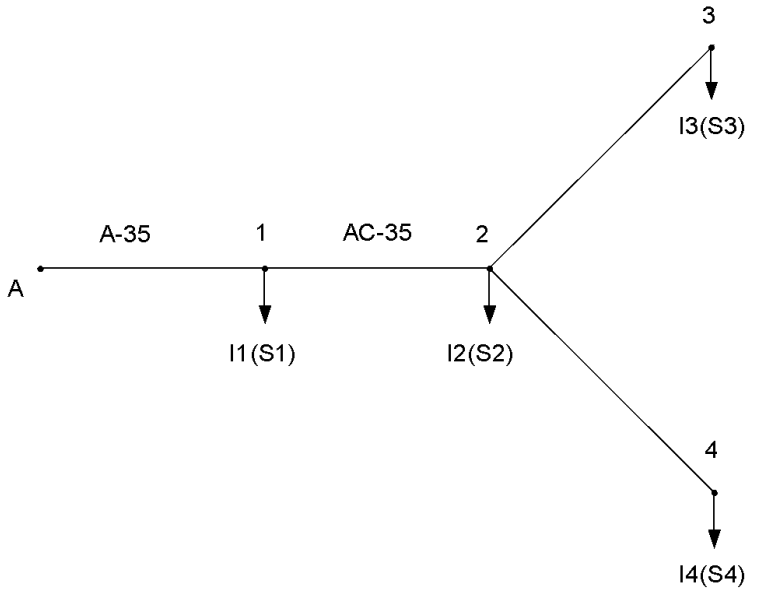

Рис. 1 Розрахункова схема

Таблиця 1 Вихідні дані (варіант №*30*)

Варіант	$U_{ном}$В	$D_{сер}$ м	I_1 (S_1) А, (кВА)	I_2 (S_2) А, (кВА)	I_3 (S_3) А, (кВА)	I_4 (S_4) А, (кВА)	cos φ_1	cos φ_2	cos φ_3	cos φ_4	L_{A-1}, км	L_{1-2} км	L_{2-3}, км	L_{2-4}, км
30 (15)	***10***	***0,6***	***95***	***35***	***150***	***220***	***0,7***	***0,9***	***0,8***	***0,8***	***2,7***	***4***	***5***	***6***

Результати розрахунків

Ділянка	Навантаження ділянки $I_{діл}$, А ($S_{діл}$, кВА)	$R_{діл}$, Ом	$X_{діл}$, Ом	$L_{діл}$, км	Марка та переріз провода, мм^2	Втрати напруги			
						на ділянці		від початку	
						$\Delta U_{діл}$, В	$\Delta U_{діл}$, %	$\Delta U_{діл}$, В	$\Delta U_{діл}$, %
А-1	***497,6***	***0,85***	***0,38***	***2,7***	***А-35***	***121,6***	***1,21***	***121,6***	***1,21***
1-2	***403,8***	***1,18***	***0,38***	***4***	***АС-25***	***190,5***	***1,90***	***312,1***	***3,12***
2-3	***150***	***1,16***	***0,38***	***5***	***А-25***	***98,1***	***0,98***	***410,2***	***4,10***
2-4	***220***	***1,84***	***0,38***	***6***	***А-16***	***224,3***	***2,24***	***536,4***	***5,36***

Примітка. У дві останні колонки записуються втрати напруги від точки А до кожного вузла лінії.

Хід роботи

Вписати вихідні дані згідно із своїм варіантом в табл.1

1. Визначити sinφ навантаження кожного вузла:

$$\sin\varphi_з = \sqrt{1-\cos^2\varphi_з}$$

де cos φ_i і sin φ_i – відповідно косинус та синус навантаження і-го вузла.

$$\sin\varphi_1 = \sqrt{1-0{,}7^2} = 0{,}71$$

$$\sin\varphi_2 = \sqrt{1-0{,}9^2} = 0{,}43$$

$$\sin\varphi_3 = \sqrt{1-0{,}8^2} = 0{,}60$$

$$\sin\varphi_4 = \sqrt{1-0{,}8^2} = 0{,}60$$

2. Вибрати R_0 та X_0 для заданих проводів кожної ділянки лінії з додатка Г.

$$R_{0A\text{-}1} = 0.85 \text{ Ом/км}$$

$$R_{01\text{-}2} = 1.18 \text{ Ом/км}$$

$$R_{02\text{-}3} = 1.16 \text{ Ом/км}$$

$$R_{02\text{-}4} = 1.84 \text{ Ом/км}$$

$$X_0 = 0.38 \text{ Ом/км}$$

3. Розрахувати навантаження на ділянках лінії:

3.1. Навантаження у вузлах задані струмом:

активна складова струму навантаження на ділянці, А

$$I_{аділ} = \sum(i_i \cos\varphi_i)$$

реактивна складова струму навантаження на ділянці, А

$$I_{рділ} = \sum(i_i \sin\varphi_i)$$

повний струм навантаження на ділянці, А

$$I_{діл} = \sqrt{I^2{}_{а.діл} + I_p{}^2{}_{\cdot діл}}$$

де I_i – повний струм навантаження і – го вузла,
$I_{р.діл}$ – реактивний струм навантаження на ділянці, А
$I_{а.діл}$ – активний струм навантаження на ділянці, А.

3.2. Навантаження задані потужністю:

активна потужність навантаження ділянки, кВт

$$P_{діл} = \sum_{i=1}^{n} \left(P_i \cos\varphi_i \right)$$

$$\boldsymbol{P_{A-1} = (S_1 \cos\varphi_1) + (S_2 \cos\varphi_2) + (S_3 \cos\varphi_3) + (S_4 \cos\varphi_4) = (95*0.7)+(35*0.9)+(150*0.8)+(220*0.8) = 394\ кВт}$$

$$\boldsymbol{P_{1-2} = (S_2 \cos\varphi_2) + (S_3 \cos\varphi_3) + (S_4 \cos\varphi_4) = (35*0.9)+(150*0.8)+(220*0.8) = 327.5\ кВт}$$

$$\boldsymbol{P_{2-3} = (S_3 \cos\varphi_3) = (150*0.8) = 120\ кВт}$$

$$\boldsymbol{P_{2-4} = (S_4 \cos\varphi_4) = (220*0.8) = 176\ кВт}$$

реактивна потужність навантаження ділянки, кВар

$$Q_{діл} = \sum_{i=1}^{n} \left(S_i \sin\varphi_i \right)$$

$$\boldsymbol{Q_{A-1} = (S_1 \sin\varphi_1) + (S_2 \sin\varphi_2) + (S_3 \sin\varphi_3) + (S_4 \sin\varphi_4) = (95*0.71)+(35*0.43)+(150*0.60)+(220*0.60) = 304{,}5\ кВар}$$

$$\boldsymbol{Q_{1-2} = (S_2 \sin\varphi_2) + (S_3 \sin\varphi_3) + (S_4 \sin\varphi_4) = (35*0.43)+(150*0.60)+(220*0.60) = 237.0\ кВар}$$

$$\boldsymbol{Q_{2-3} = (S_3 \sin\varphi_3) = (150*0.60) = 90{,}0\ кВар}$$

$$\boldsymbol{Q_{2-4} = (220*0.60) = 132\ кВар}$$

повна потужність навантаження ділянки, кВА:

$$S_{діл} = \sqrt{P^2{}_{діл} + Q^2{}_{діл}}$$

$$S_{A-1} = \sqrt{394^2 + 304^2} = 497{,}6 кВА$$

$$S_{1-2} = \sqrt{327^2 + 237^2} = 403{,}8 кВА$$

$$S_{2-3} = \sqrt{120^2 + 90^2} = 150 кВА$$

$$S_{2-4} = \sqrt{176^2 + 132^2} = 220 кВА$$

де $P_{діл}$ – активна потужність навантаження на ділянці, кВт

$Q_{діл}$ – реактивна потужність навантаження на ділянці, кВар

S_i – повна потужність навантаження і – го вузла, кВА.

4. Розрахувати втрати напруги на кожній ділянці у вольтах:

4.1. Навантаження у вузлах задані струмом:

$$\Delta U_{діл} = \sqrt{3}\left(I_{а.діл} R_0 + I_{р.діл} X_0\right) L_{діл}, В$$

де $I_{а.діл}$ – активний струм навантаження на ділянках, А

$I_{р.діл}$ – реактивний струм навантаження на ділянках, А

4.2. Навантаження у вузлах задані потужністю:

$$\Delta U_{діл} = \frac{\left(P_{діл} R_0 + Q_{діл} X_0\right) L_{діл}}{U_н}$$

де $U_н$ – номінальна напруга лінії, кВ;

$L_{діл}$ – довжина ділнки, км;

$P_{діл}$, $Q_{діл}$ – активна та реактивна потужність на ділянках, кВт, кВар;

R_0, X_0 – активний та реактивний опір 1 км проводу відповідної ділянки, Ом/км.

$$\Delta U_{A-1} = \frac{(394 \times 0{,}85 + 304 \times 0{,}38) 2{,}7}{10} = 121{,}6 В$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{(327{,}5 \times 1{,}18 + 237 \times 0{,}38) 4}{10} = 190{,}5 В$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{(120 \times 1{,}16 + 150 \times 0{,}38) 5}{10} = 98{,}1 В$$

$$\Delta U_{2-4} = \frac{(176 \times 1{,}84 + 304 \times 0{,}38)6}{10} = 224.3 \text{ В}$$

5. Розрахувати втрати напруги на кожній ділянці у відсотках:

$$\Delta U_{діл} = \Delta U_{діл} 100 / U_н, \%$$

де $U_н$ – номінальна напруга лінії, В
$\Delta U_{діл}$ – втрата напруги на ділянці, В

$$\Delta U_{A-1} = 121{,}6 \times 100 / 10000 = 1{,}21\%$$

$$\Delta U_{1-2} = 190{,}5 * 100 / 10000 = 1{,}90\%$$

$$\Delta U_{2-3} = 98{,}1 \times 100 / 10000 = 0{,}98\%$$

$$\Delta U_{2-4} = 224{,}3 * 100 / 10000 = 2{,}24\%$$

6. Визначити втрати напруги від початку лінії (точка А) до кожного вузла схеми.

Втрати напруги від початку до кожної точки розраховувати, сумуючи втрати напруги на відповідних ділянках лінії. Записати результати розрахунків в таблицю 2.

втрати напруги від початку лінії до кожної точки (у вольтах):

$$\Delta U_{A-n} = \sum \Delta U_i, B$$

$$\Delta U_{A-1} = 121.6B$$

$$\Delta U_{A-2} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} = 121.6 + 190.5 = 312.1B$$

$$\Delta U_{A-3} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-3} = 121.6 + 190.5 + 98.1 = 410.2B$$

$$\Delta U_{A-4} = \Delta U_{A-1} + \Delta U_{1-2} + \Delta U_{2-4} = 121.6 + 190.5 + 224.3 = 536.4B$$

втрати напруги від початку лінії до кожної точки (у відсотках):

$$\Delta U_{A-n} = \Delta U_{A-n} 100 / U_н, \%$$

де $U_н$ – номінальна напруга лінії, В;
$\Delta U_{діл}$ – втрата напруги на ділянці у вольтах, В
ΔU_{A-n} – втрата напруги від початку лінії до кожного вузла схеми, В

$$\Delta U_{A-1} = 121.6 \times 100 / 10000 = 1.21\%$$

$$\Delta U_{A-2} = 312.1. \times 100 / 10000 = 3.12\%$$

$$\Delta U_{A-3} = 410.2 \times 100 / 10000 = 4.10\%$$

$$\Delta U_{A-4} = 536.4 \times 100 / 10000 = 5.36\%$$

7. Зробити висновки по роботі.

У висновках вказати, на яких ділянках та до яких точок втрати напруги найбільші та чому? Зробити висновок як та від чого залежать втрати напруги в лініях?