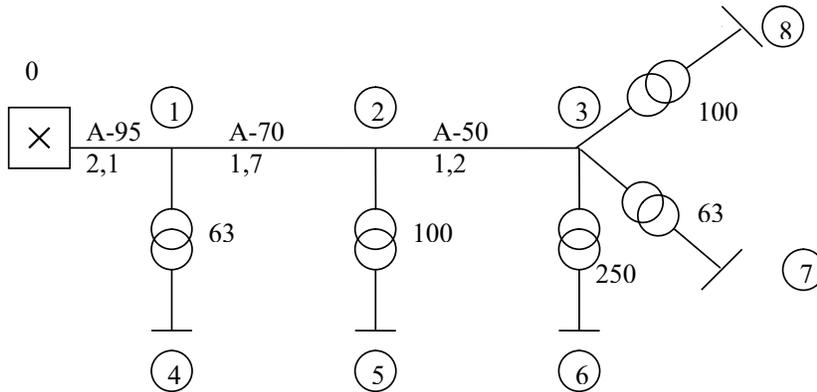


Задание 5 Расчет потерь в фидерах 6-10-35 кВ

Схема фидера 10 кВ



Сопротивления и радиусы проводов выбрать из этой таблицы соответственно сечению

| | | | | | | | | | |
|--|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| Сечение, мм ² | 10 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 |
| Сопротивление, $\frac{\text{Ом}}{\text{км}}$ | 2,766 | 1,8 | 1,176 | 0,79 | 0,603 | 0,429 | 0,306 | 0,249 | 0,198 |
| Радиус, м | 0,00225 | 0,0028 | 0,00345 | 0,0042 | 0,0048 | 0,0057 | 0,00675 | 0,0076 | 0,00855 |

Паспортные данные трансформаторов выбрать из этой таблицы соответственно мощности

| St | DPkz | DPxx | Uk | Ix |
|--------|------|------|-----|-----|
| ВА | Вт | Вт | % | % |
| 25000 | 600 | 130 | 4,5 | 3,2 |
| 40000 | 880 | 175 | 4,5 | 3 |
| 63000 | 1280 | 240 | 4,5 | 2,8 |
| 100000 | 1970 | 330 | 4,5 | 2,6 |
| 160000 | 2650 | 510 | 4,5 | 2,4 |
| 250000 | 3700 | 740 | 4,5 | 2,3 |
| 400000 | 5500 | 950 | 4,5 | 2,1 |

Напряжение в начале фидера номинальное, в режиме минимума и максимума нагрузок, В

$$U := 10000 \quad U_{\min} := 10100 \quad U_{\max} := 9900$$

Отпущенная электроэнергия в начале фидера, вт*час

$$W_P := 900 \cdot 10^6 \quad W_Q := 300 \cdot 10^6$$

Коэффициент формы графика нагрузки и расчетное время (час)

$$K_f := 1.15 \quad T := 720$$

Удельные активные сопротивления фаз и длины участков линий, (Ом/км и км)

$$0 - 1 \quad R_{01} := 0.306 \quad L_{01} := 2.1$$

$$1 - 2 \quad R_{12} := 0.429 \quad L_{12} := 1.7$$

$$2 - 3 \quad R_{23} := 0.603 \quad L_{23} := 1.2$$

Паспортные данные трансформаторов

$$1 - 4 \quad S_{t14} := 63000 \quad DP_{kz14} := 1280 \quad DP_{xx14} := 240 \quad U_{k14} := 4.5 \quad I_{x14} := 2.8$$

$$2 - 5 \quad S_{t25} := 100000 \quad DP_{kz25} := 1970 \quad DP_{xx25} := 330 \quad U_{k25} := 4.5 \quad I_{x25} := 2.6$$

$$3 - 6 \quad S_{t36} := 250000 \quad DP_{kz36} := 3700 \quad DP_{xx36} := 740 \quad U_{k36} := 4.5 \quad I_{x36} := 2.3$$

$$3 - 7 \quad S_{t37} := 63000 \quad DP_{kz37} := 1280 \quad DP_{xx37} := 240 \quad U_{k37} := 4.5 \quad I_{x37} := 2.8$$

$$3 - 8 \quad S_{t38} := 100000 \quad DP_{kz38} := 1970 \quad DP_{xx38} := 330 \quad U_{k38} := 4.5 \quad I_{x38} := 2.6$$

Активные сопротивления фаз линий, км

$$RL_{01} := R_{01} \cdot L_{01} \quad RL_{01} = 0.643$$

$$RL_{12} := R_{12} \cdot L_{12} \quad RL_{12} = 0.729$$

$$RL_{23} := R_{23} \cdot L_{23} \quad RL_{23} = 0.724$$

Среднегеометрическое расстояние между фазами, км

$$d_{ab} := 1 \quad d_{ac} := 2 \quad d_{bc} := 1$$

$$D_{cp} := \sqrt[3]{d_{ab} \cdot d_{ac} \cdot d_{bc}} \quad D_{cp} = 1.26$$

Удельные индуктивные сопротивления фаз линий, Ом/км

$$X_{01} := 0.144 \cdot \log\left(\frac{D_{cp}}{0.00675}\right) \quad X_{12} := 0.144 \cdot \log\left(\frac{D_{cp}}{0.0057}\right) \quad X_{23} := 0.144 \cdot \log\left(\frac{D_{cp}}{0.0048}\right)$$

$$X_{01} = 0.327$$

$$X_{12} = 0.338$$

$$X_{23} = 0.348$$

Индуктивные сопротивления фаз линий, Ом

$$XL_{01} := X_{01} \cdot L_{01} \quad XL_{01} = 0.687$$

$$XL_{12} := X_{12} \cdot L_{12} \quad XL_{12} = 0.574$$

$$XL_{23} := X_{23} \cdot L_{23} \quad XL_{23} = 0.418$$

Удельные емкостные проводимости фаз линий, См/км

$$B01 := \frac{7.58}{\log\left(\frac{D_{cp}}{0.00675}\right)} \cdot 10^{-6} \quad B12 := \frac{7.58}{\log\left(\frac{D_{cp}}{0.0057}\right)} \cdot 10^{-6} \quad B23 := \frac{7.58}{\log\left(\frac{D_{cp}}{0.0048}\right)} \cdot 10^{-6}$$
$$B01 = 3.338 \times 10^{-6} \quad B12 = 3.233 \times 10^{-6} \quad B23 = 3.133 \times 10^{-6}$$

Емкостные проводимости проводов, См

$$BL01 := B01 \cdot L01 \quad BL01 = 7.009 \times 10^{-6}$$
$$BL12 := B12 \cdot L12 \quad BL12 = 5.496 \times 10^{-6}$$
$$BL23 := B23 \cdot L23 \quad BL23 = 3.76 \times 10^{-6}$$

Активные сопротивления трансформаторов, Ом

$$Rt14 := \frac{DPkz14 \cdot U^2}{St14^2} \quad Rt25 := \frac{DPkz25 \cdot U^2}{St25^2}$$
$$Rt36 := \frac{DPkz36 \cdot U^2}{St36^2} \quad Rt37 := \frac{DPkz37 \cdot U^2}{St37^2} \quad Rt38 := \frac{DPkz38 \cdot U^2}{St38^2}$$

Индуктивные сопротивления трансформаторов, Ом

$$Xt14 := \frac{Uk14 \cdot U^2}{100 \cdot St14} \quad Xt25 := \frac{Uk25 \cdot U^2}{100 \cdot St25}$$
$$Xt36 := \frac{Uk36 \cdot U^2}{100 \cdot St36} \quad Xt37 := \frac{Uk37 \cdot U^2}{100 \cdot St37} \quad Xt38 := \frac{Uk38 \cdot U^2}{100 \cdot St38}$$

Активные проводимости трансформаторов, См

$$Gt14 := \frac{DPxx14}{U^2} \quad Gt25 := \frac{DPxx25}{U^2}$$
$$Gt36 := \frac{DPxx36}{U^2} \quad Gt37 := \frac{DPxx37}{U^2} \quad Gt38 := \frac{DPxx38}{U^2}$$

Индуктивные проводимости трансформаторов, См

$$Bt14 := \frac{Ix14 \cdot St14}{100 \cdot U^2} \quad Bt25 := \frac{Ix25 \cdot St25}{100 \cdot U^2}$$
$$Bt36 := \frac{Ix36 \cdot St36}{100 \cdot U^2} \quad Bt37 := \frac{Ix37 \cdot St37}{100 \cdot U^2} \quad Bt38 := \frac{Ix38 \cdot St38}{100 \cdot U^2}$$

Эквивалентное напряжение фидера, кВ

$$UE := \sqrt{0.9 \cdot U_{\min}^2 + 0.1 \cdot U_{\max}^2} \quad UE = 1.008 \times 10^4$$

Потоки мощности по линиям, ВА

$$SL23 := St36 + St37 + St38$$

$$SL12 := SL23 + St25$$

$$SL01 := SL12 + St14$$

Суммарная мощность трансформаторов, ВА

$$SSt := St14 + St25 + St36 + St37 + St38$$

Эквивалентные сопротивления линий, Ом

$$REL23 := RL23 \cdot \left(\frac{SL23}{SSt} \right)^2 \quad REL12 := RL12 \cdot \left(\frac{SL12}{SSt} \right)^2 \quad REL01 := RL01 \cdot \left(\frac{SL01}{SSt} \right)^2$$

$$XEL23 := XL23 \cdot \left(\frac{SL23}{SSt} \right)^2 \quad XEL12 := XL12 \cdot \left(\frac{SL12}{SSt} \right)^2 \quad XEL01 := XL01 \cdot \left(\frac{SL01}{SSt} \right)^2$$

$$RELS := REL23 + REL12 + REL01$$

$$XELS := XEL23 + XEL12 + XEL01$$

Эквивалентные проводимости линий, См

$$BEL23 := BL23 \cdot \left(\frac{SL23}{SSt} \right)^2 \quad BEL12 := BL12 \cdot \left(\frac{SL12}{SSt} \right)^2 \quad BEL01 := BL01 \cdot \left(\frac{SL01}{SSt} \right)^2$$

$$BELS := BEL23 + BEL12 + BEL01$$

Эквивалентные сопротивления трансформаторов, Ом

$$REt14 := Rt14 \cdot \left(\frac{St14}{SSt} \right)^2 \quad REt25 := Rt25 \cdot \left(\frac{St25}{SSt} \right)^2 \quad REt36 := Rt36 \cdot \left(\frac{St36}{SSt} \right)^2$$

$$REt37 := Rt37 \cdot \left(\frac{St37}{SSt} \right)^2 \quad REt38 := Rt38 \cdot \left(\frac{St38}{SSt} \right)^2$$

$$XEt14 := Xt14 \cdot \left(\frac{St14}{SSt} \right)^2 \quad XEt25 := Xt25 \cdot \left(\frac{St25}{SSt} \right)^2 \quad XEt36 := Xt36 \cdot \left(\frac{St36}{SSt} \right)^2$$

$$XEt37 := Xt37 \cdot \left(\frac{St37}{SSt} \right)^2 \quad XEt38 := Xt38 \cdot \left(\frac{St38}{SSt} \right)^2$$

$$\text{RETS} := \text{REt14} + \text{REt25} + \text{REt36} + \text{REt37} + \text{REt38}$$

$$\text{XETS} := \text{XEt14} + \text{XEt25} + \text{XEt36} + \text{XEt37} + \text{XEt38}$$

Эквивалентные проводимости трансформаторов

$$\text{BEt14} := \text{Bt14} \cdot \left(\frac{\text{St14}}{\text{SSt}} \right)^2 \quad \text{BEt25} := \text{Bt25} \cdot \left(\frac{\text{St25}}{\text{SSt}} \right)^2 \quad \text{BEt36} := \text{Bt36} \cdot \left(\frac{\text{St36}}{\text{SSt}} \right)^2$$

$$\text{BEt37} := \text{Bt37} \cdot \left(\frac{\text{St37}}{\text{SSt}} \right)^2 \quad \text{BEt38} := \text{Bt38} \cdot \left(\frac{\text{St38}}{\text{SSt}} \right)^2$$

$$\text{GEt14} := \text{Gt14} \cdot \left(\frac{\text{St14}}{\text{SSt}} \right)^2 \quad \text{GEt25} := \text{Gt25} \cdot \left(\frac{\text{St25}}{\text{SSt}} \right)^2 \quad \text{GEt36} := \text{Gt36} \cdot \left(\frac{\text{St36}}{\text{SSt}} \right)^2$$

$$\text{GEt37} := \text{Gt37} \cdot \left(\frac{\text{St37}}{\text{SSt}} \right)^2 \quad \text{GEt38} := \text{Gt38} \cdot \left(\frac{\text{St38}}{\text{SSt}} \right)^2$$

$$\text{BETS} := \text{BEt14} + \text{BEt25} + \text{BEt36} + \text{BEt37} + \text{BEt38}$$

$$\text{GETS} := \text{GEt14} + \text{GEt25} + \text{GEt36} + \text{GEt37} + \text{GEt38}$$

Суммарные потери мощности холостого хода, Вт

$$\text{DPXS} := (\text{DPxx14} + \text{DPxx25} + \text{DPxx36} + \text{DPxx37} + \text{DPxx38}) \cdot \frac{\text{UE}^2}{\text{U}^2}$$

Нагрузочные потери энергии в линиях, Вт*час

$$\text{DWLN} := \frac{(\text{WP}^2 + \text{WQ}^2) \cdot \text{Kf}^2}{\text{UE}^2 \cdot \text{T}} \cdot \text{RELS} \quad \text{DWLN} = 2.592 \times 10^7$$

$$\text{DWLNP} := \frac{\text{DWLN}}{\text{WP}} \cdot 100 \quad \text{DWLNP} = 2.88$$

Нагрузочные потери энергии в трансформаторах, Вт*час

$$\text{DWTN} := \frac{(\text{WP}^2 + \text{WQ}^2) \cdot \text{Kf}^2}{\text{UE}^2 \cdot \text{T}} \cdot \text{RETS} \quad \text{DWTN} = 5.002 \times 10^7$$

$$\text{DWTNP} := \frac{\text{DWTN}}{\text{WP}} \cdot 100 \quad \text{DWTNP} = 5.558$$

Потери энергии холостого хода в трансформаторах, Вт*час

$$\text{DWTX} := \text{DPXS} \cdot \text{T} \quad \text{DWTX} = 1.375 \times 10^6$$

$$\text{DWTXP} := \frac{\text{DWTX}}{\text{WP}} \cdot 100 \quad \text{DWTXP} = 0.153$$

Суммарные нагрузочные потери, Вт*час

$$DWSN := DWLN + DWTN$$

$$DWSN = 7.594 \times 10^7$$

$$DWSNP := \frac{DWSN}{WP} \cdot 100$$

$$DWSNP = 8.437$$

Суммарные потери, Вт*час

$$DWS := DWLN + DWTN + DWTX$$

$$DWS = 7.731 \times 10^7$$

$$DWSP := \frac{DWS}{WP} \cdot 100$$

$$DWSP = 8.59$$

Доли потерь

$$DWLO := \frac{DWLN}{DWS}$$

$$DWLO = 0.335$$

$$DWTO := \frac{DWTN}{DWS}$$

$$DWTO = 0.647$$

$$DWLTO := \frac{DWSN}{DWS}$$

$$DWLTO = 0.982$$

$$DWTXO := \frac{DWTX}{DWS}$$

$$DWTXO = 0.018$$

Коэффициенты и нагрузочная характеристика потерь

$$A1 := DPXS \quad A2 := \left(1 + \frac{WQ^2}{WP^2} \right) \cdot Kf^2 \cdot \frac{(RELS + RETS)}{UE^2}$$

$$DWSNX := A1 \cdot T + A2 \cdot \frac{WP^2}{T}$$

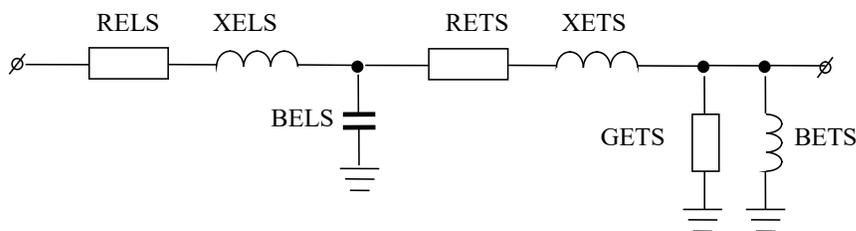
$$DWSNX = 7.731 \times 10^7$$

Ток в начале фидера

$$Ig := \frac{Kf}{UE \cdot T} \cdot \sqrt{WP^2 + WQ^2}$$

$$Ig = 150.321$$

Параметры схемы замещения фидера



$$RELS = 1.593$$

$$XELS = 1.357$$

$$BELS = 1.33 \times 10^{-5}$$

$$RETS = 3.074$$

$$XETS = 7.813$$

$$BETS = 1.282 \times 10^{-5}$$

$$GETS = 1.65 \times 10^{-6}$$

Структура потерь электроэнергии за время T = 720 час

| | тыс. кВт.час | % от WP | Доли от DWS |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|
| Нагрузочные в линиях | $DWLN \cdot 10^{-6} = 25.919$ | $DWLN P = 2.88$ | $DWLO = 0.335$ |
| Нагрузочные в трансформаторах | $DWTN \cdot 10^{-6} = 50.018$ | $DWTNP = 5.558$ | $DWTO = 0.647$ |
| Нагрузочные суммарные | $DWSN \cdot 10^{-6} = 75.936$ | $DWSNP = 8.437$ | $DWLTO = 0.982$ |
| Холостого хода в трансформаторах | $DWTX \cdot 10^{-6} = 1.375$ | $DWTXP = 0.153$ | $DWTXO = 0.018$ |
| Суммарные | $DWS \cdot 10^{-6} = 77.312$ | $DWSP = 8.59$ | $DWSO := 1$ |