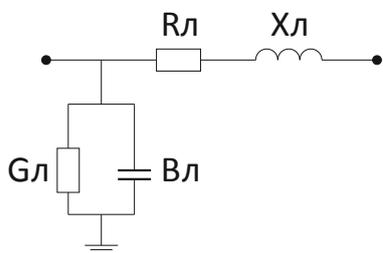


13.03.02

задачи для оценки результатов освоения образовательной программы

Задача 1

Рассчитать погонные параметры и параметры «Г-образной» схемы замещения короткой линии электропередачи.



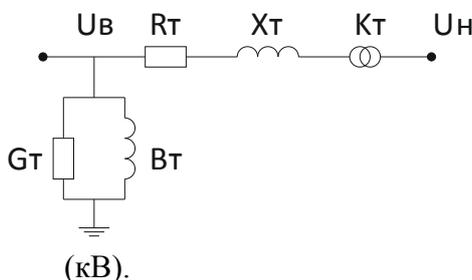
Для расчетов принять: $U=500$ (кВ) – номинальное напряжение линии; $L=120$ (км) – длина линии; провод АС-300/39; $r_0=0,012$ (м) – радиус провода, $r_0=0,098$ (Ом/км) – сопротивление провода; $R_p=0,231$ (м) – радиус расщепления фазы; $n=3$ – число проводов в фазе; $D_{ab}=12$ (м), $D_{ac}=24$ (м), $D_{bc}=12$ (м) – расстояния между фазами А, В, С линии; $dP_{кор}=0,5$ (кВт) – потери на корону.

Погонное активное сопротивление R_0 принимается из справочника согласно данной марке провода АС-300/39 и делится на число проводов в фазе n . Принять $R_0 = \frac{0,098}{3}$ (Ом/км). Погонное индуктивное сопротивление X_0 , погонную емкостную проводимость B_0 , погонную активную проводимость G_0 рассчитать по формулам.

Задача 2

Рассчитать параметры «Г-образной» схемы замещения двухобмоточного трансформатора по известным паспортным данным.

Рассчитать: R_T , X_T – активное и индуктивное продольное сопротивление; G_T , B_T – активную и индуктивную поперечную проводимости; K_T – коэффициент трансформации.



Для расчетов принять:

$\Delta P_{K3}=500$ – потери мощности короткого замыкания, (Вт);

$U_{K3}=12,5$ – напряжение короткого замыкания, (%);

$\Delta P_{XX}=155$ – потери мощности холостого хода, (Вт);

$I_{XX}=0,6$ – ток холостого хода, (%);

$S_T=100$ – номинальная мощность трансформатора, (мВА);

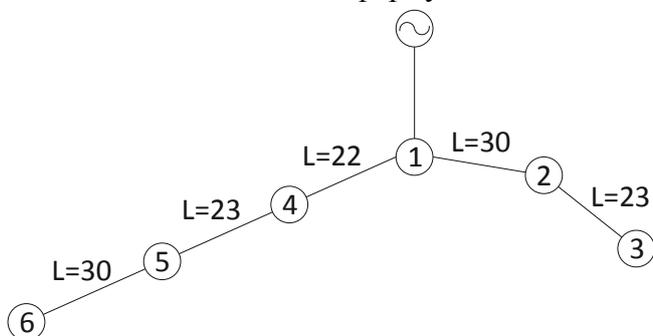
$U_в=230$, $U_n=11$ – напряжение высокой и низкой стороны,

(кВ).

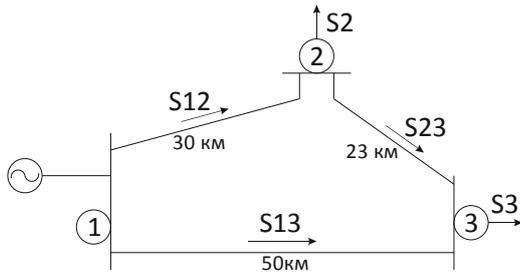
Задача 3

Рассчитать по формуле Стилла необходимое номинальное напряжение сети,

показанной на рисунке. Нагрузки подстанций в (МВт) равны: $P_2=17$, $P_3=21$, $P_4=12$, $P_5=11$, $P_6=15$. Длины участков линий (км) равны: $L_{12}=30$, $L_{23}=23$, $L_{14}=22$, $L_{45}=23$, $L_{56}=30$.

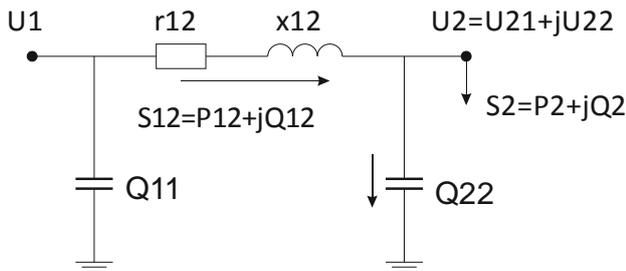


Задача 4



Рассчитать потоки мощности S_{12} , S_{13} , S_{23} по линиям схемы, представленной на рисунке. Комплексная нагрузка в узлах: $S_2=30+j20$ (МВА); $S_3=40+j15$ (МВА). Сопротивления линий: $z_{12}=15$ (Ом), $z_{23}=10$ (Ом), $z_{13}=20$ (Ом).

Задача 5



Рассчитать падение напряжения ΔU_{12} и потерю напряжения dU_{12} для сети, представленной на рисунке. Мощность в конце схемы $S_2=15+j10$ (МВА). Напряжение в конце схемы $U_2=109-j3$ (кВ). Активная мощность $P_2=15$ (МВА). Реактивная мощность $Q_2=10$ (МВА). Действительная часть напряжения $U_{21}=109$ (кВ). Мнимая часть напряжения $U_{22}=-3$ (кВ). Активное и индуктивное сопротивления линии $r_{12}=25$ (Ом), $x_{12}=35$ (Ом). Емкостная мощность в конце $Q_{22}=0,03$ (МВА).

Задача 6

Рассчитать максимальную (E_{\max}) и среднюю ($E_{\text{ср}}$) напряженности электрического поля, а также коэффициент неоднородности электрического поля (K_n) для коаксиальных цилиндров. Приложенное напряжение $U=10$ кВ. Радиус внешнего цилиндра $R=2$ м. Радиус внутреннего цилиндра $r=1$ м.

Задача 7

Из теории разряда в воздухе. Рассчитать коэффициент степени ионизации газа $K_{\text{ион}}$ при концентрации ионизированных частиц $N_{\text{ион}}=10^{14}$ (ион/см³) и общей концентрации частиц $NS=10^{21}$ (атомов/см³). Рассчитать энергию ударной ионизации атома W электроном и протоном. Масса электрона $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$ (кг). Масса протона $m_p=1,7 \cdot 10^{-27}$ (кг). Скорость частиц $v=2,1 \cdot 10^8$ (м/с).

Задача 8

Из теории разряда в воздухе. Рассчитать энергию ступенчатой ионизации атома отдельно электронами и отдельно протонами. Первая частица возбуждает атом, а вторая ионизирует. Масса электрона $m_e=9,1 \cdot 10^{-31}$ (кг). Масса протона $m_p=1,7 \cdot 10^{-27}$ (кг). Скорости частиц: перед возбуждением $v_1=2,3 \cdot 10^8$ (м/с) и перед ионизацией $v_2=2,1 \cdot 10^8$ (м/с).

Задача 9

Рассчитать напряжение возникновения короны и потери на корону по формуле Пика. Относительная плотность воздуха $\delta=1$. Частота $f=50$ (Гц). Радиус провода $r_0=0,9$ (см). Расстояние между проводами $s=2,5$ (м). Фазное напряжение $U_\phi = \frac{220}{\sqrt{3}}$ (кВ). Коэффициент гладкости провода $m_1=0,9$. Коэффициент погоды $m_2=0,88$.

Задача 10

Рассчитать годовые потери на корону для Европейской части России. Удельная продолжительность в году видов погоды и соответствующие потери мощности на корону равны.
Хорошая погода: $\Psi_1=0,6$ $P_1=2$ (кВт)

Дождь: $\Psi_2=0,2$ $P_2=3$ (кВт)
 Сухой снег: $\Psi_3=0,15$ $P_3=5$ (кВт)
 Изморозь: $\Psi_4=0,6$ $P_4=2$ (кВт)

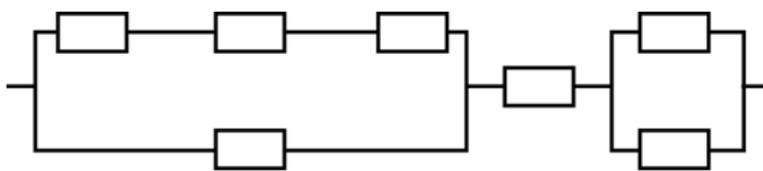
Задача 11

Определить среднее время безотказной работы, вероятность безотказной работы и частоту отказов в течение года для системы, состоящей из трансформатора ТМ-1600/35 и отходящей от шин ЛЭП 10 кВ протяжённостью 15 км. Интенсивность отказов трансформатора $\lambda_T(t) = 0,03 \text{ год}^{-1}$ и линии $\lambda_L(t) = 0,25 \text{ год}^{-1}$.

Задача 12

Определить вероятность безотказной работы, интенсивность отказов и частоту отказов системы, состоящей из 515 элементов, в течение года, если 35 из них вышли из строя к концу года эксплуатации.

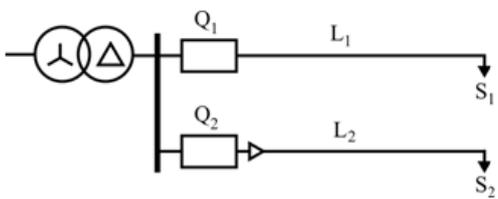
Задача 13



Рассчитать вероятность безотказной работы в течение 7 месяцев системы, состоящей из равнонадёжных элементов с интенсивностью отказов $\lambda_i(t) = 0,07 \text{ год}^{-1}$. Во сколько раз

отличается среднее время безотказной работы элемента и системы в целом? Каковую величину составит частота отказов в системе?

Задача 14

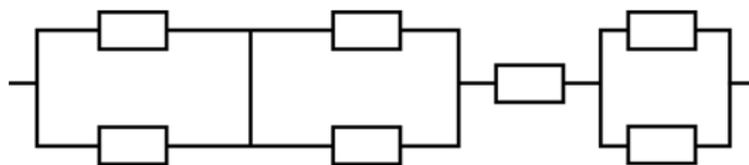


Определить вероятность безотказной работы системы электроснабжения каждого из потребителей в течение года. Потребители получают питание от трансформатора ТМ-630/35, первый потребитель по линии L_1 , выполненной проводом марки АС-70, протяжённостью 3 км, второй потребитель – по линии L_2 ,

выполненной кабелем марки АВВБ-3×50, протяжённостью 12 км. Определить среднее время наработки на отказ каждого из вариантов электроснабжения.

	T	L_1 (на 1 км)	L_2 (на 1 км)
$\lambda, \text{год}^{-1}$	0,03	0,25	0,1

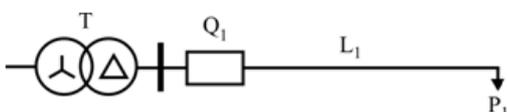
Задача 15



Рассчитать вероятность безотказной работы в течение 5 месяцев системы, состоящей из равнонадёжных элементов с интенсивностью отказов $\lambda_i(t) = 0,03 \text{ год}^{-1}$. Во сколько раз

отличается среднее время безотказной работы элемента и системы в целом? Каковую величину составит частота отказов в системе?

Задача 16

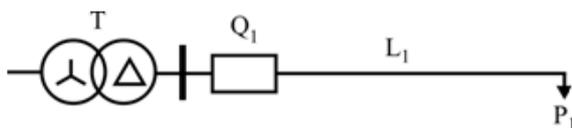


Рассчитать параметры максимальной токовой защиты с независимой характеристикой для фидера 10 кВ. Максимальная токовая защита подключена к

трансформаторам тока, имеющим схему соединения вторичных обмоток «неполная звезда».

Нагрузка P1 мощностью 207 кВт и с $\cos\varphi=0,95$ получает питание от трансформатора ТМ-6300/35 по линии L₁, выполненной проводом марки АС-70; протяжённость линии составляет 12 км.

Задача 17

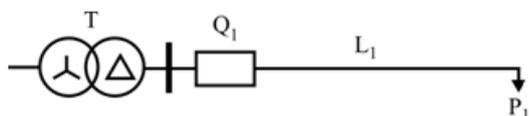


Рассчитать параметры максимальной токовой отсечки для защиты фидера 10 кВ и определить начало мёртвой зоны МТО, начиная от подстанции

(км). Максимальная токовая защита подключена к трансформаторам тока, имеющим схему соединения вторичных обмоток на разность токов двух фаз.

Нагрузка P1 мощностью 250 кВт и с $\cos\varphi=0,95$ получает питание от трансформатора ТМ-1600/35 по линии L₁, выполненной проводом марки АС-95; протяжённость линии составляет 7 км.

Задача 18

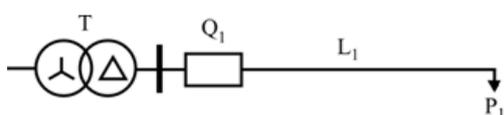


Оценить чувствительность максимальной токовой защиты с зависимой характеристикой срабатывания для фидера 10 кВ. Максимальная токовая защита подключена к трансформаторам тока, имеющим схему соединения вторичных обмоток

«полная звезда».

Нагрузка P1 мощностью 300 кВт и с $\cos\varphi=0,95$ получает питание от трансформатора ТМ-1600/35 по линии L₁, выполненной проводом марки АС-120; протяжённость линии составляет 12 км.

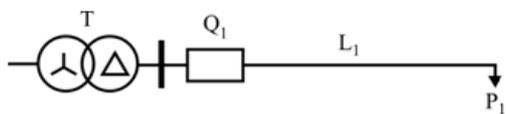
Задача 19



Рассчитать токовую защиту фидера 10 кВ от замыканий на землю, изобразить схему подключения защиты

Нагрузка P1 мощностью 200 кВт и с $\cos\varphi=0,95$ получает питание от трансформатора ТМ-1600/35 по линии L₁, выполненной кабелем марки АСБ-3×95; протяжённость линии составляет 5 км. Удельная ёмкость ЛЭП составляет $5,1...5,3 \cdot 10^{-3}$ мкФ/км. $k_{отс}=1,2$; $k_{об}=4$.

Задача 20



Рассчитать чувствительность максимальной токовой защиты с зависимой характеристикой срабатывания для фидера 10 кВ. Максимальная токовая защита подключена к трансформаторам тока, имеющим схему соединения вторичных обмоток на разность токов двух фаз.

Нагрузка P1 мощностью 500 кВт и с $\cos\varphi=0,95$ получает питание от трансформатора ТМ-1600/35 по линии L₁, выполненной проводом марки АС-120; протяжённость линии составляет 12 км.

Задача 21

Трёхфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором имеет следующие технические данные: $P_H=2,8$ кВт; $n_H=950$ мин⁻¹; $U_H=220/380$ В; $\varphi=0,825$; $\cos\varphi_H=0,78$; кратность пускового тока $I_{п}/I_H=4,5$; кратность пускового момента $M_{п}/M_H=1,3$; кратность максимального момента $M_{MAX}/M_H=1,9$.

Определить:

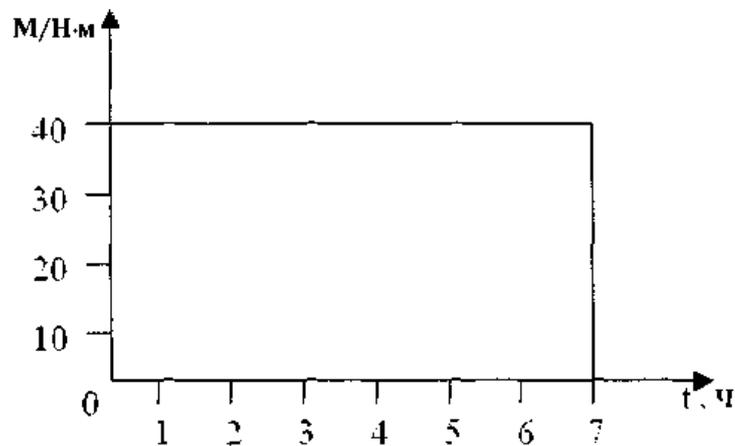
1. Момент на валу при номинальной нагрузке M_H .
2. Максимальный и пусковой моменты.
3. Номинальный и пусковой токи при соединении обмотки статора «звездой» и «треугольником».
4. Кратности пускового тока и пускового момента при снижении напряжения сети на 15%. Возможен ли в последнем случае пуск двигателя под полной нагрузкой?

Задача 22

Необходимо рассчитать мощность и выбрать двигатель для привода центробежного насоса. Время работы – 5 мин. Время паузы – 4 мин. Напор насоса $H_H=3 \cdot 10^5$ Па. Производительность $20 \text{ м}^3/\text{ч}$. Частота вращения насоса $n_0=1000 \text{ мин}^{-1}$; $\eta_H=0,7$.

Задача 23

Рассчитать и выбрать мощность двигателя для привода скребкового транспортера, работающего в продолжительном режиме, нагрузочная диаграмма которого представлена на рисунке. Синхронная частота вращения электродвигателя $n_0=1000 \text{ об/мин}$.



Задача 24

Определить мощность и выбрать электродвигатель для привода центробежного водяного насоса, работающего с напором $H=50$ м вод. ст. и подачей воды $Q=0,7 \text{ м}^3/\text{мин}$. Частота вращения насоса 1420 мин^{-1} . КПД насоса $\eta_H=0,8$. Двигатель соединен с насосом глухой муфтой с КПД=1. Проверить мощность, подачу и напор насоса при скорости вращения насоса 1200 об/мин .

Задача 25

Рабочая машина имеет нагрузку $P=4 \text{ кВт}$ и работает в кратковременном режиме $t_K=8 \text{ мин}$. Выбрать асинхронный электродвигатель серии 4А, предназначенный для продолжительного режима работы, с целью использования в кратковременном режиме. Определить M_H и M_K . Постоянная времени нагрева $T_H=30 \text{ мин}$, коэффициент $\alpha=0,5$.

Задача 26

Для трёхфазного двухобмоточного силового трансформатора ТМ-100/10 со схемой соединения обмоток Y/Y_n определить:

- фазные и линейные токи на стороне высшего и низшего напряжений для номинального режима, режима холостого хода и короткого замыкания;
- потери активной мощности в каждой фазе трансформатора в номинальном режиме работы;

- определить в именованных единицах линейное и фазное напряжения короткого замыкания трансформатора.

Задача 34

Дано: $Z_1 = 24$ паза; $m = 3$ фазы; $2P = 4$ полюса; $d = 2$ мм; $W_{\text{катушки}} = 100$ витков.

Рассчитать однослойную равнокатушечную обмотку статора 3-х фазного асинхронного электродвигателя. По результатам расчетов составить обмоточную таблицу всех трёх фаз и зарисовать развёрнутую схему обмотки статора одной любой фазы.

Задача 35

В дизель-электрической установке применяется трехфазный синхронный генератор (СГ) с паспортными данными: $P_{\text{НОМ}} = 100$ кВт; $\cos\varphi_{\text{НОМ}} = 0,8$; $f_{\text{НОМ}} = 50$ Гц; $U_{\text{я}} = 400$ В; КПД = 80%; $n_{\text{НОМ}} = 1500$ об./мин. Схема соединения обмоток якоря – Y_H . Напряжение независимой обмотки возбуждения – $U = 12$ В. Мощность обмотки возбуждения составляет 5% от $P_{\text{НОМ}}$.

Определить:

- номинальную полную мощность синхронного генератора;
 - номинальный линейный и фазный токи синхронного генератора;
 - параметры осциллограммы синусоидального фазного напряжения: U_d , U_m , T , λ , f .
- Зарисовать качественную картину осциллограммы.

Задача 36

Определить $M_{\text{ПУСК}}$, $M_{\text{НОМ}}$, $M_{\text{ХХ}}$, $M_{\text{МИН}}$ трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором типа АИР132S6 номинальной мощностью 5,5 кВт. Нарисовать упрощенную, без масштаба, механическую характеристику данного электродвигателя и обозначить на ней характерные точки.

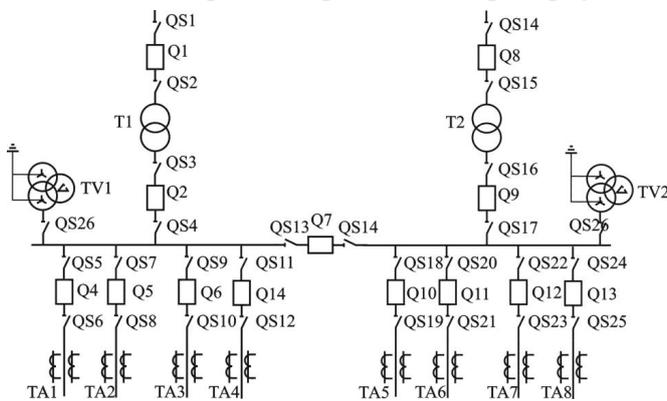
Задача 27

Для двигателя постоянного тока параллельного возбуждения, имеющего следующие паспортные данные: $P_{2НОМ}=1$ кВт, $U_{НОМ}=220$ В, $n_{я}=3000$ об./мин., $\eta=72\%$, $R_{я}=5$ Ом, $R_{ОВ}=730$ Ом, определить:

- номинальный потребляемый ток двигателя;
- номинальный ток обмотки якоря;
- номинальный ток обмотки возбуждения;
- падение напряжения в обмотке якоря (падением напряжения в контактных щётках пренебречь);
- потери мощности в обмотке якоря;
- потери мощности в обмотке возбуждения;
- суммарные потери мощности в двигателе.

Задача 28

Выбрать и произвести проверку выключателя Q7 согласно предоставленной схеме.

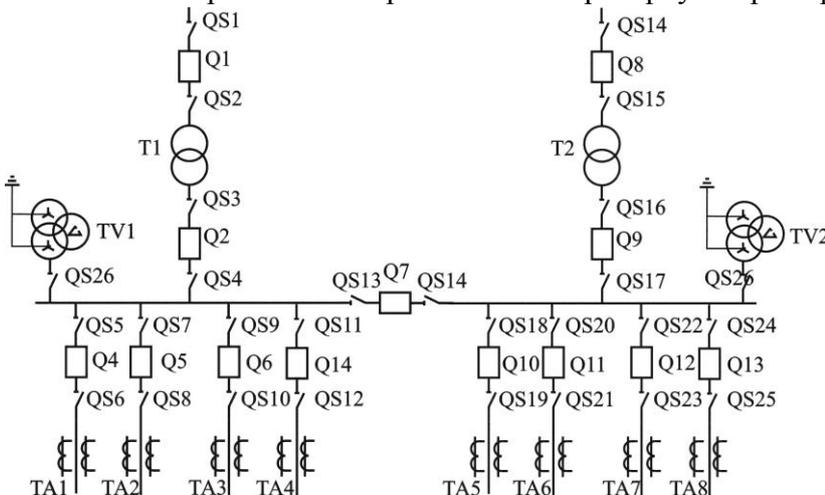


Длина питающей линии 110 кВ составляет 43 км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k=250$ кВА. Схему соединения обмоток трансформаторов T1 и T2 выбрать самостоятельно. Удельное (погонное) сопротивление воздушной линии 10...220 кВ ($X_{уд}$) принять равным 0,4 Ом/км. Номинальная мощность трансформатора $S_{ном}=20$ МВА; $U_{вн}=110$ кВ; $U_{нн}=10$ кВ. Коэффициент ударного тока K_y для $U=0,4...10$ кВ принять равным 1,309; для $U=35...110$ кВ – равным 1,608. Время срабатывания релейной защиты $t_{рз}$:

для $U=35...110$ кВ принять равным 0,05 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,1 с. Время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a для $U=35...110$ кВ принять равным 0,02 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,01 с. Нагрузка на каждой отходящей линии НН составляет 56 А. Суммарную нагрузку для каждой секции рассчитать как сумму нагрузок на отходящих линиях НН.

Задача 29

Выбрать и произвести проверку трансформатора тока ТА8 согласно предоставленной схеме.



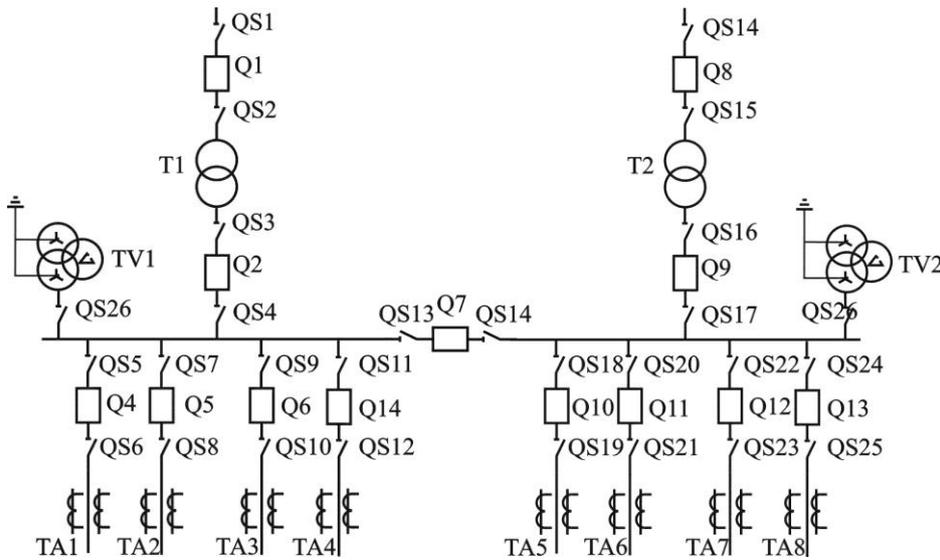
предоставленной схеме. Схему соединения обмоток трансформаторов T1 и T2 выбрать самостоятельно. Длина питающей линии 110 кВ составляет 30 км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k=50$ кВА. Удельное (погонное) сопротивление воздушной линии 10...220 кВ ($X_{уд}$) принять равным 0,4 Ом/км. Номинальная мощность трансформатора $S_{ном}=20$ МВА; $U_{вн}=110$ кВ; $U_{нн}=10$ кВ. Коэффициент ударного тока K_y для $U=0,4...10$ кВ принять

равным 1,309; для $U=35...110$ кВ – равным 1,608. Время срабатывания релейной защиты $t_{рз}$: для $U=35...110$ кВ принять равным 0,05 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,1 с. Время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a для $U=35...110$ кВ принять равным 0,02 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,01 с. Нагрузка на каждой отходящей линии НН составляет 110 А.

Тип прибора	Фаза А	Фаза В	Фаза С
Э-377	0,1 (ВА)	0,1 (ВА)	0,1 (ВА)
Альфа А1800	15 (мВА)	15 (мВА)	15 (мВА)

Задача 30

Выбрать и произвести проверку разъединителя QS23. Длина питающей линии 35 кВ

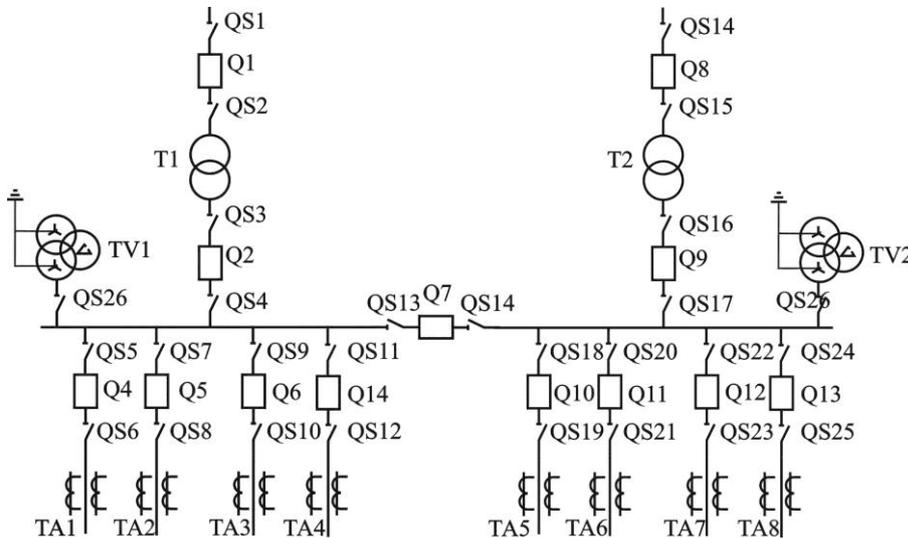


составляет 43 км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k=250$ кВА. Схему соединения обмоток трансформаторов T1 и T2 выбрать самостоятельно. Удельное (погонное) сопротивление воздушной линии 10...220 кВ (X_{y0}) принять равным 0,4 Ом/км. Номинальная мощность

трансформатора $S_{ном}=40$ МВА; $U_{вн}=35$ кВ; $U_{нн}=10$ кВ. Коэффициент ударного тока K_y для $U=0,4...10$ кВ принять равным 1,309; для $U=35...110$ кВ – равным 1,608. Время срабатывания релейной защиты t_{pz} : для $U=35...110$ кВ принять равным 0,05 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,1 с. Время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a для $U=35...110$ кВ принять равным 0,02 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,01 с. Нагрузка на каждой отходящей линии НН составляет 110 А.

Задача 31

Выбрать и произвести проверку разъединителя QS17. Длина питающей линии 110 кВ

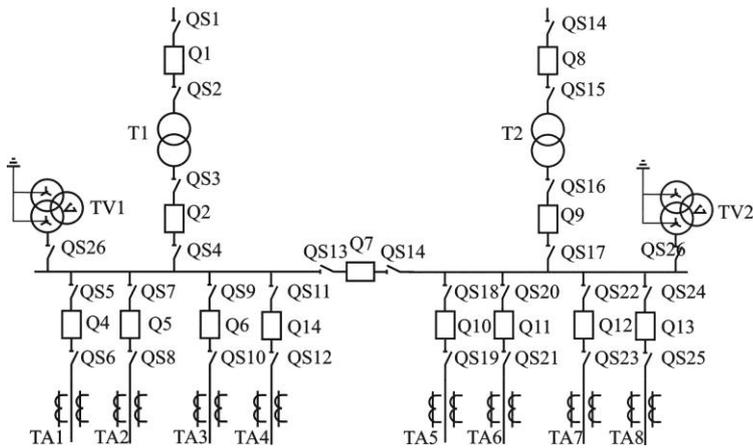


составляет 10 км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k=50$ кВА. Схему соединения обмоток трансформаторов T1 и T2 выбрать самостоятельно. Удельное (погонное) сопротивление воздушной линии 10...220 кВ (X_{y0}) принять равным 0,4 Ом/км. Номинальная

мощность трансформатора $S_{ном}=16$ МВА; $U_{вн}=110$ кВ; $U_{нн}=35$ кВ. Коэффициент ударного тока K_y для $U=0,4...10$ кВ принять равным 1,309; для $U=35...110$ кВ – равным 1,608. Время срабатывания релейной защиты t_{pz} : для $U=35...110$ кВ принять равным 0,05 с; $U=0,4...10$ кВ – принять 0,1 с. Время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a для $U=35...110$ кВ принять равным 0,02 с; для $U=0,4...10$ кВ – принять 0,01 с. Нагрузка на каждой отходящей линии НН составляет 90 А.

Задача 37

Выбрать и произвести проверку выключателя Q2. Длина питающей линии 35 кВ составляет 25 км. Мощность короткого замыкания энергосистемы $S_k=90$ кВА.

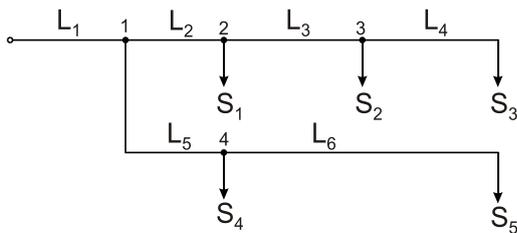


Схему соединения обмоток трансформаторов Т1 и Т2 выбрать самостоятельно. Удельное (погонное) сопротивление воздушной линии 10...220 кВ ($X_{уд}$) принять равным 0,4 Ом/км. Номинальная мощность трансформатора $S_{ном}=25$ МВА; $U_{вн}=35$ кВ; $U_{нн}=10$ кВ.

Коэффициент ударного тока K_u для $U=0,4...10$ кВ принять равным 1,309; для $U=35...110$ кВ – равным 1,608.

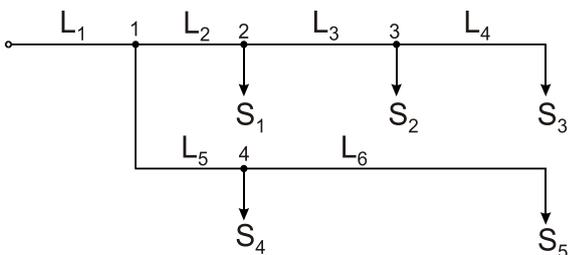
Время срабатывания релейной защиты $t_{рз}$: для $U=35...110$ кВ принять равным 0,05 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,1 с. Время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a для $U=35...110$ кВ принять равным 0,02 с; для $U=0,4...10$ кВ – равным 0,01 с. Нагрузка на каждой отходящей линии НН составляет 105 А.

Задача 38



Произвести расчёт электрической сети с параметрами $U_H=10$ кВ, $L_1=2$ км, $L_2=2$ км, $L_3=4$ км, $L_4=5$ км, $L_5=3$ км, $L_6=5$ км, $S_1=160$ кВА, $S_2=250$ кВА, $S_3=160$ кВА, $S_4=630$ кВА, $S_5=560$ кВА, $\cos\varphi=0,9$.

Задача 39

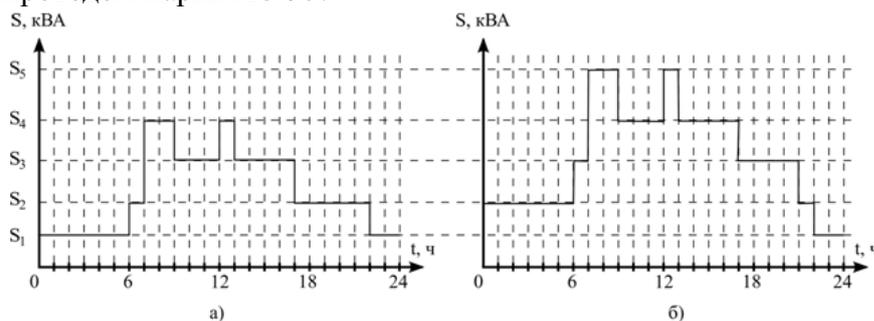


Построить диаграмму отклонения напряжения в ЛЭП 0,38кВ для удалённого потребителя. Потери напряжения при 100% загрузке трансформатора принять 4%, потери напряжения в ЛЭП 10 кВ — 1%.

$U_H=0,38$ кВ, $L_1=0,1$ км, $L_2=0,15$ км, $L_3=0,24$ км, $L_4=0,05$ км, $L_5=0,13$ км, $L_6=0,4$ км, $S_1=16$ кВА, $S_2=25$ кВА, $S_3=17$ кВА, $S_4=6,3$ кВА, $S_5=56$ кВА. Нагрузка имеет $\cos\varphi=0,9$.

Задача 40

Определить потери энергии в течение года в ЛЭП 10кВ протяжённостью 14 км, выполненной проводом марки АС-95.



а — график нагрузки летнего режимного дня;
б — график нагрузки зимнего режимного дня

Задача 32

Определить, сколько необходимо заплатить собственнику трансформатора ТМ-1600/35 энергосбытовой компании за потери активной электроэнергии в течение года. Трансформатор работает с постоянной нагрузкой 650 кВА. Стоимость электроэнергии составляет 3,61 руб./кВт·ч.

Задача 33

Выбрать автоматический выключатель для защиты электродвигателя АИР100S4 мощностью 3 кВт.