

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Навчально-науковий інститут енергетики, електроніки та електромеханіки (Е)

Кафедра «Автоматизація та кібербезпека енергосистем»

**ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ  
ТА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З ПИТАНЬ  
РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ**

для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії», «Технології кібербезпеки в електроенергетиці»

Харків  
2019

**Завдання для самостійної роботи та перевірки знань з питань релейного захисту** для студентів денної и заочної форм обучения спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії», «Технології кібербезпеки в електроенергетиці» / укладач Баженов В.Н. – Харків: НТУ ХП», 2019. – 68 с.

## **Зміст**

6.1. Загальні методичні вказівки . . . . .	3
6.2. Завдання для самостійної роботи . . . . .	3
6.3. Тести для перевірки знань . . . . .	11
6.4. Питання для самоперевірки по розділам . . . . .	35
6.5. Комплексні кваліфікаційні завдання . . . . .	43
Прийняті скорочення . . . . .	56
Список використаних джерел. . . . .	59

## **6. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ТА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З ПИТАНЬ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ**

### **6.1. Загальні методичні вказівки**

Предметом навчальної дисципліни «Релейний захист» є окреме коло знань пристроїв, які здійснюють автоматичну ліквідацію пошкоджень і ненормальних режимів в електричній частині енергосистем, що забезпечує надійність електропостачання споживачів електроенергії.

Метою самостійної роботи студента є формулювання знань з теорії та практики засобів релейного захисту електротехнічного устаткування до забезпечення надійної, стійкої та економічної роботи електричних систем, відімкнення пошкодженого електроустаткування, локалізації порушень нормового режиму, безперебійного електропостачання споживачів та енергозбереження. До завдань для самостійної роботи та перевірки знань студентів входять задачі, тести та комплексні контрольні завдання. Кожному студентові слід вирішити один, будь-який варіант усіх задач, наприклад, з розробки захисту блоку «лінія-трансформатори», захисту високовольної електроустановки від міжфазних коротких замикань і струмового направленого захисту нульової послідовності. При розгляді завдань наданих тестів потрібно знайти правильну відповідь, після чого детально пояснити свій вибір. Відповіді на питання для самоперевірки і завдання тестів рекомендується викладати у реферативній формі з наведенням пояснювальних креслень, схем, формул, векторних діаграм, рисунків і тому подібного. Комплексні контрольні завдання є заключним етапом для самостійної роботи та перевірки знань студентів з релейного захисту, що включають до себе питання спеціалістів: проєктантів відділу релейного захисту, місцевої служби релейного захисту, центральної служби релейного захисту, розрахункової групи служби релейного захисту, електроцеху станції з релейного захисту та електротехнічного бюро відділу головного енергетика заводу.

### **6.2. Завдання для самостійної роботи**

**Завдання 1.** Розробити струмові захисти блоку «лінія -трансформатори».

1. Розрахувати струми короткого замикання 2. Вибрати уставки струмової відсічки та МСЗ. 3. Перевірити чутливість захистів АКА та визначити струм у захисті в нормальному режимі. Схема електричної мережі та початкові дані наведені на рис. 6.1 та в табл. 6.1.

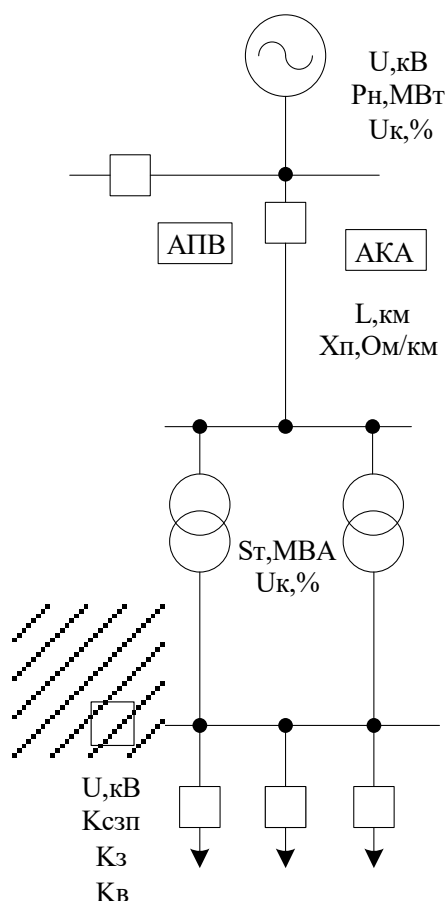


Рисунок 6.1 – Об'єкт захисту

**Завдання 2.** Розробити струмові захисти високовольтної електроустановки від міжфазних коротких замикань.

1. Обрати види захисту та розрахувати струми КЗ. 2. Обрати уставки. 3. Перевірити чутливість захистів. 4. Оцінити можливі помилки у схемах з'єднання трансформаторів струму і реле.

Вихідні дані представлені в таблицях 6.2, 6.3 та 6.4. У кожному завданні десять варіантів. Студент обирає номер завдання за початковою буквою та за передостанньою цифрою шифру (табл. 6.2), об'єкт захисту – у табл. 6.3, а параметри високовольтної електроустановки – в табл. 6.4, де варіант обирається за останньою цифрою шифру залікової книжки. У всіх варіантах приймається автоматичне повторне включення на стороні вищої напруги електроустановки й автоматичне включення резерву на стороні нижчої напруги електроустановки.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані блоку “лінія – трансформатори”

Варіанти		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Система	$U$ , кВ	110	115	121	220	230	210	150	165	35	37
	$P_H$ , МВт	200	220	240	300	350	400	250	260	180	15
	$U_K$ , %	10	12	9	8	11	13	14	15	16	17
Лінія	$L$ , км	30	40	35	50	55	60	35	40	15	18
	$X_{\Pi}$ , Ом/км	0,25	0,28	0,29	0,3	0,32	0,34	0,36	0,38	0,35	0,3
Трансформатори	$S_{T^*}$ , МВА	10	16	25	32	40	63	16	25	6,3	4,0
	$U_K$ , %	8,0	9,0	10,0	11,0	7,0	6,5	12	10,5	5,5	5,0
Навант.	$U$ , кВ	6,0	6,3	6,6	35	37	10,0	10,5	11,0	3,0	10
	Ксзп	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
Захист	Кз	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
	Кв	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,8

$S_{T^*}$  - потужність одного трансформатора.

Продовження табл. 6.1 – Вихідні дані блоку “лінія – трансформатори”

Варіанти		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Система	$U$ , кВ	35	37	10	11	110	115	121	127	220	220
	$P_H$ , МВт	45	68	40	36	180	220	380	410	610	550
	$U_K$ , %	10	12	9	8	11	13	14	15	16	17
Лінія	$L$ , км	4	7	4	5	12	14	15	16	17	18
	$X_{II}$ , Ом/км	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34
Трансформатори	$S_{T^*}$ , МВА	4,0	6,3	2,0	1,6	10,0	16,0	25,0	32,0	40,0	32,0
	$U_K$ , %	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	10,0
Навант	$U$ , кВ	6,6	10	3,0	3,3	35	37	27,5	6,0	10,5	35
	Ксзп	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
Захист	Кз	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
	Кв	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87

$S_{T^*}$  - потужність одного трансформатора.

Таблиця 6.2 – Вибір номера завдання

Остання цифра Шифра				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Почат. буква прізви.				Номер завдання									
А	З	П	Ц	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
Б	И	Р	Ч	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6
В	К	С	Ш	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2
Г	Л	Т	Щ	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
Д	М	У	Э	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1
Е	Н	Ф	Ю	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4
Ж	О	Х	Я	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

Таблиця 6.3 – Вибір електроустановки

Номер завдання	Об'єкт захисту
1	Повітряна лінія 10 кВ $X_{уд}=0,35$ Ом/км
2	Повітряна лінія 20 кВ $X_{уд}=0,37$ Ом/км
3	Повітряна лінія 35 кВ $X_{уд}=0,40$ Ом/км
4	Повітряна лінія 110 кВ $X_{уд}=0,42$ Ом/км
5	Трансформатор 10/6 кВ $X_{тр}=0,95$ $Z_{тр}$
6	Трансформатор 35/6 кВ $X_{тр}=0,96$ $Z_{тр}$
7	Трансформатор 110/10 кВ $X_{тр}=0,97$ $Z_{тр}$

Таблиця 6.4 – Вихідні дані електроустановки

Дані	Потужність $S$ , МВА					Довжина лінії $L$ , км					Напруга к.з. $U_k$ , %					Опір $s$ , Ом	
	0/1	2/3	4/5	6/7	8/9	0/1	2/3	4/5	6/7	8/9	0/1	2/3	4/5	6/7	8/9	0/1	2/3
ПЛ 10 кВ	2/3	4/5	6/7	8/9	10/7	3/4	5/6	7/8	2/3	6/5	-	-	-	-	-	0,6/0,8	0,5/0,7
ПЛ 20 кВ	9/10	11/12	13/14	15/16	17/18	7/8	9/10	11/12	8/7	6/5	-	-	-	-	-	1,4/1,3	1,3/1,2
ПЛ 35 кВ	31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	9/10	11/12	13/14	15/16	17/18	-	-	-	-	-	2,7/2,6	2,6/2,5



Продовження табл. 6.4 – Вихідні дані електроустановки

Дані	Потужність $S$ , МВА					Довжина $L$ , км					$U_k$ , %					Опір $X_c$	
	50	53	55/	57/	59/	20	40	60	4	35	-	-	-	-	-	4,0/	5,0/
ПЛ 110 кВ	/	/	56	58	60	/	/	/	5	/	30	50	40	/	55	3,8	5,5
Т- 10/6	1/	2,5	6,3/	1,6	4/	-	-	-	-	-	5/	7	9/	11	7	0,6/	0,5
	1,6	/	2,5	/	2,5						6	/	10	/	8	0,5	0,5
		4		1													
Т- 35/6	4/	10	25/	40/	16/	-	-	-	-	-	7/	9	11	10	8	2,7/	2,6
	6,3	/	32	25	10						8	/	/	/	9	2,6	2,6
		16										1	12	11			
												0					
Т- 110/6	16	25	32/	40/	63/	-	-	-	-	-	9/	1	10	9/	7	7,1/	3,5
	/	/	40	63	80						10	/	/	8	8	8,2	5,5
	25	32										1	11				
												2					

**Задача 6.3.** Розробити струмовий направлений захист нульової послідовності (СНЗНП) високовольтної лінії 110 кВ.

1. Розрахувати аварійні струми короткого замикання на землю.
2. Розрахувати струморозподіл для двох ступенів захисту.
3. Обрати робочі уставки першого ступеня захисту.
4. Обрати робочі уставки другого ступеня захисту.

*Вихідні дані.* Одиночна тупикова високовольтна лінія 110 кВ живить трансформатор Т2 (відпайка на відстані  $l$  км) і трансформатор Т1 в кінці лінії на відстані  $L$  км.

Живильна мережа задається опором прямої та нульової послідовностей, Ом. Високовольтна лінія 110 кВ одноланцюгова зі сталевим вантажозахисним тросом.

Нейтраль трансформатора Т2 розземлена.

Параметри електроустановок наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Вихідні дані для розробки СНЗНП

№ вар-та	Система		Лінія		Трансформатори				
	$X_{1c},$ Ом	$X_{0c},$ Ом	$l,$ км	$L,$ км	Т1		Т2		$U_{нн},$ кВ
					$S,$ МВА	$U_k,$ %	$S,$ МВА	$U_k,$ %	
0	15	18	11	22	16	11	10	9	10
1	22	25	10	20	10	10	10	10	6
2	12	15	14	28	25	9	25	9	10
3	10	14	16	32	32	10	32	10	6
4	7	10	20	40	40	8	40	8	10
5	5	8	23	46	63	10	63	10	6
6	4	7	30	58	80	105	80	10,5	10
7	20	24	12	25	10	10	16	11	6
8	14	17	14	30	16	11	10	9	10
9	16	20	17	40	25	9	16	11	6

Продовження таблиці 6.5 – Вихідні дані для розробки СНЗНП

№ вар-та	Система		Лінія		Трансформатори				
					Т1		Т2		$U_{нн}$ , кВ
					$S$ , МВА	$U_k$ , %	$S$ , МВА	$U_k$ , %	
10	11	17	11	21	16	10	10	9	10
11	20	24	11	20	10	10	10	10	6
12	19	19	18	28	25	9	25	9	10
13	17	11	16	30	32	10	32	10	6
14	17	17	20	30	40	8	40	8	10
15	15	10	20	40	63	10	63	10	6
16	5	7	30	50	80	105	80	10,5	10
17	22	22	12	25	10	10	16	11	6
18	19	19	24	30	16	11	10	9	10
19	18	18	17	30	25	9	16	11	6

### 6.3. Тести для перевірки знань

#### 6.3.1. Тема «Реле максимального струму РТ-40»

**Q1.** Як вплине на час спрацьовування збільшення струму понад уставки в обмотці реле РТ-40?

*V1.* Зменшиться. *V2.* Ні зміниться. *V3.* Збільшиться.

**Q2.** Як впливає використання реле струму із зниженим коефіцієнтом повернення на чутливість захисту?

*V1.* Збільшує. *V2.* Не впливає. *V3.* Зменшує.

**Q3.** Як впливає використання реле струму із зниженим коефіцієнтом повернення на обране значення струму спрацьовування максимального струмового захисту?

*V1.* Збільшує. *V2.* Не впливає. *V3.* Зменшує.

**Q4.** Які діапазони регулювання параметрів спрацьовування при послідовному з'єднанні обмоток у реле типу РТ-40/0,2?

**V1.** 0,1...0,2 А. **V2.** 0...0,2 А. **V3.** 0,05...0,1 А.

**Q5.** Які діапазони регулювання параметрів спрацьовування при послідовному з'єднанні обмоток у реле типу РТ-40/10?

**V1.** 0...5 А. **V2.** 2,5...5 А. **V3.** 0...10 А. **V4.** 5...10 А.

**Q6.** Які діапазони регулювання параметрів спрацьовування при паралельному з'єднанні обмоток у реле типу РТ-40/2?

**V1.** 0...1 А. **V2.** 0...2 А. **V3.** 0,05...2 А. **V4.** 1...2 А.

**Q7.** Як має бути зображений в схемі МСЗ контакт, що замикає, реле струму, якщо розглядається момент, коли реле струму спрацювало і дає сигнал на реле часу?

**V1.** . **V2.** . **V3.** . **V4.** .

**Q8.** Які діапазони регулювання параметрів спрацьовування при паралельному з'єднанні обмоток у реле типу РТ-40/20?

**V1.** 10...20 А. **V2.** 0...10 А. **V3.** 5...20 А. **V4.** 0...20 А.

### **6.3.2. Тема «Реле максимального струму РТ-80»**

**Q1.** Як вплине на час спрацьовування збільшення струму більше уставки (залежного елемента) в обмотці реле РТ-80?

**V1.** Зменшиться. **V2.** Не зміниться. **V3.** Збільшиться.

**Q2.** Як вплине на час спрацьовування збільшення струму більше уставки (незалежного елемента) в обмотці реле РТ-80?

**V1.** Зменшиться. **V2.** Не зміниться. **V3.** Збільшиться.

**Q3.** При якому струмі повинна спрацювати відсічка реле РТ-80, якщо на шкалі відсічки цифра 4, а уставка за струмом індукційного елемента 5 А?

**V1.** 4А. **V2.** 5А **V3.** 10А. **V4.** 20А. **V5.** 30А.

**Q4.** У якому стані будуть знаходитися диск, черв'як і сектор, якщо уставка за струмом індукційного елемента 6 А, а в обмотці реле РТ-80 струм 8 А?

- V1.** Диск обертається, черв'як і сектор не зчеплені.
- V2.** Диск обертається, черв'як і сектор в зачепленні.
- V3.** Диск не обертається, черв'як і сектор в зачепленні.

**Q5.** При якому струмі час спрацьовування відповідатиме цифрам на шкалі часу типу РТ-80 (90), якщо уставка за струмом спрацьовування індуктивного елемента 4 А?

- V1.** 20А.    **V2.** 10 А.    **V3.** 30 А.    **V4.** 4 А.    **V5.** 40 А.

**Q6.** Який струм є відліком витримки часу реле типу РТ-80?

- V1.** Струм рушання.    **V2.** Струм обертання.    **V3.** Струм спрацьовування.

**Q7.** Коли визначається коефіцієнт повернення індукційного елемента реле типу РТ-80?

- V1.** Після спрацьовування реле.    **V2.** Під час спрацьовування реле.
- V3.** До спрацьовування реле.

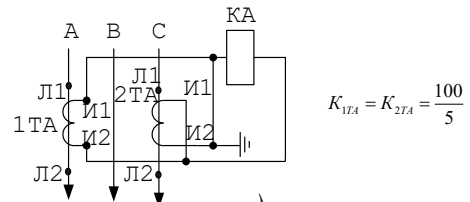
**Q8.** Як називається струм в обмотці реле типу РТ-80, при якому його диск починає обертатися?

- V1.** Струм торкання.    **V2.** Струм обертання.    **V3.** Струм спрацьовування.

**6.3.3. Тема «Схема з'єднання трансформаторів струму та реле «двофазна, однорелейна»**

**Q1.** Визначте струм у реле КА захисту (рисунок), виконаного одним реле, ввімкненим на різницю струмів двох фаз А і С, в режимі максимального навантаження  $I_{рм}=80$  А.

- V1.** 4 А.    **V2.** 8 А.    **V3.**  $8\sqrt{3}$  А.
- V4.** 5 А.    **V5.**  $4\sqrt{3}$  А.



**Q2.** Визначте струм у реле КА захисту (див. рис.), виконаного одним реле, ввімкненим на різницю струмів двох фаз в режимі А і С, в режимі двофазного КЗ фаз А і С за умови:  $I_{AC}^{(2)} = 5I_{рм}$  ( $I_{рм}=80$  А).

- V1.** 10 А.    **V2.** 30 А.    **V3.** 40 А.    **V4.** 50А.    **V5.** 80 А.

**Q3.** Визначте струм у реле КА захисту (див. рис.), виконаного одним реле, ввімкненим на різницю струмів двох фаз А і С, в режимі трифазного КЗ за умови:  $I^{(3)} = 6I_{PM}$  ( $I_{PM}=80$  А).

V1.  $8\sqrt{3}$  А. V2. 10 А. V3.  $24\sqrt{3}$  А. V4.  $4\sqrt{3}$  А. V5. 30 А.

**Q4.** Визначте струм у реле КА захисту (див. рис.), виконаного одним реле, ввімкненим на різницю струмів двох фаз А і С при переплутаних (при складанні) з'єднаннях кінців вторинної обмотки трансформатора струму фази С в режимі максимального навантаження  $I_{PM}=80$  А.

V1. 4А. V2. 8А. V3. 12А. V4. 16А. V5. 20А.

**Q5.** Визначте струм у реле КА захисту (див. рис.), виконаного одним реле, ввімкненим на різницю струмів двох фаз А і С при переплутаних (при складанні) з'єднаннях кінців вторинної обмотки трансформатора струму фази С в режимі двофазного КЗ фаз А і С при умові:  $I_{AC}^{(2)} = 5I_{PM}$  ( $I=80$  А).

V1. 0 А. V2. 4 А. V3. 8 А. V4. 12 А. V5. 16 А.

**Q6.** Визначте струм у реле КА захисту (див. рис.), виконаного одним реле, ввімкненим на різницю струмів двох фаз А і С при переплутаних (при складанні) з'єднаннях кінців вторинної обмотки трансформатора струму фази С в режимі трифазного КЗ за умови:  $I^{(3)} = 6I_{PM}$  ( $I_{PM}=80$  А).

V1. 4 А. V2. 8 А. V3. 12 А. V4. 16 А. V5. 24 А.

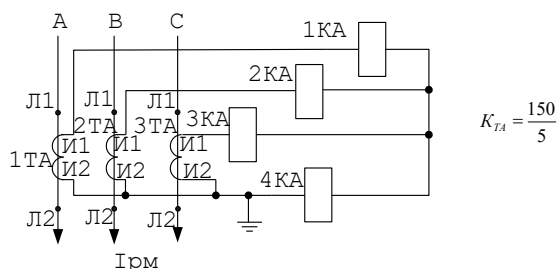
#### 6.3.4. Тема «Схема з'єднання трансформаторів струму та реле «трифазна, чотирирелейна»

**Q1.** Визначте струм у реле 4 КА захисту (рисунок), виконаного схемою повної зірки в режимі максимального навантаження  $I_{PM}=120$ А.

V1. 0 А. V2. 4 А.

V3. 8 А.

V4. 12 А. V5. 16 А.



**Q2.** Визначте струм у реле захисту (див. рис.),

4 КА

виконаного схемою повної зірки в режимі двофазного КЗ фаз А і С,  
 $I^{(2)} = 600 \text{ A}$ .

V1. 10 A. V2. 20 A. V3. 8 A. V4. 40 A. V5. 0 A.

**Q3.** Визначте струм у реле 4 КА захисту (див. рис.), виконаного схемою повної зірки в режимі трифазного КЗ  $I^{(3)} = 900 \text{ A}$ .

V1. 30 A. V2. 0 A. V3. 60 A. V4. 20 A. V5.  $30\sqrt{3}$ .

**Q4.** Визначте струм у реле 4 КА захисту (див. рис.), виконаного схемою повної зірки при переплутаних (при складанні) з'єднаннях кінців вторинної обмотки трансформаторів струму фази С в режимі максимального навантаження  $I_{pm} = 120 \text{ A}$ .

V1. 0 A. V2. 4 A. V3. 8 A. V4. 12 A. V5. 16 A.

**Q5.** Визначте струм у реле 4 КА захисту (див. рис.), виконаного схемою повної зірки при переплутаних (при складанні) з'єднаннях кінців вторинної обмотки трансформаторів струму фази С в режимі двофазного КЗ  $I_{ac}^{(2)} = 600 \text{ A}$ .

V1. 10 A. V2. 20 A. V3. 8 A. V4. 40 A. V5. 0 A.

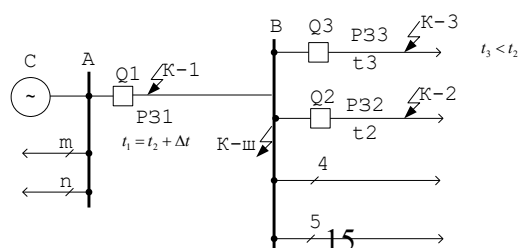
**Q6.** Визначте струм у реле 4 КА захисту (див. рис.), виконаного схемою повної зірки при переплутаних (при складанні) з'єднаннях кінців вторинної обмотки трансформаторів струму фази С в режимі трифазного КЗ  $I^{(3)} = 900 \text{ A}$ .

V1. 30 A. V2. 0 A. V3. 60 A. V4. 20 A. V5. 40 A.

### 6.3.5. Тема «Максимальні струмові захисти»

**Q1 .** Як працюватимуть (правильно або неправильно) максимальні струмові захисти P31 і P32 (рисунок) із струмом спрацьовування, обраним за формулою  $I_{cs} = K_H \cdot K_{c3n} \cdot \frac{I_{pm}}{K_g}$  при короткому замиканні в точці К-2, якщо

в реле струму захисту P31 різко знизився коефіцієнт повернення  $K_v$ ?



**V1.** P32 неправильно. **V2.** P31 неправильно. **V3.** P31 правильно.

**Q2.** Струм спрацьовування відсічок захистів P31, P32 і P33 (див. рис.) обирається за формулою  $I_{сз} = K_H \cdot I_{кзв\ нм\ акс}$ . Як впливає на значення коефіцієнта надійності  $K_H$  коефіцієнт повернення  $K_B$ , використаних реле струму вказаних захистів?

**V1.** Збільшує. **V2.** Зменшує. **V3.** Не впливає.

**Q3.** Як вплине на значення коефіцієнта самозапуску  $K_{сзп}$  при виборі струму спрацьовування максимального струмового захисту P31 (див. рис.), якщо замість захисту з обмежено залежною характеристикою (РТ-80) встановити захист із незалежною характеристикою (РТ-40)?

**V1.** Зменшиться. **V2.** Не зміниться. **V3.** Збільшиться.

**Q4.** За яким зовнішнім КЗ повинен обиратися струм спрацьовування струмової відсічки лінії АВ (див. рис.)?

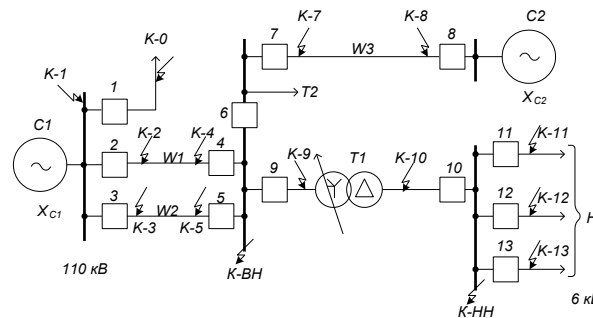
**V1.**  $I_{м\ акс}^{(3)}$  **V2.**  $I_{м\ ин}^{(3)}$  **V3.**  $I_{м\ акс}^{(2)}$  **V4.**  $I_{м\ ин}^{(2)}$ .

**Q5.** Як вплине на захистоспроможність струмової відсічки лінії W1 (рисунок) збільшення опору системи C1?

**V1.** Зменшить.

**V2.** Не вплине.

**V3.** Збільшить.



**Q6.** Як вплине на

захистоспроможність струмової відсічки лінії W2 (див. рис.) збільшення опору системи C2?

**V1.** Зменшить. **V2.** Не вплине. **V3.** Збільшить.

**Q7.** Як вплине на чутливість струмової відсічки лінії W1 (див. рис.) зменшення опору системи C1?

**V1.** Збільшить. **V2.** Не вплине. **V3.** Зменшить.



**Q8.** Як вплине на чутливість струмової відсічки лінії W2 (див. рис.) зменшення опору системи С2?

**V1.** Зменшить. **V2.** Не вплине. **V3.** Збільшить.

**Q9.** Як вплине на чутливість струмової відсічки лінії W1 (див. рис.) відключення лінії W2?

**V1.** Зменшить. **V2.** Не вплине. **V3.** Збільшить.

**Q10.** Як вплине на чутливість струмової відсічки лінії W2 (див. рис.) відключення лінії W1?

**V1.** Зменшить. **V2.** Збільшить **V3.** Не вплине.

**Q11.** Який захист називається подальшим для захисту 9(див. рис.)?

**V1.** 2. **V2.** 10. **V3.** 11.

**Q12.** Який захист називається попереднім для захисту 4 (див. рис.)?

**V1.** 1. **V2.** 2. **V3.** 9. **V4.** 10.

**Q13.** Який захист називається подальшим для захисту 4(див. рис.)?

**V1.** 1. **V2.** 2. **V3.** 7. **V4.** 8.

**Q14.** Яка вимога до захисту лінії W1 (див. рис.) є вищою?

**V1.** Надійність. **V2.** Селективність. **V3.** Чутливість.

**Q15.** Який захист лінії W3 (див. рис.) має найбільшу чутливість до КЗ в точці К-7?

**V1.** Відсічення. **V2.** Відсічення з витримкою часу. **V3.** МСЗ.

**Q16.** Який захист лінії W3 (див. рис.) має найбільшу чутливість до КЗ в точці К-8?

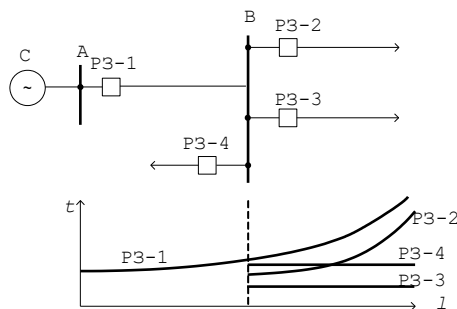
**V1.** МСЗ. **V2.** Відсічення. **V3.** Відсічка з витримкою часу.

**Q17.** Ступінь витримки часу  $n$ -го максимального струмового захисту з незалежною характеристикою витримки часу  $\Delta t_n = t_b + 2 \cdot t_{пор} + t_{ин} + t_{зап}$ . Час

$t_B$  якого вимикача  $n-1$ ,  $n$  або  $n+1$  (подальшого) слід враховувати в поданому виразі?

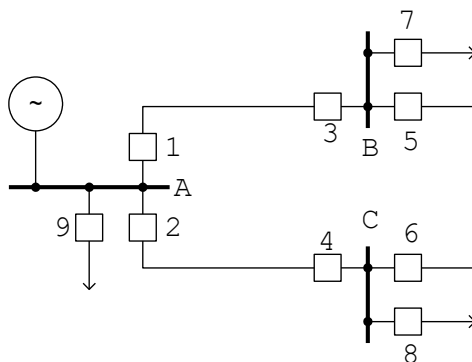
V1.  $n-1$ . V2.  $n$ . V3.  $n+1$ .

**Q18.** З яким із попередніх струмових захистів, що мають відповідно характеристики P3-2, P3-3 і P3-4 (рисунок), повинна узгоджуватися характеристика подальшого захисту P3-1?



V1. З характеристикою P3-2 V2. З характеристикою P3-3  
V3. З характеристикою P3-4

**Q19.** Кільцева мережа з одним джерелом живлення (рисунок) має струмовий направлений захист. Які захисти можуть подіяти на відключення при КЗ на ділянці АВ в зоні каскадної дії захисту 3, якщо не було виконано узгодження струмів спрацьовування захистів за чутливістю, при таких заданих витримках часу захистів:  $t_1=2,5$  с;  $t_2=1,5$  с;  $t_3=0,1$  с;  $t_4=0,1$  с;  $t_5=1,5$  с;  $t_6=1$  с?



V1. 1 і 6. V2. 1 і 3. V3. 1 і 5. V4. 2 і 6.

**Q20.** Кільцева мережа з одним джерелом живлення має струмовий направлений захист. З урахуванням витримок часу яких захистів повинна

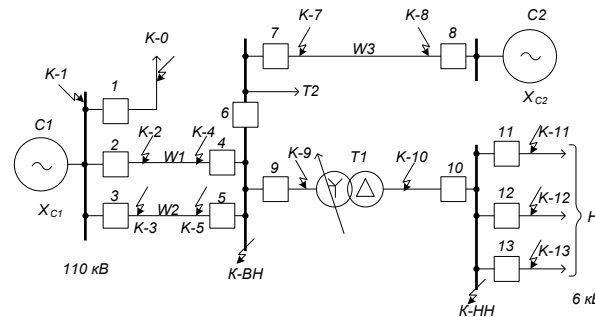
обиратися витримка часу захисту б, що має орган напряму потужності (див. рис.)?

**В1.** Захисту 7 і 3. **В2.** Захисту 7 і 5. **В3.** Захист 3 і 1. **В4.** Захисту 5. **В5.** Захисту 8.

**Q21.** Реле напряму потужності виконане на індукційній системі. Параметрами якої обмотки – напруги або струму – визначатиметься кут  $\alpha$  у виразі  $M_{\text{в.р.}} = \kappa \cdot U_{\text{р}} \cdot I_{\text{р}} \cdot \cos(\varphi + \alpha)$ ?

**В1.** Напруги. **В2.** Струму. **В3.** Напруги і струму.

**Q22.** Який захист лінії W3 має найбільшу захистоспроможність (рисунок)?



**В1.** Відсічення. **В2.** МСЗ. **В3.** Дистанційний захист. **В4.** Направлений МСЗ.

**Q23.** Розрахувати струм спрацьовування МСЗ ( $K_{\text{сзн}}=1,25$ ;  $K_{\text{в}}=0,8$ ) за умови неспрацьовування після відключення близького КЗ для генератора G с  $\cos\varphi=0,8$  і  $U=6,3$  кВ типу Т-20.

**В1.** 4300 А. **В2.** 4000 А. **В3.** 4600 А. **В4.** 5200 А.

### 6.3.6. Тема «Захист трансформаторів»

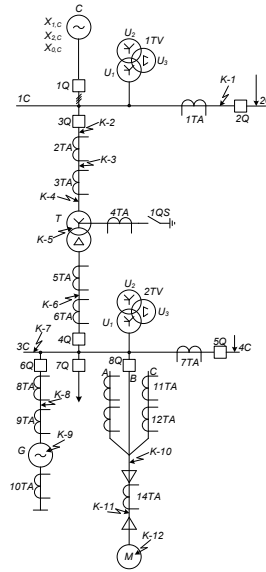
**Q1** За якою формулою розраховується струм пошкодження для перевірки чутливості струмової відсічки трансформатора Т до однофазного КЗ на землю в точці К-3 (рисунок)?

$$V1. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + 2 \cdot x_{0,C}}.$$

$$V2. \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}.$$

$$V3. \frac{U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}.$$

$$V4. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}.$$



**Q2.** За якою формулою розраховується струм пошкодження для перевірки чутливості струмової відсічки трансформатора T до двофазного КЗ на землю в точці K-3(див. рис.)?

$$V1. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}. \quad V2. \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C}}.$$

$$V3. \frac{U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}. \quad V4. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + 2 \cdot x_{0,C}}.$$

**Q3.** За якою формулою розраховується струм пошкодження для перевірки чутливості струмової відсічки трансформатора T до двофазного КЗ в точці K-3 (див. рис.)?

$$V1. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}. \quad V2. \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C}}. \quad V3. \frac{U_{\phi}}{x_{1,C} + x_{2,C} + x_{0,C}}. \quad V4. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C} + 2 \cdot x_{0,C}}.$$

**Q4.** За якою формулою розраховується струм пошкодження для перевірки чутливості струмової відсічки трансформатора T до трифазного КЗ в точці K-3 (див. рис.)?

$$V1. \frac{\sqrt{3} \cdot U_{\phi}}{x_{1,C}}. \quad V2. \frac{3 \cdot U_{\phi}}{x_{1,C}}. \quad V3. \frac{U_{\phi}}{\sqrt{3} \cdot x_{1,C}}. \quad V4. \frac{U_{\phi}}{x_{1,C}}.$$

**Q5.** Розрахуйте струм спрацьовування МСЗ на стороні вищої напруги (Ксзн=1,34; Кв=0,8) за умови неспрацьовування після відключення

близького зовнішнього КЗ в точці К-10 (див. рис.) для трансформатора Т типу ТДН-25000/110 ( $U_{вн}=121$  кВ;  $U_{нн}=6,3$ кВ).

В1. 60 А. В2. 240 А. В3. 120 А. В4. 300 А.

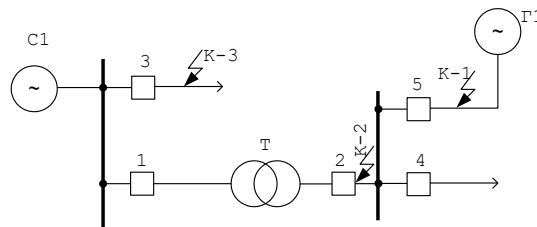
Q6. Розрахуйте струм спрацьовування МСЗ на стороні нижчої напруги ( $K_{сзн}=1,34$ ;  $K_{в}=0,8$ ) за умови неспрацьовування після відключення близького зовнішнього КЗ в точці К-10 (див. рис.) для трансформатора Т типу ТДН-25000/110 ( $U_{вн}=121$  кВ;  $U_{нн}=6,3$ кВ).

В1. 3000 А. В2. 3700 А. В3. 4600 А. В4. 5100 А.

Q7. У якому випадку після ліквідації КЗ може бути більше кидок струму намагнічування в трансформаторі Т (рисунок)?

В1. При К-1. В2. При К-2.

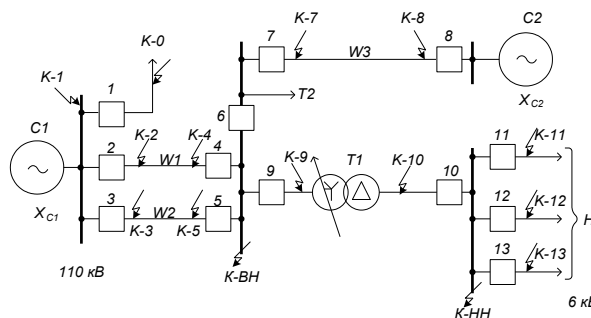
В3. При К-3.



Q8. За яким КЗ чутливість відсічки трансформатора

перевіряється струмової

Т1 (рисунок)?



В1. К-9. В2. К-10. В3. К-11.

Q9. Для якого захисту трансформатора Т1 треба врахувати самозапущ двигунів навантаження Н (див. рис.)?

В1. Відсічка. В2. МСЗ. В3. Дифзахист.

**Q10.** Як впливає РПН трансформатора Т1 на чутливість дифзахисту (див. рис.)?

- V1. Збільшує.
- V2. Зменшує.
- V3. Не впливає.

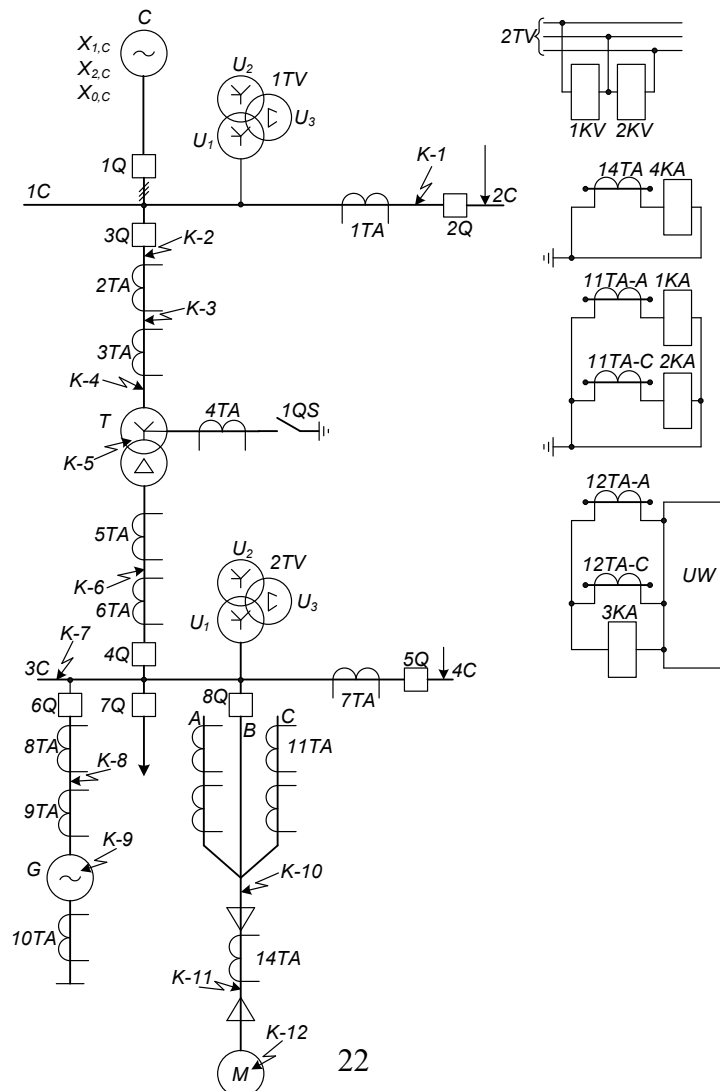
**Q1.** Які КЗ входять до резервної зони МСЗ на стороні ВН трансформатора Т1 (див. рис.)?

- V1. К-9.
- V2. К-ВН.
- V3. К-10.
- V4. К-11.

**Q12.** Якими вимірювальними трансформаторами струму визначається зона дії диференційного захисту трансформатора Т (рисунок)?

- V1. 2ТА; 5ТА.
- V2. 2ТА;
- V3. 1ТА;
- V4. 2ТА;
- V5. 1ТА;

- 7ТА.
- 5ТА.
- 6ТА.
- 6ТА.



**Q13.** Якими вимірювальними трансформаторами визначається зона дії максимального струмового захисту сторони вищої напруги трансформатора  $T$  (див. рис.)?

*VI.* 1TA. *V2.* 5TA. *V3.* 4TA. *V4.* 3TA. *V5.* 1TV.

**Q14.** Якими вимірювальними трансформаторами визначається зона дії максимального струмового захисту з боку нижчої напруги трансформатора  $T$  (див. рис.)?

*VI.* 1TA; 1TV. *V2.* 2TA; 1TV. *V3.* 5TA; 2TV. *V4.* 6TA; 2TV. *V5.* 7TA; 2TV.

**Q15.** Якими вимірювальними трансформаторами визначається зона дії дистанційного захисту трансформатора  $T$  (див. рис.)?

*VI.* 1TA; 1TV. *V2.* 3TA; 2TV. *V3.* 1TA; 2TV. *V4.* 4TA; 2TV. *V5.* 4TA; 1TV.

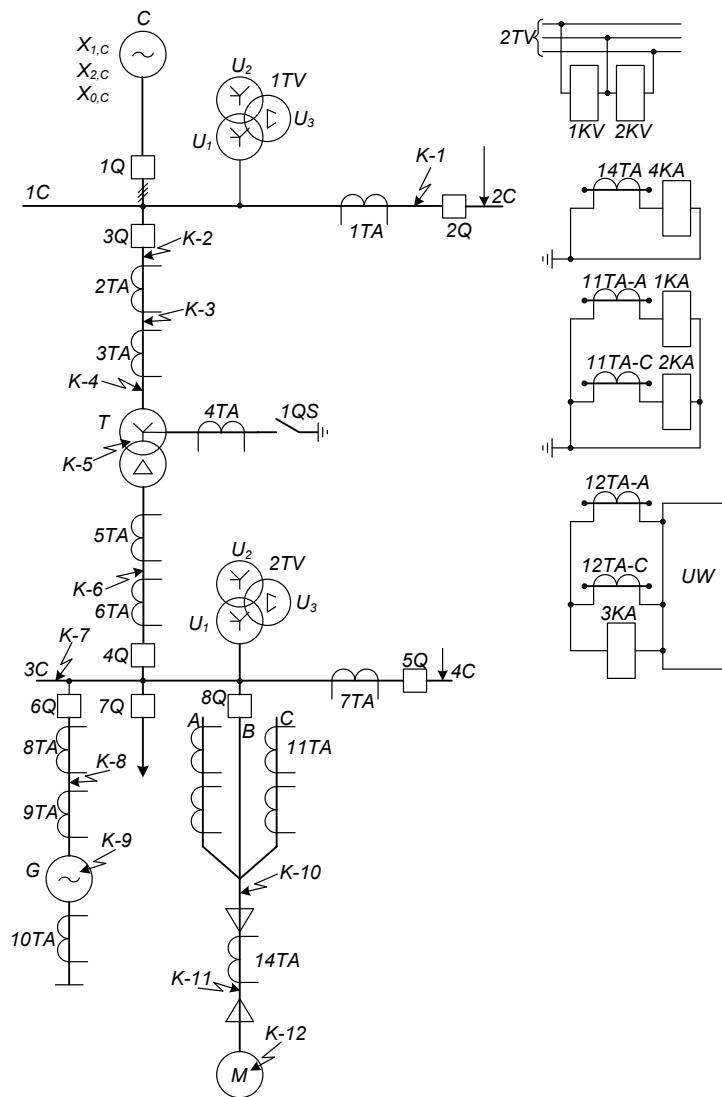
**Q16.** Якими вимірювальними трансформаторами струму визначається зона дії захисту трансформатора  $T$  від коротких замикань на землю (див. рис.)?

*VI.* 1TA. *V2.* 6TA. *V3.* 5TA. *V4.* 4TA. *V5.* 7TA.

### **6.3.7. Тема «Захист електродвигунів»**

**Q1.** Яке реле призначене для сигналізації спрацьовування захисту електродвигуна від перевантаження (рисунок)?

*VI.* 2KH. *V2.* 3KH. *V3.* 4KH. *V4.* 1KH. *V5.* 2KT.



**Q2.** Яке реле призначене для сигналізації спрацьовування захисту електродвигуна від пониженої напруги джерела живлення (див. рис.)?

V1. 4KH. V2. 2KT. V3. 3KH. V4. 2KH. V5. 1KH.

**Q3.** Яке реле призначене для сигналізації спрацьовування захисту електродвигуна від міжфазного КЗ (див. рис.)?

V1. 4KH. V2. 3KH. V3. 2KH. V4. 1KH. V5. 1KL.

**Q4.** Яке реле призначене для сигналізації спрацьовування захисту електродвигуна від замикання на землю (див. рис.)?



*V1. 1KH. V2. 1KL. V3. 3KH. V4. 4KH. V5. 2KH.*

**Q5.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при перевантаженнях (див. рис.).*

*V1. 4KA. V2. 3KA. V3. 2KA. V4. 1KV. V5. 2KV.*

**Q6.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при зниженні напруги на секції 3C (див. рис.).*

*V1. 1KV. V2. 1KA. V3. 2KA. V4. 3KA. V5. 4KA.*

**Q7.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при відключенні вимикача 4Q газовим захистом трансформатора T (див. рис.).*

*V1. 1KA. V2. 2KA. V3. 3KA. V4. 2KV. V5. 4KA.*

**Q8.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при трифазних КЗ (див. рис.).*

*V1. 1KA. V2. 3KA. V3. 4KA. V4. 1КТ. V5. 2КТ.*

**Q9.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при двофазних КЗ фаз АВ (див. рис.).*

*V1. 1КТ. V2. 1KA. V3. 2КТ. V4. 3KA. V5. 4KA.*

**Q10.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при двофазних КЗ фаз АС (див. рис.).*

*V1. 4KA. V2. 3KA. V3. 2KA. V4. 2КТ. V5. 1КТ.*

**Q11.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при двофазному КЗ фаз ВС (див. рис.).*

*V1. 2KA. V2. 3KA. V3. 4KA. V4. 1KV. V5. 2КТ.*

**Q12.** *Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна M, що захищається, при замиканні на землю (див. рис.).*

*V1. 4 KA. V2. 3KA. V3. 1KA. V4. 2KA. V5. 2KV.*

**Q13.** Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна *M*, що захищається, при *KЗ* в точці *K-7* (див. рис.).

*V1.* 2КА. *V2.* 3КА. *V3.* 1КА. *V4.* 1КВ. *V5.* 4КА.

**Q14.** Вкажіть вимірювальні органи, які контролюють стан електродвигуна *M*, що захищається, при замиканні фази *A* на землю в точці *K-11* (див. рис.).

*V1.* 2КА. *V2.* 3КА. *V3.* 4КА. *V4.* 1КВ. *V5.* 2КВ.

**Q15.** Вкажіть логічні органи захисту електродвигуна від перевантаження (див. рис.).

*V1.* 1КТ. *V2.* 2КТ. *V3.* 3КТ. *V4.* 1КЛ. *V5.* УАТ.

**Q16.** Вкажіть логічні органи захисту електродвигуна від замикань на землю (див. рис.).

*V1.* УАТ. *V2.* 1КЛ. *V3.* 1КТ. *V4.* 2 КТ. *V5.* 3КТ.

**Q17.** Вкажіть логічні органи захисту електродвигуна від втрати живлення (див. рис.).

*V1.* УАТ. *V2.* 3КТ. *V3.* 2КТ. *V4.* 1КТ. *V5.* 1КЛ.

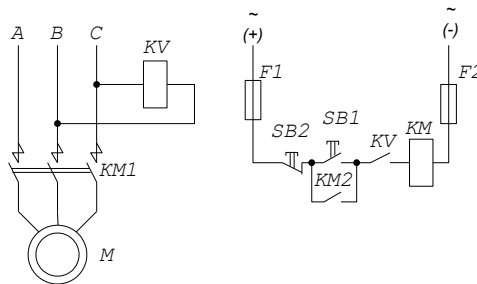
**Q18.** Якими вимірювальними трансформаторами струму визначається зона дії захисту електродвигуна *M* від міжфазних *KЗ* (див. рис.)?

*V1.* 11ТА. *V2.* 12ТА. *V3.* 14ТА. *V4.* 6ТА. *V5.* 7ТА.

**Q19.** Якими вимірювальними трансформаторами визначається зона дії захисту електродвигуна *M* від замикання на землю (див. рис.)?

*V1.* 12ТА. *V2.* 14ТА. *V3.* 11ТА. *V4.* 6ТА. *V5.* 2ТВ.

**Q20.** Який захист електродвигуна (рисунок)?



- V1.** Максимальний струмовий захист. **V2.** Захист від втрати живлення.  
**V3.** Захист максимальної напруги. **V4.** Захист мінімального струму.  
**V5.** Частотний захист.

**Q21.** Вкажіть несправність у схемі, якщо при натисненні кнопки SB1 електродвигун запускається, а після завершення натиснення – зупиняється (див. рис.).

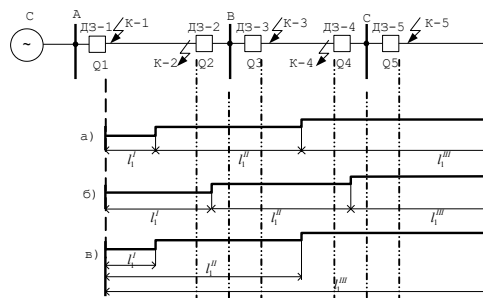
- V1.** Обрив дроту в колі електродвигуна. **V2.** Обрив дроту в колі котушки КМ.  
**V3.** До схеми не підключена напруга живлення. **V4.** Кнопка SB2 розімкнена.  
**V5.** Кнопка SB1 не зашунтована контактом КМ2.

**Q22.** Розрахуйте струм спрацьовування захисту двигуна типу ДАЗ0 напругою 6 кВ від перевантаження. Потужність двигуна дорівнює 800 кВт.

- V1.** 300 А. **V2.** 150 А. **V3.** 100 А. **V4.** 450 А.

### 6.3.8. Тема «Дистанційний захист»

**Q1.** Яка характеристика: а), б) або в) є правильною для триступінчастого дистанційного захисту ДЗ1 (рисунок)?



- V1.** а). **V2.** б). **V3.** в).

**Q2.** Лінії АВ, ВС захищаються триступінчастим направленим дистанційним захистом (див. рис.). Якими зонами відключатиметься К-3, якщо перший ступінь захисту ДЗ3 ( $l_3^I$ ) відмовляє через великий перехідний опір дуги  $R_n$ ?

- V1.**  $l_1^I$  і  $l_4^{II}$ . **V2.**  $l_3^{II}$  і  $l_4^I$ . **V3.**  $l_2^I$  і  $l_4^{III}$ . **V4.**  $l_3^{II}$  і  $l_4^{II}$ . **V5.**  $l_2^I$  і  $l_4^{II}$ .

**Q3.** При виборі уставок опору спрацьовування триступінчастого дистанційного захисту для яких ступенів треба враховувати коефіцієнти струморозподілу?

**V1.** Першого ступеня. **V2.** Другого ступеня. **V3.** Третього ступеня.

**Q4.** Як вплине перехідний опір дуги  $R_p$  на довжину захищених зон дистанційних захистів?

**V1.** Зменшить. **V2.** Не вплине. **V3.** Збільшить.

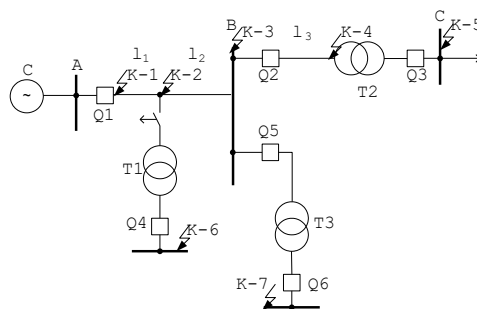
**Q5.** Який із захистів із ступінчастими характеристиками витримки часу в загальному випадку має велику довжину першої зони, що захищається?

**V1.** Дистанційний захист.

**V2.** Струмовий захист.

**V3.** Струмовий направлений захист.

**Q6.** Подана схема блоку лінія ІЗ – трансформатор Т2 (останній без вимикача зі сторони вищої напруги, рисунок). Як доцільно виконувати дистанційний захист такого блоку: з однією, двома або трьома ступенями?



**V1.** З одним ступенем. **V2.** З двома ступенями. **V3.** З трьома ступенями.

**Q7.** Яка точка КЗ повинна прийматися за розрахункову при виборі уставки першого ступеня дистанційного захисту блоку (лінія ІЗ- трансформатор Т2) (див. рис.)?

**V1.** К-3. **V2.** К-4. **V3.** К-5.

**Q8.** Визначити, яка точка КЗ береться за розрахункову при виборі уставки першого ступеня дистанційного захисту лінії І1-І2 при заданих (див. рис.) опорах елементів:  $Z_{Л1}=10 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Л2}=30 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Т1}=20 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Л3}=10 \text{ Ом}$ ?

В1. К-2. В2. К-3. В3. К-4. В4. К-5. В5. К-6.

**Q9.** Визначити, яка точка КЗ береться за розрахункову при виборі уставки першого ступеня дистанційного захисту лінії І1-І2 при заданих (див. рис.) опорах елементів:  $Z_{Л1}=10 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Л2}=20 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Т1}=50 \text{ Ом}$ ?

В1. К-2. В2. К-3. В3. К-4. В4. К-5. В5. К-6.

**Q10.** Визначити, яка точка КЗ повинна прийматися за розрахункову при виборі уставки другого ступеня дистанційного захисту лінії І1-І2 (див. рис.) при заданих опорах елементів:  $Z_{Л1-Л2}=10 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Л3-Т2}=10 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Т3}=40 \text{ Ом}$ ?

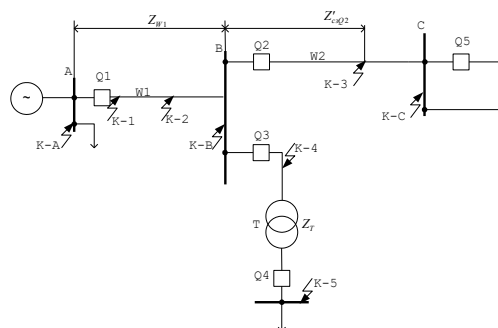
В1. К-3. В2. К-4. В3. К-5. В4. К-7.

**Q11.** Визначити, яка точка КЗ повинна прийматися за розрахункову при виборі уставки другого ступеня дистанційного захисту лінії І1-І2 (див. рис.) при заданих опорах елементів:  $Z_{Л1-Л2}=10 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Л3-Т2}=30 \text{ Ом}$ ;  $Z_{Т3}=20 \text{ Ом}$ ?

В1. К-3. В2. К-4. В3. К-5. В4. К-6. В5. К-7.

**Q12.** Розрахувати, чи може другий ступінь дистанційного захисту лінії АВ (рисунок) відключити КЗ К-В при вказаних на рисунку опорах:  $Z_{W1}=25 \text{ Ом}$ ;

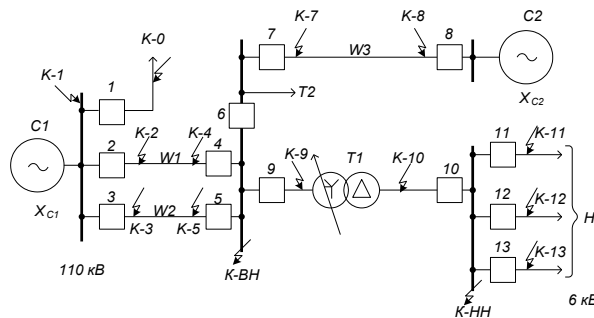
$Z_{сз Q2}=5 \text{ Ом}$  (перший ступінь захисту лінії ВС);  $Z_T=45 \text{ Ом}$ ?



В1. Може. В2. Не може. В3. Немає правильної відповіді.

**Q13.** Розрахувати, чи може другий ступінь дистанційного захисту лінії АВ (див. рис.) відключити коротке замикання в К-В при заданих опорах:  $Z_{W1}=40 \text{ Ом}$ ;  $Z'_{c3 Q2}=20 \text{ Ом}$  (перший ступінь захисту лінії ВС);  $Z_T=50 \text{ Ом}$ ?  
**V1.** Може. **V2.** Не може. **V3.** Немає правильної відповіді.

**Q14.** Якою дією називається спрацьовування першого ступеня дистанційного захисту лінії W1, встановленого з боку системи C1, під час КЗ в точці К-9 (рисунок)?



**V1.** Правильною. **V2.** Неправильною. **V3.** Помилковою. **V4.** Зайвою.

**Q15.** Якою дією називається спрацьовування другого ступеня дистанційного захисту лінії W1, встановленого з боку системи C1, під час КЗ в точці К-9?

**V1.** Помилковою. **V2.** Неправильною. **V3.** Правильною. **V4.** Зайвою.

### 6.3.9. Тема «Диференційний захист»

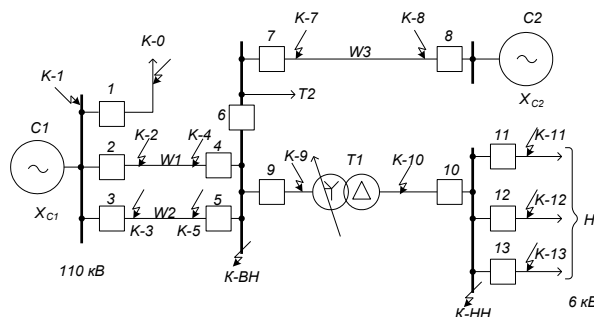
**Q1.** Як вплине на захистоспроможність диференційно-фазного струмового захисту з ВЧ блокуванням лінії W1 відключення лінії W2 в результаті КЗ в К-3

(рисунок)?

**V1.** Збільшить.

**V2.** Зменшить.

**V3.** Не вплине.



**Q2.** Як вплине на захистоспроможність

диференційно-фазного струмового захисту з ВЧ блокуванням лінії W1 збільшення опору системи C1 (див. рис.)?

**V1.** Збільшить. **V2.** Зменшить. **V3.** Не вплине.

**Q3.** Як вплине на захистоспроможність диференційно-фазного струмового захисту з ВЧ блокуванням лінії W2 збільшення опору системи С1 (див. рис.)?

**В1.** Не вплине. **В2.** Зменшить. **В3.** Збільшить.

**Q4.** Як вплине на захистоспроможність диференційно-фазного струмового захисту з ВЧ блокуванням лінії W2 приєднана вимикачем б система С2 (див. рис.)?

**В1.** Не вплине. **В2.** Зменшить. **В3.** Збільшить.

**Q5.** Як впливає збільшення уставки струмового пускового органа поперечного диференційного направленою захисту лінії W1, W2 (див. рис.) на величину мертвої зони захисту?

**В1.** Не впливає. **В2.** Зменшує. **В3.** Збільшує.

**Q6.** Які КЗ можуть викликати каскадну дію поперечного диференціального струмового направленою захисту лінії W1, W2, встановленого на вимикачах 2,3 (див. рис.)?

**В1.** К-1. **В2.** К-2. **В3.** К-3. **В4.** К-4.

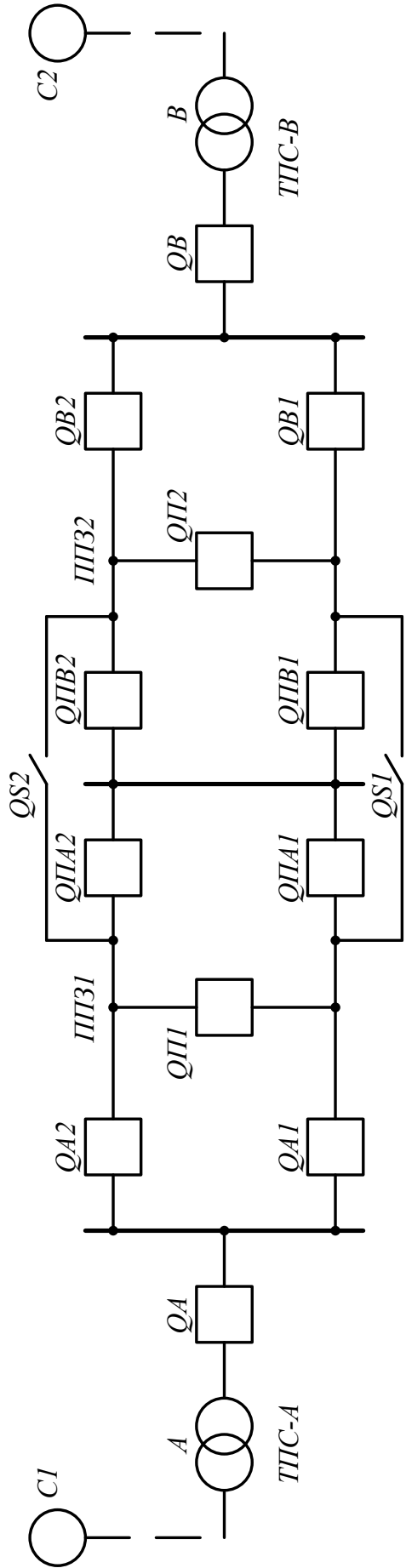
### **6.3.10. Тема «Захист тягової мережі залізничного транспорту»**

**Q1.** Розглядається схема живлення (рисунок) двоколіїних ділянок тягової мережі 27,5 кВ. Які вимикачі та роз'єднувачі повинні бути включені або відключені для паралельної схеми живлення міжпідстанційної зони (проставте позначки у відповіді, яку Ви вважаєте правильною)?

**В.** Включені Q . . . . . Відключені Q . . . . .  
Включені QS . . . . . Відключені QS . . . . .

**Q2.** Розглядається схема живлення (див. рисунок) двоколіїних ділянок тягової мережі 27,5 кВ. Які вимикачі й роз'єднувачі бути включені або відключені для вузлової схеми живлення міжпідстанційної зони (проставте позначки у відповіді, котру Ви вважаєте правильною)?

**В.** Включені Q . . . . . Відключені Q . . . . .  
Включені QS . . . . . Відключені QS . . . . .





**Q3.** Розглядається схема живлення (див. рисунок) двоколіїних ділянок тягової мережі 27,5 кВ. Які вимикачі й роз'єднувачі повинні бути включені або відключені для роздільної схеми живлення міжпідстанційної зони (проставте позначки у відповіді, яку Ви вважаєте правильною)?

V. Включені Q. . . . . Відключені Q. . . . .

Включені QS. . . . . Відключені QS. . . . .

**Q4.** Розглядається схема живлення (див. рисунок) двоколіїних ділянок тягової мережі 27,5 кВ. Які вимикачі й роз'єднувачі повинні бути включені або відключені для односторонньої схеми живлення міжпідстанційної зони (проставте позначки у відповіді, яку Ви вважаєте правильною)?

V. Включені Q. . . . . Відключені Q. . . . .

Включені QS. . . . . Відключені QS. . . . .

**Q5.** Якими вимикачами повинне відключатися коротке замикання (в першу чергу) в точці К-4 (рисунок)?

V1. QA2, QB2. V2. QPB2, QB2. V3. QPA2, QB2. V4. QB2, QB.

**Q6.** Якими вимикачами повинне відключатися коротке замикання (в першу чергу) в точці К- 2 (див. рисунок)?

V1. QB1, QB. V2. QPB1, QPB2. V3. QPB1, QB. V4. QPB1, QB1.

**Q7.** Дана одноколіїна схема живлення тягової мережі постійного струму (див. рисунок) з усіма підстанціями й постами секціонування. Яка точка називається розрахунковою точкою короткого замикання для вибору захисту на автоматичному вимикачі Q4?

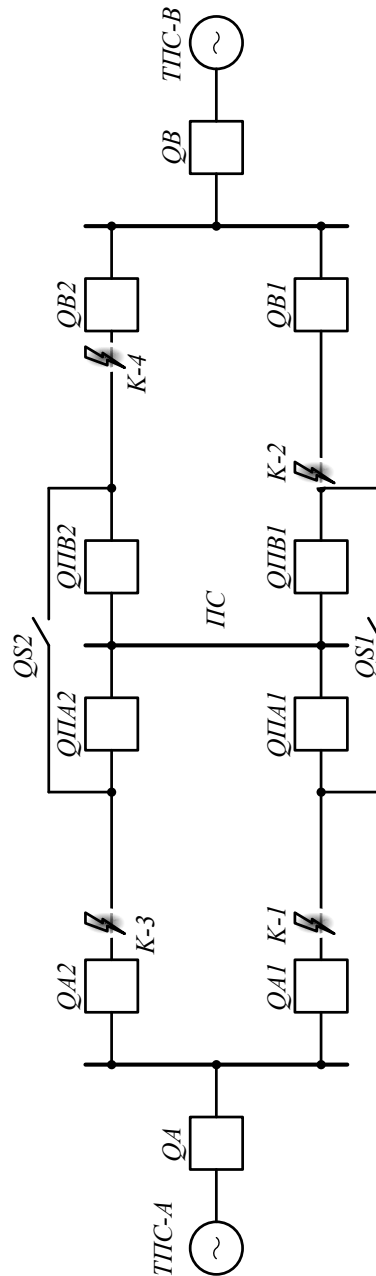
V1. К -6. V2. К -2. V3. К -4. V4. К -А. V5. К -3.

**Q8.** Дана одноколіїна схема живлення тягової мережі постійного струму (див. рисунок) з відключеним постом секціонування ПС1. Яка точка називається розрахунковою точкою короткого замикання для вибору захисту на автоматичному вимикачі Q1?

V1. К -4. V2. К -3. V3. К -2. V4. К -1. V5. К -А.

**Q9.** Дана двоколійна схема живлення тягової мережі постійного струму (див. рисунок) без пунктів паралельного з'єднання ППЗ1 і ППЗ2. Яка точка називається розрахунковою точкою короткого замикання для вибору захисту на автоматичному вимикачі Q4?

V1. K -6. V2. K -4. V3. K -7. V4. K – A. V5. K - 8.



**Q10.** Дана двоколійна схема живлення тягової мережі постійного струму (див. рисунок) без пунктів паралельного з'єднання ППЗ1, ППЗ2 і посту

секціонування ПС. Яка точка називається розрахунковою точкою короткого замикання для вибору захисту на автоматичному вимикачі Q8?

V1. К -6.

V2. К -4.

V3. К -7.

V4. К -А.

V5. К -8.

#### **6.4. Питання для самоперевірки по розділам**

*Книга 1. Виробництво та розподіл електричної енергії*

1.1. Від яких порушень нормального режиму встановлюються захисти енергоблоків? Як захисти називаються й на що діють?

1.2. На що й чому діють основні й резервні захисти енергоблоку? Відповідь поясніть прикладами.

1.3. Поясніть вибір принципів основних захистів генератора.

1.4. Поясніть вибір принципів резервних захистів генератора.

1.5. Які функції й параметри диференційних захистів енергоблоку? Відповідь поясніть прикладами.

1.6. Поясніть принцип вибору уставок диференційних струмових захистів генераторів.

1.7. Які додаткові фактори необхідно враховувати для диференційного захисту трансформаторів у порівнянні з аналогічним захистом генераторів? Відповідь поясніть прикладами.

1.8. Як розраховується максимальний струм несинхронного АВР резервного трансформатора власних потреб енергоблоку?

1.9. Чим небезпечна втрата збудження генератора? Опишіть способи виявлення захистами цього режиму.

1.10. Як розраховуються струми й напруги генератора при асинхронному ході й втраті збудження?

1.11. Назвіть способи виконання захисту генератора від однофазних замикань на землю.

1.12. Поясніть принцип дії 100 % захисту від замикань на землю в обмотці статора генератора.

1.13. Назвіть способи виконання захисту енергоблоку від замикань на землю у зовнішній мережі.

1.14. На яких принципах здійснюється резервування захистів енергоблоку зі сторони вищої напруги?

1.15. Складіть і поясніть суміщену структурну схему для основних захистів енергоблоку.

1.16. Складіть і поясніть суміщену структурну схему для резервних захистів енергоблоку.

1.17. Охарактеризуйте функції приладних модулів фірми ХАРТРОН-ИНКОР для захисту електроустановок енергоблоку гідроакумуючої електростанції. 7.

2.1. Як усуваються короткі замикання, що виникають на шинах електростанцій і підстанцій?

2.2. Які вимоги пред'являються до захисту шин і пристроїв резервування відмов вимикачів?

2.3. Які захисти застосовуються для збірних шин підстанцій?

2.4. Поясніть способи прискорення максимального струмового захисту введення на секцію шин.

2.5. Який пристрій автоматики застосовується для запобігання наслідків не відключення коротких замикань? Відповідь поясніть прикладами.

2.6. Назвіть і поясніть способи запобігання помилкового пуску ПРВВ.

2.7. У чому особливість вибору уставок диференційного захисту шин?

2.8. Від яких режимів повинні бути відбудовані уставки чутливих органів диференційного захисту шин?

2.9. Як розраховуються струми нормального і аварійного режимів для приєднання шин? Відповідь поясніть прикладами.

2.10. Поясніть розрахунки чутливості пускових органів диференційного захисту шин.

3.1. На прикладі електричної схеми електроенергетичної системи поясніть вибір принципів захистів ліній 6 – 10 кВ.

3.2. На прикладі електричної схеми електроенергетичної системи поясніть вибір принципів захистів ліній 20 – 35 кВ.

3.3. На прикладі електричної схеми електроенергетичної системи поясніть вибір принципів захистів ліній 110 – 220 кВ.

3.4. Охарактеризуйте функції захисту типу ШДЕ-2802.

3.5. Яка роль перших ступенів дистанційних захистів високовольтних ліній?

3.6. Як обираються витримки часу багатоступінчастих дистанційних захистів?

3.7. Як обирається опір спрацювання другого ступеня дистанційних захистів?

3.8. Напишіть формулу переведення первинного опору спрацювання дистанційного захисту у вторинну величину спрацювання реле.

3.9. Назвіть розрахункові умови вибору уставок третього ступеня дистанційного захисту високовольтної лінії.

3.10. Поясніть функції струмового захисту нульової послідовності високовольтних ліній.

3.11. На прикладі електричної схеми електроенергетичної системи покажіть струморозподілення при коротких замиканнях на землю для вибору уставок струмового спрямованого захисту нульової послідовності.

3.12. У чому особливість застосування релейного захисту й автоматики для кабельно-повітряних ліній?

3.13. Які вимоги пред'являються до вибору характеристик дистанційного захисту кабельно-повітряних ліній?

3.14. Охарактеризуйте функції приладних модулів фірми «ХАРТРОН-ІНКОР» для захисту високовольтних ліній.

4.1. Від яких порушень нормального режиму встановлюються захисту трансформаторів? Як ці захисту називаються і на що діють?

4.2. Поясніть вибір принципів основних захистів трансформаторів.

4.3. Поясніть вибір принципів резервних захистів трансформаторів.

4.4. Наведіть особливості режимів роботи трансформаторів, що впливають на дію релейного захисту. Відповідь поясніть прикладами.

4.5. Составьте і поясніть поєднану структурну схему двоступеневого струмового захисту трансформатора невеликої потужності. Як вибираються параметри захисту?

4.6. Поясніть методику розрахунку струмів і напруг в місці короткого замикання електричної мережі та, наприклад, на нижчій

стороні.

4.7. Як розраховуються струми в нейтралі трансформаторів?

4.8. Поясніть методику розрахунку диференційного захисту трансформатора енергоблока.

4.9. Для чого в диференціальних захистах устаноуляються автотрансформатори струму?

4.10. На прикладі гальмової характеристики диференційного захисту трансформатора покажіть місцезнаходження режиму зовнішнього трифазного короткого замикання на стороні нижчої напруги трансформатора, режиму несинхронного АВР і мінімального режиму пошкодження в зоні захисту (режим двухфазного короткого замикання на виводах обмотки нижчої напруги трансформатора).

4.11. Які функції дистанційних захистів трансформаторів?

4.12. Напишіть і поясніть розрахункові формули для вибору уставок максимальних струмових захистів трансформаторів.

4.13. Як перевіряється чутливість струмових захистів трансформаторів?

4.14. Як впливає кидок струму намагнічення на вибір параметрів захистів трансформатора?

4.15. Які особливості захисту триобмоткових трансформаторів?

4.16. На прикладі структурної схеми розміщення захистів трансформатора поясніть їх дію при коротких замиканнях в різних точках.

4.17. Какіє умови вибору параметрів струмового цифрового захисту на секційному вимикачі двохтрансформаторної підстанції?

4.18. Як розраховується уставка по струму максимального захисту трансформатора з блокуванням за напругою?

4.19. Поясніть принцип дії і вибір уставок релейного захисту тягового трансформатора метрополітену.

4.20. Як оформляються результати розрахунків уставок

максимального струмового захисту без і з блокуванням мінімальної напруги для двохтрансформаторної підстанції.

4.21. Наведіть приклад карти уставок мікропроцесорних захистів трансформатора.

*Книга 2. Електропостачання й електроспоживання*

1.1. Охарактеризуйте види захистів елементів системи електропостачання з напругою 6 – 10 кВ.

1.2. На прикладі системи електропостачання з напругою 6-10 кВ поясніть розрахунки струмів міжфазних коротких замикань.

1.3. Поясніть умови вибору параметрів максимального струмового захисту з обмежено-залежною витримкою часу.

1.4. Як обираються параметри струмових відсічок? Складіть принципову електричну схему захисту.

1.5. Напишіть і поясніть формули розрахунку уставок максимального струмового захисту елементів розподільчої мережі системи електропостачання.

1.6. Як перевіряється чутливість максимального струмового захисту елементів розподільчої мережі системи електропостачання?

1.7. Поясніть побудову часо-струмових характеристик максимального струмового захисту елементів розподільчої мережі системи електропостачання.

1.8. Поясніть принцип дії комбінованого захисту за струмом і напругою. Складіть принципову електричну схему захисту.

1.9. Які відмінності в розрахунках параметрів струмового захисту нульової послідовності й струмового захисту від міжфазних коротких замикань? Відповідь поясніть прикладами.

1.10. Від яких пошкоджень і ненормальних режимів захищається електродвигун? Перерахуйте основні види захистів і висуніть до них вимоги.

1.11. Напишіть і поясніть формулу розрахунку сумарного струму секції навантаження при пусках найпотужнішого електродвигуна.

1.12. Як виконується узгодження характеристик захистів елементів розподільчої мережі системи електропостачання за селективністю?

1.13. Як впливає пуск чи самозапуск електродвигуна на чутливість його захистів?

1.14. У чому особливість захистів дизель-генераторів? Напишіть і поясніть розрахункові формули вибору параметрів спрацювання захистів.

1.15. На прикладі схеми захисту електродвигуна поясніть функції основних органів.

2.1. Які особливості мають розрахунки струмів короткого замикання і захистів в мережах напругою до 1 кВ?

2.2. Напишіть формули розрахунків різних видів короткого замикання в мережах до 1 кВ.

2.3. Поясніть умови вибору запобіжників.

2.4. Поясніть умови вибору автоматичних вимикачів.

2.5. Як впливають пуски електродвигунів на умови вибору запобіжників?

2.6. Назвіть основні терміни параметрів спрацювання автоматичних вимикачів.

2.7. Як виконується вибір запобіжника по перетину?

2.8. Як виконується вибір запобіжника по мінімальному струму короткого замикання?

2.9. Як виконується вибір запобіжника за параметрами попереднього запобіжника?

2.10. Як виконується вибір струму спрацювання струмового відсічення для автоматичних вимикачів 0,4 кВ?

2.11. Як виконується вибір струму спрацювання 3-го ступіня максимального струмового захисту з витримкою часу для автоматичних вимикачів 0,4 кВ?

2.12. Поясніть перевірку селективності автоматичних вимикачів серії АЗ100.

2.13. Що дає застосування селективного автоматичного вимикача?

2.14. Як виконується вибір автоматичних вимикачів і запобіжників з урахуванням їх похибки?

2.15. Як впливають схеми з'єднання обмоток силових трансформаторів на струми однофазних КЗ?

3.1. Охарактеризуйте систему електропостачання електрифікованого залізничного транспорту.

3.2. На прикладі схеми живлення тягової підстанції змінного струму поясніть функції захистів основних елементів.

3.3. Охарактеризуйте схему живлення тягової мережі 27,5 кВ.



3.4. Які основні особливості і вимоги до релейного захисту тягової мережі змінного струму напругою 27,5 кВ?

3.5. На прикладі вузлової схеми живлення тягової мережі 27,5 кВ поясніть, як повинні усуватися короткі замикання у будь-якому місці міжпідстанційної зони?

3.6. Перерахуйте і поясніть функції захистів, у тому числі мікропроцесорних, тягової мережі змінного струму.

3.7. Побудуйте графік селективності захистів фідерів підстанцій для двоколіїної вузлової схеми контактної мережі напругою 27,5 кВ.

3.8. Побудуйте графік селективності захистів фідерів посту секціонування для двоколіїної вузлової схеми контактної мережі напругою 27,5 кВ.

3.9. Як обираються уставки струмової відсічки фідерів тягової мережі змінного струму?

3.10. Поясніть умови вибору параметрів дистанційного захисту фідерів тягової мережі змінного струму.

3.11. Напишіть і поясніть формули розрахунку уставок максимального струмового і потенційного захистів фідерів тягової мережі змінного струму.

3.12. Які основні особливості і вимоги до релейного захисту тягової мережі постійного струму?

3.13. На прикладі схеми живлення одноколіїних ділянок контактної мережі постійного струму поясніть, як повинні усуватися короткі замикання у будь-якому місці міжпідстанційної зони?

3.14. Як обираються розрахункові точки короткого замикання для захистів тягової мережі постійного струму? Відповідь поясніть на прикладах схем живлення.

3.15. Які функції захистів виконує поляризований автоматичний швидкодіючий вимикач? Відповідь поясніть на прикладі спрощеної схеми вимикача.

3.16. Поясніть принцип дії реле-диференціальний шунт (РДШ).

3.17. Як обираються параметри максимального струмового захисту? На прикладі тягової мережі постійного струму покажіть можливі зони нечутливості.

3.18. Поясніть принцип дії телеблокування як резервного захисту.

3.19. Поясніть принцип дії захисту мінімальної напруги на прикладах вольт метрового блокування і потенційних захистів тягової мережі постійного струму.

4.1. Поясніть умовні позначення основних захисних функцій релейного захисту. Наприклад, Маркіровка: I>> (контроль значення максимального струму, другий рівень) і так далі.

4.2. Перерахуйте основні функціональні параметри релейного захисту. 4.3. Коротко поясніть основні функціональні можливості мікропроцесорних систем релейного захисту і автоматики фірми «Хартрон-Інкор» – ПМ РЗА «Діамант».

4.4. Які типи пускових органів застосовуються для цифрового захисту? 4.5. Покажіть можливі форми зон спрацьовування дистанційного цифрового захисту.

4.6. Перерахуйте види автоматики для цифрових приладових модулів різних фірм.

4.7. Які операції передбачені для управління високовольтним вимикачем

за допомогою приладових модулів різних фірм?

4.8. Охарактеризуйте на прикладі ПМ РЗА «Діамант» алгоритми автоматичного включення резерву для ввідних і секційних вимикачів.

4.9. Перерахуйте функціональні можливості дистанційного цифрового захисту різних фірм?

4.10. Перерахуйте і охарактеризуйте багатофункціональні мікропроцесорні блоки релейного захисту і автоматики БМРЗ фірми НТЦ «Механотроніка».

4.11. Перерахуйте і охарактеризуйте види логічного цифрового захисту різних фірм.

4.12. Перерахуйте і охарактеризуйте мікропроцесорні захисти МРЗС-05 ПО «Київ прилад».

5.1. У чому полягає інформативність релейного захисту і автоматики?

5.2. Охарактеризуйте категорії автоматичних пристроїв в електроенергетиці.

5.3. Як зв'язати інформативність і покоління релейного захисту?

5.4. Оцініть інформацію про дії релейного захисту в залежності від місця підключення вимірювальних трансформаторів струму.

- 5.5. Які переваги релейного захисту п'ятого покоління?
- 5.6. Опишіть алгоритм упізнання пошкодженого трансформатора.
- 5.7. Як розпізнається відмова  $k$ -того основного захисту електроустановки?
- 5.8. Як розпізнаються дії пристрою резервування відмови вимикача?
- 5.9. Опишіть алгоритм упізнання пошкодженої лінії.
- 5.10. Опишіть алгоритм помилкового спрацьовування  $k$ -того захисту.
- 5.11. Як розпізнається помилкове спрацьовування  $k$ -того захисту?

### 6.5. Комплексні кваліфікаційні завдання

#### *Завдання 1. Інженер – проєктант відділу релейного захисту та автоматики*

Для енергоблоку електричної станції потрібно: 1.1. Визначити види ушкоджень та ненормальних режимів, запропонувати пристрої релейного захисту та автоматики, розробити структурну схему релейного захисту при таких вихідних даних (табл. 6.6).

Таблиця 6.6 – Вихідні дані для енергоблоку

№	Назва	Варіанти			Примітка
		1	2	3	
1	Тип станції	ТЕЦ	КЕС	ТЕЦ	
2	Тип генератора	ТГВ-300	ТГВ-200	ТВВ-320	
3	Напруга видачі потужності, кВ	110	330	330	
4	Потужність КЗ від системи, МВА	2200	7300	5700	
5	Довжина лінії зв'язку з системою, км	4	1,5	2	
6	Схема релейного захисту	Поперечний диференційний захист	Захист від асинхрон. режиму	Подовжній диферен. захист	

1.2. Зробити розрахунки струмів та напруг при ушкодженнях енергоблоку, визначити параметри пристроїв для розроблених схем (п.1.1).

1.3. Розрахувати збиток від раптового відключення енергоблоку внаслідок надмірних та помилкових дій пристроїв керування та захисту при таких показниках (табл. 6.7).

Таблиця 6.7 – Вихідні дані для розрахунків збитків

№	Показники	Варіанти		
		1	2	3
1	Частота відмову, відказ/рік	0,05	0,1	0.07
2	Середня тривалість аварійного ремонту, година/відказ	10	15	18
3	Питомий збиток, тис.грн/кВт.рік	33,5	45,6	57,5
4	Середня вартість пристрою РЗА, грн	45000	57000	110000

1.4. Визначити правила та розробити заходи з безпеки технічної експлуатації для розроблених схем пристроїв релейного захисту та електроавтоматики.

1.5. Скласти трифазну схему струмових ланцюгів трансформаторів струму та реле до захисту генератора. Визначити струм реле в різних режимах енергоблоку та коефіцієнт схеми при таких вихідних даних можливої несправності (табл. 6.8).

Таблиця 6.8 – Можливі несправності

№	Назва	Варіант		
		1	2	3
1.	Обмотка ТА у фазі В вмикнута у зворотній полярності	+		
2.	Обрив ланцюгу обмотки ТА у фазі А		+	
3.	Закорочений ТА у фазі С			+

**Завдання 2. Інженер місцевої служби релейного захисту та автоматики**

Для підстанції потрібно:

1.1. Визначити види ушкоджень та ненормальних режимів, обсяг релейного захисту та автоматики відповідно правил пристрою електроустановок, розробити структурну схему релейного захисту або автоматики при таких вихідних даних (табл. 6.9).

Таблиця 6.9 – Вихідні дані для підстанції

№	Назва	Варіанти		
		1	2	3
1	Тип трансформатора	ТДТН-40000/150	ТДТН-40000/110	ТДТН-63000/110
2	Напруги підстанції, кВ	154/38,5/6,6	115/11/6,6	115/38,5/10
3	Навантаження на шинах середньої напруги, МВА	35	37	30
4	Навантаження на шинах низької напруги, МВА	21	20	50
5	Потужність системи, МВА	6450	5200	7000

6	Опір системи, %	220	470	500
7	Кількість ЛЕП системи	4	2	2
8	Параметри синхронних компенсаторів, МВА	2x30	2x10	30
9	Екв. температура навк. середовища, °С	10	15	20
10	Схема релейного захисту або автоматики	Автоматика вмикання резерву	Захист від КЗ шинах СН	Подовжній диференц. захист

1.2. Зробити розрахунки струмів та напруги при електричних ушкодженнях підстанції, визначити параметри пристроїв для розроблених схем (п.1.1).

1.3.Визначити допустиме систематичне перевантаження трансформаторів підстанції при таких вихідних даних (табл. 6.10).

Таблиця 6.10 – Вихідні дані для розрахунків

№ інтер-вал	Тривалість навантаження, години доби	Навантаження, в.о.		
		Варіанти		
		1	2	3
1	0-1	0,45	0,5	0,4
2	1-5	0,4	0,45	0,45
3	5-8	0,6	0,55	0,5
4	8-12	0,7	0,75	0,7
5	12-13	0,4	0,45	0,5

6	13-15	0,6	0,55	0,55
7	15-18	0,65	0,6	0,6
8	18-19	0,8	0,9	0,85
9	19-21	1	1	1
10	21-22	0,85	0,95	0,9
11	22-23	0,7	0,75	0,9
12	23-24	0,45	0,5	0,7

1.4. Визначити правила та розробити заходи з безпеки технічної експлуатації для заданих пристроїв релейного захисту або автоматики.

1.5 Визначити характеристики пристрою захисту, скласти схему для перевірки і протокол випробувань при таких вихідних даних (табл. 6.11):

Таблиця 6.11 – Вихідні дані для протоколу випробувань

Назва	Варіанти		
	1	2	3
Тип пристрою РЗА	РН-53	РТ-80	РП-252

### ***Завдання 3. Інженер центральної служби релейного захисту та автоматики***

Для регіональної енергетичної системи (електрична схема та умови додаються) потрібно:

1.1. Проаналізувати вид ушкодження або ненормального режиму (причина, наслідки), розшифрувати осцилограму аварійної події (вид, граничні умови та векторні діаграми; принцип та послідовність дії релейного захисту та автоматики; тривалість відключення вимикача та безструмової паузи; кратність величин струмів та напруги при пошкодженнях), запропонувати принципи релейного захисту та автоматики при таких вихідних даних (табл. 6.12).

Таблиця 6.12 – Вихідні дані для регіональної енергетичної системи

№	Назва	Варіанти		
		1	2	3
1	Вид ушкодження або ненормального режиму	Просте зами- кання на землю	Качання в електросисте мі	Порушення сталого рівноваги
2	Номер осцилограми	№1	№ 4	№3
3	Об'єкт релейного захисту та автоматики	Генератор	Трансформат	Лінія

1.2. Зробити розрахунки уставок основних пристроїв релейного захисту генератора та визначити частоту в енергосистемі після аварійного відключення його при таких показниках (табл. 6.13).



Таблиця 6.13 – Вихідні дані для розрахунків релейного захисту генератора

№	Показники	Варіанти		
		1	2	3
1	Номінальна потужність генератору, МВт	300	63	200
2	Коефіцієнт потужн, в.о.	0,85	0,8	0,8
3	Напруга, кВ	20	10,5	18
4	Опір, $X_d''$ , в.о.	0,18	0,17	0,19
5	Максимальний наскрізний струм, кА	75	30	49
6	Частота до аварії, Гц	50	49,7	49,8
7	Сумарне навантаження до аварії, МВт	1120	1050	1100
8	Резервна потужність, МВт	100	50	90
9	Потужність відключеного навантаження, МВт	120	70	110
10	Коефіцієнт регульованого ефекту навантаження, в.о.	1,5	2	1,8
11	Частота відмов, відказ/рік	0,05	0,12	0,067
12	Тривалість аварійного ремонту, година/відказ	12	17	8
13	Питомий збиток, тис.грн/кВт. рік	20	15	10

1.3. Розрахувати збиток від раптового відключення генератора внаслідок надмірних та помилкових дій пристроїв керування та захисту при показниках п. 1.2.

1.4. Визначити правила та розробити заходи з безпеки технічної експлуатації для основних пристроїв релейного захисту генератора (п. 1.2).

1.5 Проаналізувати можливі несправності схеми захисту генератора (схема та умови додаються).

#### ***Завдання 4. Інженер розрахункової групи служби релейного захисту та автоматики***

Для високовольтної лінії електропередачі після її реконструкції потрібно:

1.1. Визначити обсяг релейного захисту та автоматики відповідно до правил пристрою електроустанов, розробити й описати схему розміщення пристроїв РЗА при таких вихідних даних (табл. 6.14).

Таблиця 6.14 – Вихідні дані для високовольтної лінії електропередачі

№	Назва	Варіанти		
		1	2	3
1	Напруга лінії, кВ	330	330	110
2	Опір лінії, Ом	9,8+j58	10,1+j61,0	3,5+ j22
3	Минім. напруга, кВ	280	280	93
4	Робочий максимальний струм, А	900	1000	400
5	Коефіцієнт струморозподілу лінії, в.о.	0,8	0,8	0,85
6	Опір суміжної лінії, Ом	48,8	47,2	15,6
7	Параметри суміжних трансфор., МВА	2x125	2x200	2x80
8	Час сум. пристроїв захисту по зонам, с	0/0,9/5,5	0/0,8/5,4	0,1/0,9/5,5

1.2. Зробити розрахунки струмів, напруги, опору при електричних ушкодженнях лінії, визначити параметри треступінчастого дистанційного захисту при показниках п.1.1.

1.3. Оцінити надійність схеми передачі електроенергії та розрахувати вартість збитку від раптового відключення лінії при таких показниках (табл. 6.15).

Таблиця 6.15 – Вихідні дані для розрахунків надійності схеми передачі електроенергії

№	Показники	Варіанти		
		1	2	3
1	Частота відмову лінії, 1/км.рік	0,017	0,016	0,015
2	Частота відмову вимикача, 1/рік	0,016	0,02	0,03
3	Частота навмисних відключень лінії, 1/рік	0,5	0,4	0,2
4	Кількість ліній	2	2	2
5	Тривалість поновлення та навмисних відключень, година	15	24	23
		20	23	25
6	Питомий збиток, тис.грн/кВт. рік	14	20	25

1.4. Визначити правила та розробити заходи з безпеки технічної експлуатації для триступінчастого дистанційного захисту високовольтної лінії електропередачі.

1.5 Розробити алгоритм функціонування для таких схем релейного захисту та автоматики (табл. 6.16).

Таблиця 6.16 – Вихідні дані для схем релейного захисту та автоматики

Назва	Варіант		
	1	2	3
Схема РЗА	ПРВВ	МСЗ	АПВ

### ***Завдання 5. Інженер електроцеху станції з релейного захисту та автоматики***

Для електричної частини електростанції потрібно:

1.1. З метою збільшення потужності електростанції розробити і проаналізувати варіанти схеми видачі потужності (визначити потужність трансформаторів зв'язку, техніко-економічні показники) при таких вихідних даних (табл. 6.17).

Таблиця 6.17 – Вихідні дані для електростанції

№	Назва	Варіанти		
		1	2	3
1.	Потужн. станції, МВт	2x100+200	4x300	3x200
2.	Збільшення потужн, МВт	200	300	200
3.	Напруги видачі потужності, кВ	220/110	330/110	154/110

1.2. Зробити розрахунки параметрів диференційного захисту резервного трансформатора власних потреб електростанції при таких показниках (табл. 6.18).

Таблиця 6.18 – Вихідні дані для розрахунків параметрів диференційного захисту

№	Показники	Варіанти		
		1	2	3
1.	Тип трансформатора	ТРДН-25000/110	ТРДНС-40000/110	ТРДНС-32000/150
2.	Максимальна КЗ від системи, МВА	7000	6800	5000
3.	Мінімальна КЗ від системи, МВА	4000	5300	4500
4.	Коеф. навантаження, в.о.	1,5	1,4	1,3
5.	Кратність пускового струму двигунів	4,5	4,5	5,1
6.	Частота відмови 1 / рік	0,05	0,09	0,07
7.	Аварійн. ремонт, год / відм.	12	16	20
8.	Питомий збиток, тис. грн./ кВт.рік	15	20	25

1.3. Розрахувати збиток від раптового відключення резервного трансформатора власних потреб внаслідок надмірних та помилкових дій

пристроїв керування та захисту при показниках п.1.2.

1.4. Визначити правила та розробити заходи з безпеки технічної експлуатації для диференційного захисту резервного трансформатора власних потреб електростанції.

1.5. Скласти трифазну схему струмових ланцюгів, з'єднаних у зірку до захисту резервного трансформатора власних потреб. Визначити струм реле в різних режимах трансформатора та коефіцієнт схеми при таких вихідних даних можливої несправності (табл. 6.19).

Таблиця 6.19 – Вихідні дані для схем струмових ланцюгів

№ № п/п	Назва	Варіант		
		1	2	3
1.	Обмотка ТА у фазі С вмикнута у зворотній полярності	+		
2.	Обрив ланцюгу обмотки ТА у фазі А		+	
3.	Закорочений ТА у фазі С			+

### ***Завдання 6. Інженер електротехнічного бюро відділу головного енергетика заводу***

Для вузла навантаження головної знижувальної підстанції потрібно:

1.1. Визначити: потужність, тип та каталожні дані трансформаторів; основні характеристики провідників лінії електропередачі; витрати електроенергії у лініях та трансформаторах; вплив відхилення напруги (- 10%) на витрати електроенергії в ЛЕП при таких вихідних даних (табл. 6.20).

Таблиця 6.20 – Вихідні дані для головної знижувальної підстанції

№	Назва	Варіанти		
		1	2	3
1.	Навантаження, МВт	70	50	60
2.	Напруги, кВ	110/11	220/11	150/10
3.	Дані ЛЕП, км	2x40	2x55	2x30
4.	Частота відмови лінії, 1/км.рік	0,012	0,0085	0,0095
5.	Частота відмови вимикача, 1/рік	0,08	0,0085	0,06
6.	Частота на вм. Відкл. лінії, 1/рік	0,5	0,75	0,65
7.	Тривалість поновлення та на вмисних відключень, година	12/10	18/16	16/14
8.	Питомий збиток, тис.грн/кВт.рік	10	15	20

1.2. Вибрати та визначити параметри релейного захисту системи енергопостачання РП1, ЦРП і ЦП 10 кВ з АВР при таких показниках (табл. 6.21).

Таблиця 6.21 – Вихідні дані для розрахунків релейного захисту системи енергопостачання

№	Показники	Варіанти		
		1	2	3
1.	Струм КЗ на шинах, кА:			
	ЦП1 -	21	18	15
	ЦРП1 -	6,2	4,2	3,2
	РП1 -	4,8	3,8	2,8
2.	Потужн. трансфор. на пункту, кВА:			
	ЦРП1 -	630	630	400
	РП1 -	2x630	2x400	2x400

1.3. Оцінити надійність схеми передачі електроенергії та розрахувати вартість збитку від раптового відключення лінії при показниках п.1.1.

1.4. Визначити правила та розробити заходи з безпеки технічної експлуатації для пристроїв релейного захисту та електроавтоматики головної знижувальної підстанції.

1.5. Визначити характеристики пристрою релейного захисту та електроавтоматики, скласти схему для перевірки, провести вимірювання і скласти протокол випробувань при таких вихідних даних (табл. 6.22).

Таблиця 6.22 – Вихідні дані для протоколу випробувань

Назва	Варіанти		
	1	2	3
Тип пристрою РЗА	РТ-80	РНТ- 563	РПВ-58

## ПРИЙНЯТІ СКОРОЧЕННЯ

АВПР – автоматичні пристрої після аварійного режиму

АВР – автоматичне вмикання резерву

АЗ – автоматичне завантаження електрообладнання

АКМ – автоматика контролю параметрів мережі

АКУ – автоматика та діагностика первинного устаткування

АПВ – автоматичне повторне вмикання

АР – автоматичне розвантаження електрообладнання

АРКТ – автоматичне регулювання коефіцієнта трансформації

АРМ – автоматичне розвантаження мережі

АРН – автоматичне регулювання напруги

АРЧ – автоматичне регулювання частоти

АЦП – аналого-цифровий перетворювач

АЧР – автоматичне частотне розвантаження

ВАБ – автоматичний швидкодіючий вимикач

ВДСЗ – віртуальний диференційний струмовий захист

ВН – вища напруга

ГЗП – головна знижувальна підстанція

ГЗ – газовий захист

ДГ – дуговий захист комірок

ДЗ – дистанційний захист

ЕУ – електроустановка

ЗЗ – земляний захист

ЗМН – захист мінімальної напруги

ЗНЗ – захист від замикань на землю

ЗПН – захист від підвищення напруги

ЗПР – захист від перевантаження



КЗ – коротке замикання  
КТЗ – квазітепловий захист  
КТП – комплектний трансформаторний пункт

ЛЗШ – логічний захист шин

МІЗ – максимальний імпульсний струмовий захист  
МІР – мікропроцесор прийняття рішень  
МСЗ – максимальний струмовий захист

НЗНЗ – неселективний захист від ЗНЗ  
НН – нижча напруга  
НС – надлишкові спрацювання релейного захисту

РЗ – релейний захист  
РП – розподільчий пункт

ПДЗ – поздовжній диференційний захист  
ПЗ – потенційний захист  
ПЗО – пристрої зв'язку з об'єктом  
ПРВВ – пристрій резервування відмови вимикачів  
ПРЗ – прискорення релейного захисту  
ПС – пост секціонування  
ПТН – проміжний трансформатор напруги  
ПТС – проміжний трансформатор струму

РДШ – реле диференціальний шунт  
РПН – регулювання під навантаженням  
РТЗ – резервний струмовий захист

СБП – система безпеки підстанції  
СВ – струмова відсічка  
СВП – струмова відсічка прискорена  
СЕП – системи електропостачання  
СЗ – струмовий захист  
СН – середня напруга

СНЗ – струмовий направлений захист  
СС – самосинхронізація генераторів

ТБ – телеблокування  
ТВП – трансформатор власних потреб  
ТН – трансформатор напруги  
ТП – трансформаторний пункт  
ТПС – тягова підстанція  
ТС – трансформатор струму  
ТСНП – трансформатор струму нульової послідовності

ФК – фазове компаундування

ХС – хибні спрацювання релейного захисту

ЦП – центральний пункт  
ЦПС – цифрова підстанція  
ЦРП – центральний розподільчий пункт

ЧДА – частотна ділильна автоматика

ШМ – шинопровід магістральний  
ШР – шинопровід радіальний  
ШР – шинопровід радіальний  
ЩУГ – щит управління генератором

**Навчальне видання**

**БАЖЕНОВ Володимир Миколайович**

**ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

**ТА ПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ З ПИТАНЬ**

**РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ**

Підп. до друку 2019 р.      Формат 60x84 1/16.      Riso-друк. Гарнітура  
Таймс.

Ум. друк. арк. 6      Наклад 100 пр.      Ціна договірна