

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт

з дисципліни «Релейний захист та автоматика в системах
електропостачання» для студентів спеціальності G3 «Електрична
інженерія» денної та заочної форм навчання на філії кафедри
«Електропостачання промислових підприємств» в НЕК «Укренерго»

2026

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Релейний захист та автоматика в системах електропостачання» для студентів спеціальності G3 «Електрична інженерія» денної та заочної форм навчання на філії кафедри «Електропостачання промислових підприємств» в НЕК «Укренерго»/ Укл.: П.В. Махлін, С. Ю. Костенко, О.М. Попов– Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2026. – 60 с.

Укладачі:

Махлін П.В., доцент,
канд. техн. наук
Костенко С.Ю.
Попов О.М.

Рецензент:

Шрам О.А, зав.
кафедри ЕПП, канд.
техн. наук

Відповідальний за
випуск:

Шрам О.А, зав.
кафедри ЕПП, канд.
техн. наук

Рекомендовано
на засіданні НМК
«Електротехнічного
факультету»
Протокол №10 від 21.05.26

Затверджено
на засіданні кафедри
«Електропостачання
промислових
підприємств»
Протокол № 10 від 20.05.26

ЗМІСТ

с

1. Лабораторна робота №11 «Диференційно-фазний високочастотний захист ліній електропередач 110-220 кВ».....	4
1.1 Мета роботи.....	4
1.2 Програма роботи.....	4
1.3 Загальні відомості.....	4
1.4 Виставлення та перевірка уставок спрацьовування органів диференційно-фазного захисту.....	12
1.5 Зміст звіту.....	19
Перелік джерел посилання.....	19
2. Лабораторна робота №12 «Мікропроцесорний пристрій релейного захисту та протиаварійної автоматики у терміналі L-60».....	20
2.1 Мета роботи.....	20
2.2 Програма роботи.....	20
2.3 Загальні відомості.....	20
2.4 Перевірка диференційно-фазного захисту ДФЗ(87РС) L-60 (Н, К1, К, В).....	23
2.5 Перевірка характеристик дистанційного захисту.....	33
2.6 Перевірка струмових захистів нульової послідовності NEUTRAL IOC (TOC).....	43
2.7 Перевірка максимального струмового захисту.....	48
2.8 Перевірка функції автоматичного повторного включення (Autoreclose).....	50
2.9 Оформлення результатів проведених випробувань.....	54
2.10 Зміст звіту.....	59
Перелік джерел посилання.....	60

1 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

«ДИФЕРЕНЦІЙНО-ФАЗНИЙ ВИСОКОЧАСТОТНИЙ ЗАХИСТ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 110-220 кВ»

1.1 Мета роботи

Ознайомитись з принципом дії, технічними та експлуатаційними характеристиками диференційно-фазного високочастотного захисту.

1.2 Програма роботи

1.2.1 Ознайомитись з принципом дії, технічними та експлуатаційними характеристиками диференційно-фазного високочастотного захисту.

1.2.2 Вивчити схему диференційно-фазного високочастотного захисту типу ДФЗ-201.

1.2.3 Провести дослідження роботи диференційно-фазного високочастотного в нормальному та в аварійному режимі роботи енергосистеми.

1.3 Загальні відомості

Високочастотний (ВЧ) захист призначений для захисту ЛЕП 110, 220 кВ, а також ліній надвисокої напруги [1, 2]. Він застосовується для швидкого відключення ліній при різних видах коротких замикань (КЗ) та забезпечує при цьому стійкість роботи енергосистеми. Високочастотні захисти (ВЧЗ) складаються з двох комплектів, розташованих по обох кінцях ЛЕП, що захищається [3, 4, 5]. Особливість ВЧЗ полягає в тому, що для їх селективної дії необхідний зв'язок між комплектами захисту, що здійснюється за допомогою струмів ВЧ, які передаються по проводах ЛЕП. За принципом дії ВЧЗ не реагують на КЗ поза зоною захисту і тому, також як і диференційні захисти, спрацьовують без витримки часу.

Принцип дії захисту заснований на порівнянні фаз струмів промислової частоти по кінцях лінії, що захищається, а це

здійснюється за допомогою ВЧ канал [3, 5]. Для того, щоб використовуючи тільки один ВЧ канал, забезпечити захист ЛЕП, застосовуються комбіновані фільтри, які перетворюють трифазну систему струмів в однофазну. Застосування цих фільтрів дозволяє не порівнювати між собою фази лінійних струмів і, таким чином, спростити виконання диференційно-фазного захисту. У захистах типу ДФЗ-201 використовуються комбіновані фільтри струмів прямої і зворотної послідовностей:

$$\underline{I}_1 + k\underline{I}_2, \quad (1.1)$$

де $\underline{I}_1, \underline{I}_2$ – струми прямої і зворотної послідовностей, А;

k – коефіцієнт комбінованого фільтра.

За принципом своєї дії захист типу ДФЗ-201 не реагує на навантаження ЛЕП та хитання, а також правильно працює у неповнофазних режимах – навантажувальному та при зовнішньому КЗ, так як в цих режимах струми на обох кінцях ЛЕП мають різні знаки. У захисті є три основні органи: пуску, маніпуляції ВЧ передавачем і порівняння фаз струмів (рис. 1.1).

Пусковий орган при всіх видах пошкодження на лінії запускає ВЧ передавач, підключає реле 2KS4 (рис. 1.2) до схеми порівняння фаз струмів. Орган маніпуляції ВЧ передавачем забезпечує його роботу з інтервалами близько половини періоду промислової частоти. Тому передавач генерує струми високої частоти окремими імпульсами. Фаза імпульсів визначається фазою напруги на виході комбінованого фільтра струмів прямої та зворотної послідовностей $\underline{I}_1 + k\underline{I}_2$. Орган порівняння фаз струмів визначає, де знаходиться пошкодження: на лінії, що захищається або поза нею. Цей орган порівнює зсув по фазі між ВЧ імпульсами передавачів, розташованих по обох кінцях лінії. Але так як кожен з передавачів управляється сигналом з органу маніпуляції, то в результаті фази струмів $\underline{I}_1 + k\underline{I}_2$ на кінцях ЛЕП, що захищається.

При КЗ поза ЛЕП, яка захищається ВЧ імпульси зсунуті по фазі на половину періоду промислового струму і передавачі обох кінців ЛЕП працюють неодноразово. В результаті на входи приймачів

надходить суцільний ВЧ сигнал, на виходах обох приймачів, струм відсутній, і захист блокується (рис. 1.3, а).

Рисунок 1.1 – Схема ланцюгів змінного струму захисту ДФ3-201

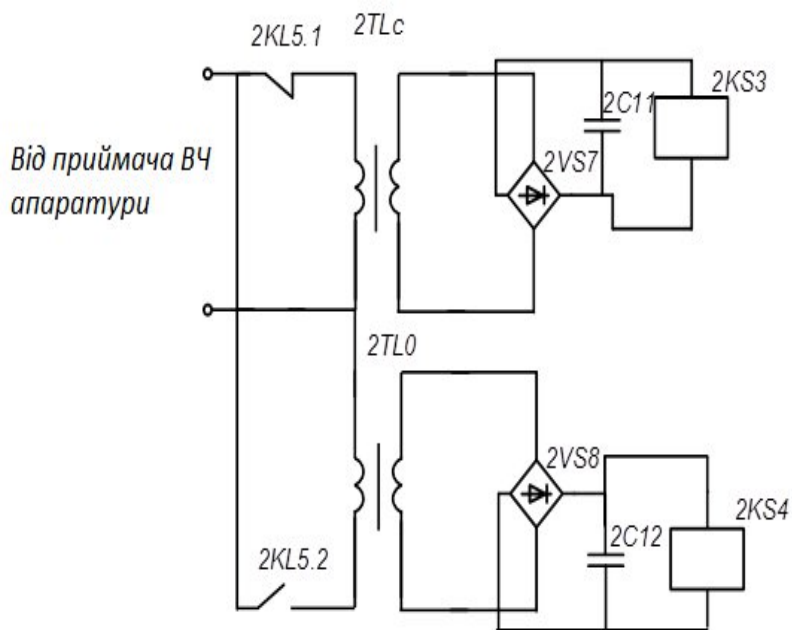


Рисунок 1.2 – Схема органу порівняння фаз

При пошкодженні на лінії передавачі працюють одночасно й імпульси, що генеруються ними, приблизно співпадають по фазі.

Високочастотний струм, що надходить в приймачі, матиме переривчастий характер з інтервалами, рівними половині періоду промислової частоти (рис. 1.4, б). У вихідному ланцюгу приймача з'являються імпульси струму, що мають прямокутну форму. В обмотці реле 2.KS4 з'являється струм, реле спрацьовує і викликає дію захисту. Залежність струму в обмотці реле 2.KS4 від кута між сумарними векторами струмів $\underline{I}_1 + k\underline{I}_2$ на кінцях лінії називається фазною характеристикою (рис. 1.4).

Граничне відхилення кута зсуву по фазі між струмами обох кінців ЛЕП від 180° , при якому захист ще блокується, називається кутом блокування. Куту блокування відповідає певний струм в обмотці реле 2.KS4. Змінюючи струм спрацьовування цього реле можна змінювати кути блокування захисту.

При КЗ в зоні захисту вектори струмів $\underline{I}_1 + k\underline{I}_2$ по кінцях лінії можуть бути зсунуті по фазі на деякий кут. Величина цього кута визначається наступними факторами: зсувом по фазі між векторами ЕРС по кінцях ЛЕП, відмінністю кутів повних опорів в схемах заміщення прямої та зворотної послідовностей по обидва боки від місця пошкодження, різними значеннями струмів прямої і зворотної послідовностей, які протікають по кінцях пошкодженої ЛЕП до місця ушкодження, та кутовими похибками трансформаторів струму. Тому кут зсуву фаз між струмами $\underline{I}_1 + k\underline{I}_2$, при якому захист спрацьовує, бажано приймати як можна найбільшим. Але для надійності блокування захисту від зовнішніх КЗ граничне значення цього кута обмежується похибками трансформаторів струму і запізненням ВЧ сигналу, що передається з одного кінця ЛЕП на інший. У захисті передбачені три уставки кута блокування: 45° , 52° , 60° .

а – при зовнішньому КЗ

б – при КЗ в зоні захисту

Рисунок 1.3 – Діаграма струмів диференційно-фазного захисту

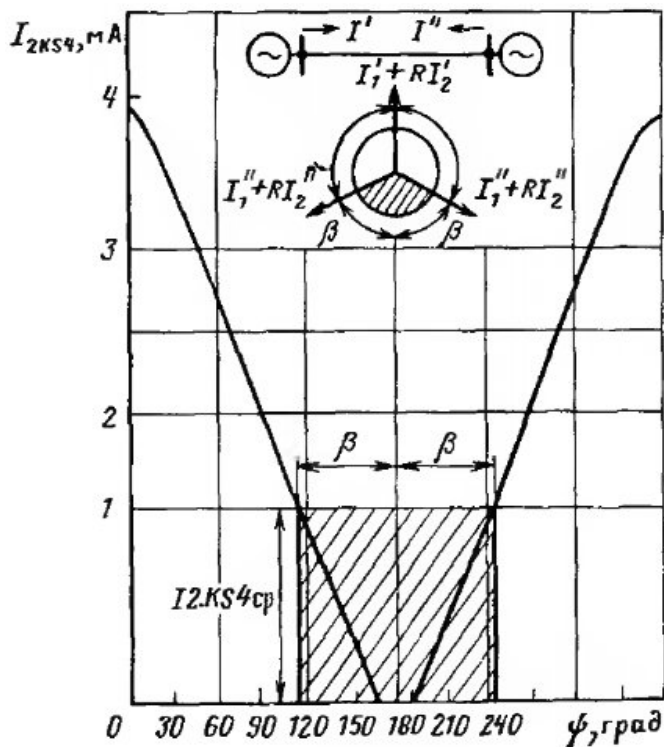


Рисунок 1.4 – Фазна характеристика диференційно-фазного захисту

Пусковий орган містить фільтр струму зворотної послідовності з реагуючими поляризованими реле 1.KAZ1 та 1.KAZ2, реле опору 1.KZ (або реле напруги 1.KV), реле струму 1.KA1 і 1.KA2. Реле 1.KAZ1 і 1.KAZ2 забезпечують дію захисту при несиметричних КЗ, реле 1.KA1, 1.KA2 та 1.KZ (1.KV) – при трифазних симетричних КЗ.

ВЧ передавач і захист при всіх видах пошкодження пускаються поляризованими реле 1.KAZ1 та 1.KAZ2, що реагують на струм зворотної послідовності, або, в разі використання трансформатора 1.TLA₀, на суму струмів зворотної та нульової послідовностей. При трифазних КЗ для пуску потрібно тільки короточасне спрацювання реле 1.KAZ1 і 1.KAZ2, для чого достатня тривалість попереднього несиметричного режиму близько 5 мс. Реле опору 1.KZ використовується як орган, що реагує симетричне ушкодження. При великих струмах при симетричними ушкодженнями захист пускається

також і від струмових реле 1.KA1 та 1.KA2, що включені на повний фазний струм лінії. ВЧ передавач пускається від реле 1.KAZ1 і 1.KA1, а також безпосередньо від випрямленої напруги, що знімається з обмоток пускових поляризованих реле (безінерційний пуск). Реле 1.KAZ2, 1.KA2 та 1.KZ підготовлюють ланцюги відключення захисту. Реле 1.KAZ1 і 1.KA1 мають відповідно вищу чутливість, ніж реле 1.KAZ2 та 1.KA2, які розташовані з обох кінців ЛЕП. Тому при зовнішніх КЗ в разі спрацювання реле 1.KAZ2 і 1.KA2 хоча б на одному кінці ЛЕП надійний пуск ВЧ передавачів та блокування захисту гарантуються на обох кінцях лінії. Обмотка реле 1.KAZ1 та робоча обмотка 1.KAZ2 через випрямляючий міст 1.VS5 і трансформатор, що насичується 1.TLA₂, підключені до фільтру струму зворотної послідовності (рис. 1.1). Сигнал з трансформатора, що насичується 1.TLA₀, використовується у випадках, коли чутливість по струму зворотної послідовності недостатня. Трансформатори 1.TLA₂ і 1.TLA₀ обмежують напругу на випрямляючих мостах 1.VS5 та 1.VS6 при великих струмах КЗ. Конденсатори 1.C7 і 1.C9, що включені на вторинні обмотки трансформаторів 1.TLA₂ та 1.TLA₀, служать для зменшення в обмотках реле 1.KAZ1 та 1.KAZ2 струмів небалансу, обумовлених вищими гармоніками, що містяться в струмах мережі високої напруги в нормальному режимі її роботи. Конденсатор 1.C8 зменшує пульсацію випрямленого струму, що покращує умови роботи реле. Ступеневе регулювання чутливості реле 1.KAZ1 і 1.KAZ2 здійснюється шляхом зміни коефіцієнтів трансформації трансформаторів 1.TLA₂ та 1.TLA₀.

Фільтр струму зворотної послідовності складається з трансреактора 1.TAV, магнітопровід якого виконан з немагнітними зазорами, проміжного трансформатора струму 1.TL_к і резистора 1.R20. Трансформатор 1.TL_к служить для компенсації ЕРС фільтра від струмів нульової послідовності та має між кожною з первинних обмоток і вторинною обмоткою коефіцієнт трансформації 5/5. Опір взаємодукції X_m між кожною з первинних обмоток трансформаторів 1.TAV і його вторинною обмоткою пов'язано з опором резистора 1.R20 відношенням:

$$X_m = R_{20} / \sqrt{3}. \text{tion.DSMT4} \quad (1.2)$$

Орган маніпуляції ВЧ передавачем складається з комбінованого фільтра струмів прямий і зворотної послідовностей $\underline{I}_1 + k\underline{I}_2$, проміжного трансформатора $2.TL_m$ та навантаження: конденсатор $2.C13$ і резистор $2.R22$ (рис. 1.1). Для обмеження напруги на виході органу маніпуляції до 170–180 В при великих струмах КЗ використовуються стабілізатори напруги $2.VD1$ і $2.VD2$.

Орган порівняння фаз (ОПФ) струмів (рис. 1.2), що протікають по кінцях лінії, яка захищається, складається з двох самостійних органів - основного та допоміжного. Основний орган містить реле $2.KS4$, контакт якого включений в вихідний ланцюг захисту, випрямляючий міст $2.VS8$, трансформатор $2.TL_0$, конденсатор $2.C12$ і накладку $2.SX6$. Допоміжний орган містить реле $2.KS3$, трансформатор $2.TL_c$, конденсатор $2.C11$, накладку $2.SX5$. Робоча обмотка реле $2.KS4$ включена в анодний ланцюг лампи $VL13$ приймача ВЧ апаратури, де проводиться порівняння фаз струмів шляхом складання ВЧ сигналів передавачів ВЧ апаратури обох кінців лінії. В нормальному режимі роботи до приймача підключений допоміжний орган з реле $2.KS3$, і через первинну обмотку трансформатора $2.TL_c$ постійно протікає струм вихідного ланцюга приймача ВЧ апаратури, що дорівнює 10 або 20 мА (номінальний струм вихідного ланцюга приймача $I_{пр}$ - 10 або 20 мА - визначається конструктивними параметрами релейної частини захисту). Реле $2.KS3$ забезпечує сигналізацію при щоденній перевірці ВЧ апаратури та каналу зв'язку.

При виникненні КЗ на лінії вихідний ланцюг приймача ВЧ апаратури перемикається на основний орган. При зовнішніх КЗ струм на вході органу спрацьовування дорівнює нулю. Уставка кута блокування захисту регулюється струмом спрацьовування реле $2.KS4$. Захист має три уставки кута блокування, рівні $\pm 45^\circ$, $\pm 52^\circ$, $\pm 60^\circ$

1.4 Виставлення та перевірка уставок спрацьовування органів диференційно-фазного захисту

1.4.1 Перевірка пускового органа

- 1.4.1.1 Накладки пускових органів встановити в положення:
по струму зворотної послідовності I_2 _____ А;
по струму нульової послідовності I_0 _____ А.

1.4.1.2 Перевірка струму спрацьовування та струму повернення реле 1.KAZ1 та 1.KAZ2 (пуск по 3І0 виведений)

Таблиця 1.1 - Струм спрацьовування та струму повернення реле 1.KAZ1 та 1.KAZ2

Параметри	Струм в обмотці реле 1.KAZ2	Струм в обмотці реле 1.KA2
Струм спрацьовування, А		
Струм повернення, А		
Коефіцієнт повернення		

1.4.1.3 Перевірка фільтра струму зворотної послідовності при підведені до панелі струму фаз АВ, ВС, СА, А0, В0, С0. Оперативний струм поданий, накладка 3І0 знята, встановлена перемичка 7-9-1 (по спрацьовуванню реле 1.KAZ2)

Таблиця 1.2 – Перевірка фільтра зворотної послідовності

Поданий струм	АВ	ВС	СА	А0	В0	С0
Струм спрацьовування, А						
Середнє значення струму, А						
Похибка, %						

Примітка: відхилення від середнього значення не більше 7%

1.4.1.4 Перевірка реле струму 1.KA1 та 1.KA2

Таблиця 1.3 - Перевірка реле струму 1.KA1 та 1.KA2

Поданий струм	Реле 1.KA1	Реле 1.KA2
Струм спрацьовування, А		
Струм повернення, А		
Коефіцієнт повернення		

1.4.1.5 Перевірка реле опору

Розрахунок уставок спрацьовування реле опору:

$$, \quad (1.3)$$

де $Z_{сз}$ – опір спрацьовування захисту,

$k_{ТС}, k_{ТН}$ – коефіцієнти трансформації трансформаторів струму та напруги.

Вибір положення перемикачів розраховується по формулі:

$$N = Z_{уст\ min} / z_{уст} \cdot 100, \quad (1.4)$$

де $Z_{уст\ min}$ – мінімальний опір спрацьовування при $N=95$ і куті максимальної чутливості ($Z_{уст\ min}=3.5$ Ом).

1.4.1.6 Перевірка блоку живлення

Результати вимірювання напруги заносимо у таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Перевірка блоку живлення

Напруга, що подається	Напруга між виводами «+»	Напруга між виводами «-«-»	Нормоване значення
0.8 $U_{ном}$			+15+1.5 В; -15+1.5 В
1.0 $U_{ном}$			15+1.5 В; -15+1.5 В
1.2 $U_{ном}$			15+1.5 В; -15+1.5 В

1.4.1.7 Перевірка заданої уставки по опору спрацьовування при заданому куті між векторами струму та напруги та визначення коефіцієнта повернення реле

Таблиця 1.5 – Перевірка уставок реле опору

Струм реле (0.5-0.8)I _{ном}	Кут максимальної чутливості	Напруга спрацьовування реле, В	Опір спрацьовування, Ом	Напруга повернення реле, В	Опір повернення реле, Ом	Коефіцієнт повернення реле,

1.4.1.8 Характеристика залежності опору спрацьовування від струму при заданому куті між векторами струму та напруги для визначення дійсного струму точної роботи

Таблиця 1.6 - Характеристика залежності опору спрацьовування реле від струму

I(в. о.)	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.7
U _{спр}															
Z _{спр}															

1.4.2 Перевірка органу маніпуляції

1.4.2.1 Визначення коефіцієнта комбінованого фільтра прямої та зворотної послідовності

Подаємо струм I_{BC} клем 6-8 та включаємо міліамперметр – визначаємо I_{2-TM} , мА. Подаємо струм I_{a0} та плавно збільшуємо його доки на міліамперметрі буде значення I_{2-TM} . По отриманим значенням I_{BC} та I_{a0} розраховуємо коефіцієнт комбінованого фільтра:

$$K = (3 \cdot I_{BC} + I_{a0}) / (3 \cdot I_{BC} - I_{a0}) . \quad (1.5)$$

Отримані дані заносимо в таблицю 1.7

Таблиця 1.7 - Визначення коефіцієнта комбінованого фільтра

$I_{вс}, A$	$I_2 - TМ$ мА	I_{a0} , А	K	$K_{спр}$	$K_{уст}$	Відхилення, %	Нормативне значення
0.45 (2.7)							K+8%
0.50 (3.0)							K+8%
0.55 (3.3)							K+8%

1.4.2.2 Перевірка чутливості органу маніпуляції при включеному та відключеному приймачі. По даним вимірювання розраховуємо значення, та заносимо у таблицю 1.8

$$U_{y1} = 3 \cdot U(I_{вс}) / (K - 1); \quad (1.6)$$

$$U_{y2} = 3 \cdot U(I_{a0}) / (K + 1). \quad (1.7)$$

Таблиця 1.8 - Перевірка чутливості органу маніпуляції

Напруга	$I_{вс}, 0.3$ (2) А	$I_{a0}, 0.3$ (2) А	Примітка
U_{y1} , без навантаження			+10% 7,2 (11) В
U_{y2} , з навантаженням			+10% 7,2 (11) В

1.4.2.3 Вимірювання кута між векторами струму на вході панелі та напруги на виході органу маніпуляції при струмах від 0.3 (0.6) Іном до 5 Іном. Результати вимірювання заносимо у таблицю 1.9.

Таблиця 1.9 - Вимір кута між векторами струму на вході панелі та напруги на виході органу маніпуляції

$I_{вс}, A$	0.3	0.5(3)	1(5)	2(10)	3(15)	4(20)	5(25)	Примітка $I_{вс}=0.5(3)A$
Кут між векторами								Від -4(-10) до +7(+5)

1.4.3 Перевірка органку порівняння фаз струмів та кута блокування

1.4.3.1 Перевірка струмів спрацьовування та повернення реле 2.KS3 та 2.KS4

Таблиця 1.10 – Перевірка струмів спрацьовування та повернення реле 2.KS3 та 2.KS4

Параметр	2.KS3	2.KS4 (постійний струм, що знятий)	2.KS4 (постійний струм, що поданий)	Нормоване значення
Іспр, мА				Іспр(2.KS3)= =1.0 – 1.05мА
Ів, мА				
Кп				Кп>0.4

1.4.3.2 Зняття фазної характеристики захисту, налаштування струмів спрацьовування реле 2.KS4 відповідно до заданого кута блокування та визначення струму повернення

1.4.4 Перевірка захисту робочим струмом та напругою

1.4.4.1 Перевірка правильності підключення ланцюгів струму та напруги, а також правильності підключення реле опору

Значення по щитовим приборам:

$P = \text{_____} \text{ МВт}$

$Q = \text{_____} \text{ МВАр}$

$I = \text{_____} \text{ кА}$

$U = \text{_____} \text{ кВ}$

Виміряні значення:

$I_a = \text{_____} \text{ А}$

$= \text{_____} \text{ г}$

$I_b = \text{_____} \text{ А}$

$= \text{_____} \text{ г}$

$I_c = \text{_____} \text{ А}$

$$= \text{_____} \Gamma$$

$$I_0 = \text{_____} \text{А}$$

1.4.4.2 Перевірка правильності включення комбінованого фільтра

Проводиться шляхом виміру напруги на виході органу маніпуляції ВЧ передавача при прямому та зворотному чергуванні фаз.

Таблиця 1.11 - Перевірка правильності включення комбінованого фільтра

Чергування фаз	Напруга, В	Коефіцієнт фільтра $K = U_{\text{звор}} / U_{\text{прям}} < 6\%$
Пряме		
Зворотне		

1.4.4.3 Перевірка фільтра зворотної послідовності

Перевірка фільтра зворотної послідовності проводиться шляхом виміру струму в обмотках реле 1.KAZ1 та 1.KAZ2 при прямому та зворотному чергуванні фаз струму.

1.4.4.4 Перевірка збігу фаз струму між кожною з підстанцій, на яких встановлені напівкомплекти захисту.

Таблиця 1.12 - Перевірка збігу фаз струму між кожною з підстанцій

Підстанція	Сигнал на підстанції	$I_{\text{трм}}$, мА	$I_{2.\text{ks4}}$, мА
А	А		
А	Б		
Б	А		
Б	Б		

1.5 Зміст звіту

1.5.1 Мета роботи

1.5.2 Технічні характеристики диференційно-фазного високочастотного захисту.

1.5.3 Задані уставки спрацьовування органів диференційно-фазного високочастотного захисту та результати їх перевірки.

1.5.4 Висновки про проведену роботу

Перелік джерел посилання

1. Правила улаштування електроустановок: Глава 3.2. Релейний захист. Київ : Мінпаливенерго України НПЦР, 2017 , С. 384-427.
2. Правила улаштування електроустановок: Глава 3.3. Автоматика та телемеханіка Київ : Мінпаливенерго України НПЦР, 2015 – С. 428-452 с.
3. Яндульський О.С., Дмитренко О.О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016, 103 с. URL. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/9fe8b977-13b6-4c3a-82bf-dcad5db59a34/content>
4. Кідиба В. П Релейний захист електроенергетичних систем: навч. посіб. Львів : Львівської політехніки, 2015. 504 с.
5. Махлін П.В., Костенко С.Ю., Кузьменко О.П. Інтелектуальні пристрої релейного захисту та автоматики : навч. посіб. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020, 256 с.

2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №12

«МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ПРИСТРІЙ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА ПРОТИАВАРІЙНОЇ АВТОМАТИКИ В ТЕРМІНАЛІ L-60

2.1 Мета роботи

Ознайомитись з мікропроцесорним пристроєм релейного захисту та протиаварійної автоматики в терміналі L-60

2.2 Програма роботи

2.2.1 Ознайомитись з призначенням та функціями, що виконуються терміналом L-60.

2.2.2 Провести перевірку диференційно-фазного захисту ДФЗ(87РС) L-60.(Н, К1, К, В).

2.2.3 Вивчити та провести перевірку характеристик та параметрів спрацювання дистанційних органів

2.2.4 Провести перевірку параметрів спрацювання струмових захистів нульової послідовності NEUTRAL IOC (TOC).

2.2.5 Провести перевірку параметрів спрацювання максимального струмового захисту

2.2.6 Ознайомитись з функціями та можливостями автоматичного повторного включення - АПВ (Autoreclose)

2.3 Загальні відомості

Термінал серії L-60 – це цифровий пристрій з центральним процесором, який керує різними видами вхідних та вихідних сигналів. Термінал серії L-60 застосовується як основний та резервний захист від всіх видів КЗ, ступенями ПРВВ, АПВ на два вимикача повітряної ЛЕП 220–330 кВ. Термінал серії L-60 по локальній обчислювальній мережі обмінюється з пультом оператора, з пристроєм програмування або з іншим терміналом [1, 2, 3].

У модулі центрального процесора є апаратно-програмне забезпечення, за допомогою якого реалізуються елементи захисту у формі логічних алгоритмів, а також логічні елементи, що програмуються, таймери та фіксатори для функцій керування.

Вхідні елементи приймають різні аналогові або дискретні сигнали. Ці сигнали перетворюються в логічні сигнали.

Вихідні елементи виділяються та перетворюють приймають логічні сигнали в аналогові або дискретні, які можна використовувати для передачі пристроям для керування.

Від датчиків інформації для релейного захисту – трансформаторів струму та напруги, поступають аналогові сигнали, які використовуються для контролю параметрів електричної енергії ЛЕП, що захищається.

Зв'язок з терміналом здійснюється через клавіатуру та дисплей на панелі терміналу або за допомогою програми EnerVista UR Stup на ПК. Дистанційний зв'язок з терміналом здійснюється через порт RS485.

Функції, що виконуються терміналом L-60 [4, 5]:

- 1) 87_PC — диференційно-фазний струмовий захист ЛЕП;
- 2) 21_P — міжфазний дистанційний захист, три ступені;
- 3) 21_G — дистанційний захист от к.з. на землю, три ступені;
- 4) 50_G — швидкодіючий струмовий захист нульової послідовності від замикань на землю, чотири ступені (для мереж з ізолюваною нейтраллю);
- 5) 50_N — швидкодіючий струмовий захист нульової послідовності від замикань на землю, чотири ступені (для мереж з глухо або ефективно заземленою нейтраллю);
- 6) 50_P — струмовий захист від міжфазних замикань, чотири ступені;
- 7) 50_2 — швидкодіючий струмовий захист зворотної послідовності, дві ступені;
- 8) 51_G — високочутливий максимальний струмовий захист нульової послідовності від замикань на землю з витримкою часу, чотири ступені (для мереж з ізолюваною нейтраллю);
- 9) 51_N — струмовий захист нульової послідовності від замикань на землю з витримкою часу, чотири ступені (для мереж з глухо або ефективно заземленою нейтраллю);
- 10) 51_2 — струмовий захист зворотної послідовності з витримкою часу, дві ступені;
- 11) 51_P — струмовий захист від міжфазних замикань з

витримкою часу, чотири ступені;

12) 67_N — орган направлення потужності нульової послідовності (для СЗНП 50_N);

13) 67_2 — орган направлення потужності зворотної послідовності;

14) 67_P — орган направлення потужності струмовий захисту від міжфазних замикань 50_P ;

15) 68 — блокування при хитаннях потужності, АЛАР;

16) 50_BF — ПРБВ двох вимикачів;

17) 78 — вихідна логіка відключення;

18) 79 — АПВ (ОАПВ, ТАПВ) для двох вимикачів;

19) 25 — орган контролю синхронізму (реально для одного вимикача);

20) 50_DD — пусковий орган;

21) схема контролю та керування вимикачем для двох вимикачів;

22) схема фіксації положення вимикачів у кінці ЛЕП;

23) схема випробування ЛЕП;

24) блокування при несправності кіл напруги

25) контроль справності кіл трансформаторів струму;

26) контроль справності кіл трансформаторів напруги;

27) переключення груп уставок;

28) підрахунок числа операцій вимикача з підсумовування струмів, що комутуються по фазам;

29) функція знаходження місця пошкодження ЛЕП;

30) реєстрація аналогових та дискретних сигналів;

31) вимірювання робочих значень струму, напруги, активної реактивної та повної потужності, активної та реактивної електроенергії, частоти;

32) схеми організації телеприскорення дистанційних та струмових захистів при умовах вирішального та блокуючого принципу;

33) блоки двійкових входів та виходів різної конфігурації, типовиконання та швидкодії, у тому числі с можливістю контролю їх справності.

Методичні вказівки до даної лабораторної роботи розроблені на основі методичних вказівок по технічному обслуговуванню терміналів L60 фірми GE V4.8-54 [4, 5].

2.4 Перевірка диференційно-фазного захисту ДФЗ(87РС) L-60.(Н, К1, К, В)

2.4.1 Операції, які необхідно провести перед перевіркою захисту

В роботу повинні бути введені наступні захисти:

1. CT fail - несправність кіл струму
2. 87 PC – диференційно-фазний захист

На світлодіоди вивести операнди спрацьовування захисту:

Virt Op On (VO__) – загальний віртуальний вихід, що заведений на вхід Block 87 PC;

Pusk_PVZ On (VO__) - віртуальний вихід, що визначає пуск ПВЗ через вихідні контакти L-60;

87 PC FDL OP - робота чутливого органа ДФЗ L-60;

87 PC FDH OP - робота органу, що відключає ДФЗ L-60.

Виставити світлодіодну індикацію: (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 – Світлодіодна індикація

Номер світлодіоду	Назва	Операнд роботи
25	ДФЗ виведена	Virt Op __ On (VO__) – загальний віртуальний вихід, заведений на вхід
26	Пуск ДФЗ	Pusk_PVZ On (VO16) – віртуальний Вихід, що визначає пуск ПВЗ через вихідні контакти L-60
27	Робота 87 PC FDL	Робота чутливого органа ДФЗ L-60 87 PC FDL OP
28	Робота 87 PC FDH	Робота відмикаючого органа ДФЗ L-60 87 PC FDH OP
29	Робота ДФЗ	87 PC PKP

Для визначення роботи ДФЗ заводимо на внутрішній осцилограф наступні параметри (**Product Setup/Display Propereties.\Oscillography**):

Пуск (Trigger Source)	87 PC OP
Digital Channel 1	PHASE Z2 PKP
Digital Channel 2	PHASE Z3 PKP

Digital Channel 3	GROUND Z2 PKP
Digital Channel 4	GROUND Z3 PKP
Digital Channel 5	87 PC OP
Digital Channel 6	87 PC FDL OP
Digital Channel 7	87 PC FDH OP
Digital Channel 8	87 PC PKP

2.4.2 Уставки спрацювання ДФЗ

Виставляємо уставки спрацювання для підстанцій з двома вимикачами на ЛЕП та з одним (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Уставки ДФЗ

	З двома вимикачами	З одним вимикачем	
Function	Enabled	Enabled	Функція введена
Scheme Select	2TL-TR-SPC-2FC	2TL-TR-SPC-2FC	Схема роботи ДФЗ (однополуперіодна)
Block	Virt Op 65 On (VO65)	Virt Op 65 On (VO65)	ВО блокування ДФЗ
Signal Source	Two Sources Current	One Source Current	Кількість вимикачів на приєднанні
Signal	MIXED I_2 - K*I 1	MIXED I_2 - K*I 1	Комбінований сигнал
Mixed Signal	0.1	0.1	Коефіцієнт К
FDL Pickup	0.07 pu	0.07 pu	Уставка по струму для пуску маніпульованого сигналу
87PC FDL AUX	DOP FDL On (VO50)	DOP FDL On (VO50)	Уставка додаткового пуску ПВЗ
FDH Pickup	0.14 pu	0.14 pu	Уставка по струму для роботи ДФЗ на відключення

Продовження таблиці 2.2

	З двома вимикачами	З одним вимикачем	
FDH AUX	DOP FDH On (VO48)	DOP FDH On (VO48)	Уставка пуску по струму для роботи ДФЗ
Asymmetry Ch1	1.3 ms	1.3 ms	Асиметрія каналу 1
Asymmetry Ch2	1.3 ms	1.3 ms	Асиметрія каналу 2
Phase Delay Ch1	0.8 ms	0.8 ms	Затримка каналу 1
Phase Delay Ch2	0.8 ms	0.8 ms	Затримка каналу 2
Rx Volt Ch1	9.0 V	9.0 V	Рівень напруги, що визначає логічну одиницю у 1-му каналі
Rx Volt Ch2	9.0 V	9.0 V	Рівень напруги, що визначає логічну одиницю у 2-му каналі
Stability Angle	65 deg	65 deg	Кут блокування
Reset Delay	0 ms	0 ms	
Transient Pickup	0.030 s	0.030 s	
Transient Reset	0.040 s	0.040 s	
Channel Loss Trip Window	0 msec	0 msec	Не використовується
Hi-Speed Contact1	OFF	OFF	Не використовується
Hi-Speed Contact2	OFF	OFF	Не використовується
Target	Self-reset	Self-reset	Відображення на дисплеї з самоповерненням
Events	Enabled	Enabled	Введені сповіщення про роботу блоку

2.4.3 Перевірка блокування ДФЗ

Оцінка правильності роботи виконується по факту загорання світлодіоду заранжированного функцією блокування ДФЗ (VO___ світлодіод №___ ДФЗ виведена).

Уставки Block виставити - операнд Off, тим самим зникає блокування ДФЗ.

2.4.4 Перевірка коефіцієнта K та чутливого (FDL) і грубого (FDH) пускових органів

Виставити уставки по **FDL** и **FDH** згідно виданих уставок.
Струм для ДФЗ розраховується по формулі:

$$I_{mix} = I_2 - k \times I_1. \quad (2.1)$$

Перевірка уставок по струму чутливого (FDL) і грубого (FDH) пускових органів:

Результати перевірки занести в протокол перевірки.

Спрацьовування визначаєм для чутливого органу FDL загоранням світлодіоду заранжированного операндом FDL OP. Факт спрацьовування грубого органа визначаємо по загоранню світлодіоду із заранжированим операндом FDH OP.

2.4.5 Перевірка додаткового пуску чутливого (FDL) і грубого (FDH) пускових органів

Для того, щоб перевірити додаткові пуски від дистанційного захисту (ДЗ) необхідно струм, що подається був достатній для його спрацьовування (більше уставки спрацьовування відповідного ступеню ДЗ) та недостатній для спрацьовування ДФЗ по струмовим уставкам (загрубити уставки по струму до максимального значення FDL и FDH). При подачі струму трифазного короткого замикання визначаємо параметри спрацьовування, які заносимо у таблицю 28 протоколу наладки (Додаток 2). Факт спрацьовування чутливого органу FDL визначаєм по загоранню світлодіоду з заранжированим

операндом FDL ОР. Факт спрацьовування грубого органа FDL визначаєм по загоранню світлодіоду із заранжированим операндом FDH ОР.

2.4.6 Перевірка часових параметрів пуску ПВЗ

Оцінка правильності роботи виконується по факту спрацьовування вихідного операнда пуску ПВЗ. Пуск Оцінка правильності роботи виконується по факту **S7b : S7a**. Режим дискретного входу в програму Gran: фіксація часу.

Блок кола пуску ПВЗ повинен бути знятий – це пов'язано з тим, щоб напруга +24В не попала на дискретний вхід повірочного пристрою.

Приймач-передатчик повинен бути включеним – це пов'язано з тим, щоб KL8 (несправність ПВЗ) був у вимкненому стані.

Виставити мінімальну уставку FDL, FDH - загрубити до максимуму. При перевірці спрацьовування на пуск та повернення необхідно використовувати складний режим в програмі РЗА-ТЕСТЕРА Gran, перший знімок з якого буде аварійний процес на протязі 0.1с тобто спрацює 87 РС FDL ОР в процесі якого визначається час спрацьовування (закладка РЕЗУЛЬТАТИ програми РЗА-ТЕСТЕРА Gran), а другий знімок – на час 1с струми та напруга не подаються, в результаті чого отримуються параметри повернення (закладка РЕЗУЛЬТАТИ програми РЗА-ТЕСТЕРА Gran).

2.4.7 Перевірка пуску передатчика 87РС

Час спрацьовування вихідного операнду визначається без зарахування часу спрацювання вихідного реле.

2.4.8 Перевірка зупинки ПВЗ

Оцінка правильності роботи виконується по факту спрацьовування вихідного операнду **Останов ПВЗ (VO ___)** заранжированного на вихідне реле **S8b : S8c** L-60 в колі ПВЗ **X 2/1 : X 2/2** та по факту загорання світлодіоду.

Для визначення факту роботи та продовження зупинки ПБЗ завести кінці дискретного входу РЗА-ТЕСТЕРА під номером __ (зупинка ПБЗ) на вихідне реле L-60 зупинки ПБЗ **S8b : S8c**.

При перевірці спрацьовування операнда **Останов ПБЗ (VO __)** необхідно змодельовати режими від кожного операнда, окремо входить в склад віртуального виходу **Останов ПБЗ (VO __)**.

2.4.9. Перевірка зупинки передатчика від захисту

При перевірці часу спрацьовування та повернення необхідно використовувати: перше випробування - аварійний процес, тобто спрацьовування PHASE IOC1 на час 0.5с (робота ПРБВ), визначається час спрацьовування (закладка РЕЗУЛЬТАТИ програми РЗА-ТЕСТЕРА Gran); друге випробування – струм та напруга рівні 0 на час 1с, в результаті визначаємо час продовження зупинки (закладка РЕЗУЛЬТАТИ програми РЗА-ТЕСТЕРА Gran).

2.4.10 Перевірка часу спрацьовування та повернення на зупинку ПБЗ

Результати перевірки занести в таблицю 2.16

2.4.11 Перевірка кута блокування

Перевірка кута блокування виконується аналогічно ДФЗ на електромеханічній базі. Синхронізація часу запуску по GPS обов'язкова.

1. Ввести в роботу ДФЗ.
2. Знизити уставку FDL до мінімуму $FDL = 0.02$.
3. Загрубити уставку FDH до максимуму $FDH = 15$.
4. На стенді У5053:
 - а) імітується КЗ між фазами А і В: виставляємо $I_{ab} = 2 \text{ А}$;
 - б) на блоці напруги до виходу U_a підключити резистор 300 Ом 100 Вт (min) ;
 - в) подати напругу $U_{ab} = 30 \text{ В}$ до пуску FDL, тобто потрібно забезпечити надійне обертання фази.
5. Запускаємо приймач-передавач на протилежному кінці ЛЕП за логікою, що вказана у пункті 4.

6. Фазометром, обертаємо фазу до повного співпадіння сигналів, результат фіксуємо на екрані осцилографа на вихідних клемх приймача-передавача

7. Скачуємо осцилограму с L-60 шляхом:

Actual Values\Records\Oscilography кнопка **Force Trigger**

8. По осцилограмі визначаємо різницю довжини сигналу між «чужим» сигналом, що приймається (Rx Aligned), та «своїм», що посилається сигналом (Pos Aligned). Різницю виставляємо в уставці **Asymmetry Ch1** (рис. 2.1, 2.2).

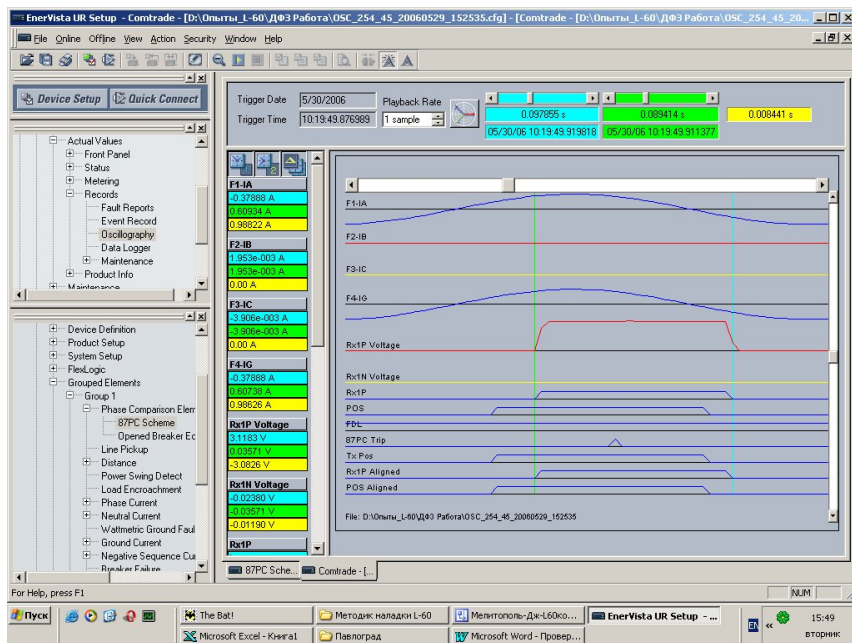


Рисунок 2.1 - Довжина імпульсу Rx Aligned=8.44 мс

В результаті різницю POS Aligned - Rx Aligned=9.33 – 8.44=0.9 виставляємо уставку **Asymmetry Ch1 = 0.9 мс**.

9. Знову скачуємо осцилограму та визначаємо що сигнали **Rx Aligned** та **Pos Aligned** однакові по довжені імпульсів.

10. Аналогічні операції згідно з пунктами 6,7,8,9 повторяємо на

протилежаному кінці ЛЕП.

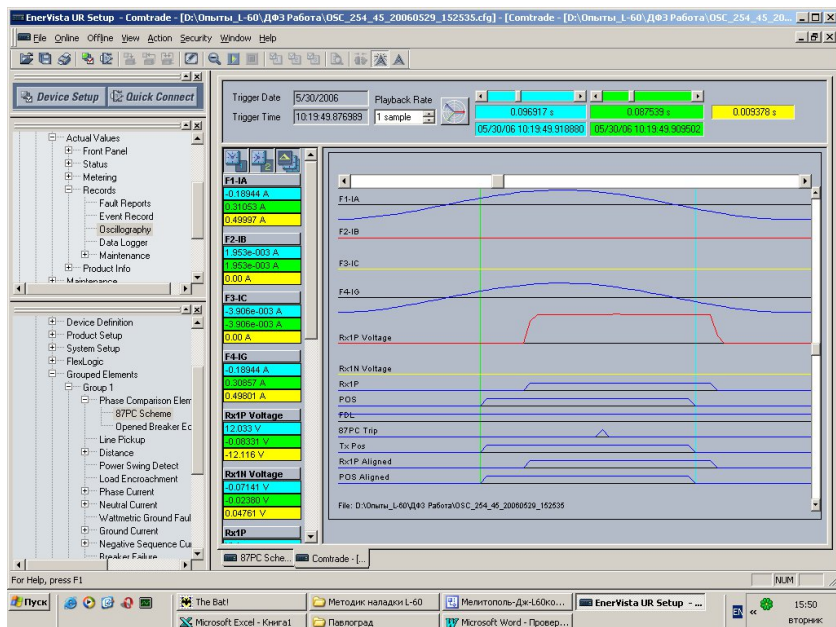


Рисунок 2.2 – Довжина імпульсу POS Aligned = 9.33 мс

11. Знову перевіряємо що сигнали **Rx Aligned** и **Pos Aligned** не зсунулись один відносно іншого; якщо сигнали різної довжини то повторюємо операцію згідно з пунктами 6 - 10 доки не отримаємо однакові сигнали с обох кінців ЛЕП.

12. Повторяємо операції по пунктам 4 – 7: визначаємо на скільки сигнал **Pos Aligned** відрізняється від **Rx Aligned**.

13. Після аналізу осцилограми виставляємо уставку **Phase Delay**

Ch1=4.7 мс. Скачав ще раз осцилограму що сигнали співпадають по довжині сигналу та по передньому фронту (рисунок 2.5):

14. Виставляємо кут блокування **Stability Angle**, що по заданій уставці.

15. Виставляємо уставку грубого пускового органу **FDN** до

мінімального значення на тому кінці ЛЕП, де буде визначатись кут блокування, а на другому кінці ЛЕП закрубити орган FDH до максимуму.

16. Зміщуємо спочатку з одного боку ЛЕП фазу струму (на струмовому вході закорочуємо АВ, подаємо струм АВ). Вимірюємо кут блокування.

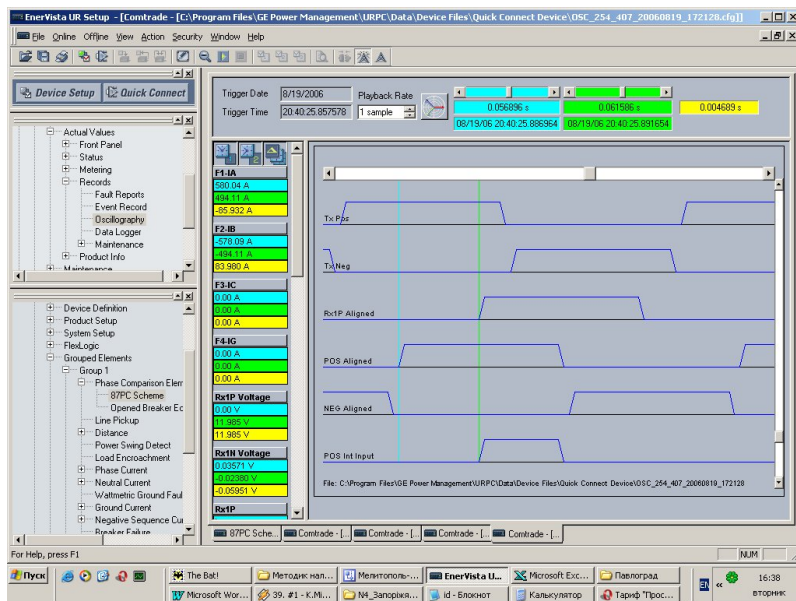


Рисунок 2.3 – Різниця між сигналами Rx Aligned и Pos Aligned складає 4,7 мс

Починати вимірювати кут блокування необхідно від моменту відрив «чужого» сигналу від «свого». Факт спрацьовування захисту визначаємо по факту роботи операнду **87РС pkr_заранжированого** на світлодіод з самоповерненням

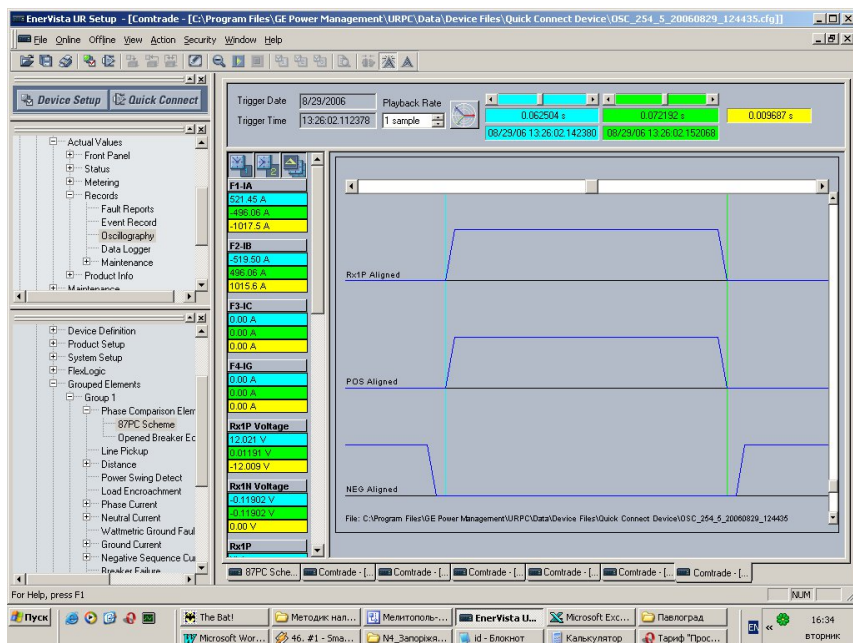


Рисунок 2.4 - Осцилограма співпадіння сигналів по осцилографу і по осцилограмі

2.4.12 Фазна характеристика

На панель основного захисту від установки У-5053 подається струм $I_{AB} = 0,5A$. Струм приймача, що вимірюється приладом приймача-передатчика ПВЗ, складає 8мА. Дальній передатчик запущений з маніпуляцією.

ϕ_1, ϕ_4 – кути, при яких спрацьовує захист (загоряється світлодіод з заранжированим операндом) **87 РС РКР**;

ϕ_2 – кут, при якому кінець імпульсу «свого» передавача співпадає з початком імпульсу дальнього передавача;

ϕ_3 – кут, при якому початок імпульсу «свого» передавача співпадає з кінцем імпульсу дальнього передавача.

Взаємне розташування імпульсів «свого» та «дальнього» передатчиків контролювалось осцилографом на клемі «ВИХ.1» приймача-передатчика ПВЗ.

Після визначення кута блокування з свого боку загрубляємо уставку грубого пускового струму FDH до максимуму на своєму боці, знижуємо до мінімуму уставку FDH на протилежному боці та визначаємо кут блокування з протилежного боку та заносимо в таблицю протоколу перевірки.

2.4.13 Імітація роботи захисту при КЗ

Для імітації КЗ в зоні захисту необхідно, щоб приймач-передавач був ввімкнений.

Для імітації КЗ поза зоною захисту необхідно, розімкнути кола маніпуляції між терміналом L-60 та приймачем-передавачем ПВЗ

2.5 Перевірка характеристик дистанційного захисту

2.5.1 Методика розрахунку параметрів дистанційного захисту

При міжфазних КЗ розрахункове значення опору дистанційного захисту визначається по формулі:

$$\bar{Z}_{pac} = \frac{\bar{U}_A - \bar{U}_B}{\bar{I}_A - \bar{I}_B}, \quad (2.2)$$

де $\bar{Z}_{pac}$ - опір, що вимірюється дистанційним органом;

$\bar{U}_A, \bar{U}_B, \bar{I}_A, \bar{I}_B$ - ефективні значення фазних напруг та струмів в місці установки терміналу, з урахуванням кіл струму ТС та кіл напруги ТН.

При однофазних КЗ на землю розрахункове значення опору дистанційного захисту визначається по формулі:

$$\bar{Z}_{pac} = \frac{\bar{U}_A}{\bar{I}_A + (\bar{K}_0 - 1) \bar{X}_0}, \quad (2.3)$$

де $\bar{I}_0$ - ефективне значення струму нульової послідовності.

$$\bar{K}_0 = \frac{\bar{Z}_0}{\bar{Z}_1}, \quad (2.4)$$

де $\bar{Z}_0$, $\bar{Z}_1$, - опори нульової та прямої послідовностей від місця установки захисту до місця КЗ на землю.

З урахуванням того що в розрахунках традиційно використовується значення струму $3\bar{I}_0$, то може бути прийнято:

$$\frac{1}{3}(\bar{K}_0 - 1) = \frac{1}{3}\left(\frac{\bar{Z}_0}{\bar{Z}_1} - 1\right) = \bar{K}_k. \quad (2.5)$$

Тоді коефіцієнт, що враховує співвідношення $\bar{Z}_0/\bar{Z}_1$, що використовується як уставка у захисті, буде дорівнювати:

$$\bar{K}_0 = 3\bar{K}_k + 1 \quad (2.6)$$

Підставляємо (2.5) в (2.3) розрахункове значення опору дистанційного захисту:

$$\bar{Z}_{\text{рас}} = \frac{\bar{U}_A}{\bar{I}_A + (3\bar{K}_k + 1 - 1) \times \bar{I}_0} = \frac{\bar{U}_A}{\bar{I}_A + \bar{K}_k \times 3\bar{I}_0} \quad (2.7)$$

Таким чином, при визначені $Z_{\text{рас}}$ при однофазних КЗ можливо використовувати комплексний коефіцієнт компенсації $\bar{K}_k$.

Уставки перевіряються для однієї групи уставок, для інших груп уставок перевіряється тільки функціонування захисту. При цьому в роботу повинні бути введені наступні захисти:

PHASE DISTANSE, GROUND DISTANSE.

Блокування на вході Block кожного ступеню повинно бути відключено, виставляємо OFF.

Уставки, що виставляються на блоці DISTANCE приведені у таблиці 2.3

Таблиця 2.3 - Уставки на блоці Distance

Source	SRC 3 (SRC 3)
Memory Duration	10 cycles
Force Self-Polar	OFF
Force Mem-Polar	OFF

2.5.2 PHASE DISTANSE

На блоці PHASE DISTANSE виставляємо наступні уставки

Таблиця 2.4 - Уставки на блоці PHASE DISTANSE

Параметри	Можливі значення	Пояснення
PHS DIST Z1 FUNCTION	<i>Disabled (Выведено), Enabled (Введено)</i>	Ввід/вивід ступеню
PHS DIST Z1 DIR	<i>Forward (В линию), Reverse (К шинам), Non-directional (Ненаправленная)</i>	Напрямок ступеню
PHS DIST Z1 SHAPE	<i>Mho (круглая), Quad (Прямоугольная)</i>	Вид характеристики
PHS DIST Z1 XFMR VOL CONNECTION	<i>None (Нем), Dy1, Dy3, Dy5, Dy7, Dy9, Dy11, Yd1, Yd3, Yd5, Yd7, Yd9, Yd11</i>	не використовується
PHS DIST Z1 XFMR CUR CONNECTION	<i>None (Нем), Dy1, Dy3, Dy5, Dy7, Dy9, Dy11, Yd1, Yd3, Yd5, Yd7, Yd9, Yd11</i>	не використовується
PHS DIST Z1 REACH	<i>0,02...250,00 Ом, шаг 0,01</i>	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 RCA	<i>30...90°, шаг 1</i>	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 REV REACH	<i>0,02...250,00 Ом, шаг 0,01</i>	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 REV REACH RCA	<i>30...90°, шаг 1</i>	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 COMP LIMIT	<i>30...90°, шаг 1</i>	Дивиться рисунок

Продовження таблиці 2.4

Параметри	Можливі значення	Пояснення
PHS DIST Z1 DIR RCA	30, 90°, шаг 1	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 DIR COMP LIMIT	30, 90°, шаг 1	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 QUAD RGT BLD	0,02, 500,00 Ом, шаг 0,01	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 QUAD RGT BLD RCA	60, 90°, шаг 1	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 QUAD LFT BLD	0,02, 500,00 Ом, шаг 0,01	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 QUAD LFT BLD RCA	60, 90°, шаг 1	Дивиться рисунок
PHS DIST Z1 SUPV	0,050, 30,000 о.е., шаг 0,001	Пусковий струм
PHS DIST Z1 VOLT LEVEL	0,000, 5,000 о.е., шаг 0,001	Пускова напруга
PHS DIST Z1 DELAY	0,000, 65,535 с, шаг 0,001	Витримка часу
PHS DIST Z1 BLK	Операнд <i>FlexLogic</i>	Блокіровка ступеню
PHS DIST Z1 TARGET	<i>Self-reset (Самоскид), Latched (Самоутримання), Disabled (Виведено)</i>	Відображення на ЖКІ термінала при зміні стану
PHS DIST Z1 EVENTS	<i>Disabled (Виведено), Enabled (Введено)</i>	Відображення у робочих повідомлення термінала

Рисунок 2.5 – Уставки PHASE DISTANCE – для зони спрямованого дистанційного захисту у вигляді кола

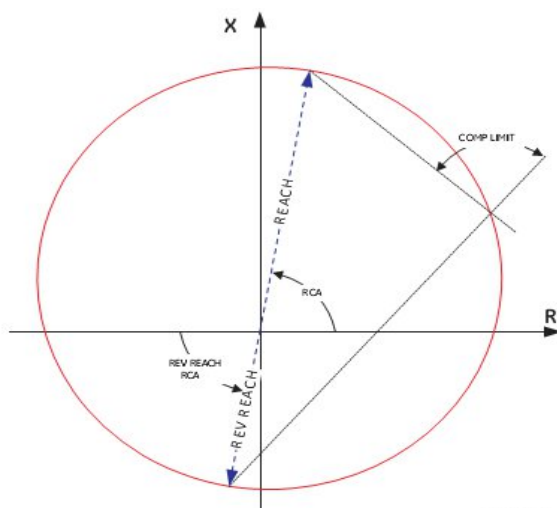


Рисунок 2.6 – Уставки PHASE DISTANCE– для зони неспрямованого дистанційного захисту у вигляді кола

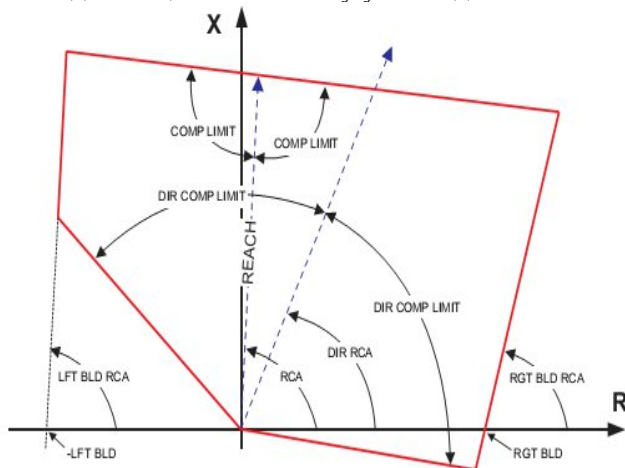


Рисунок 2.7 – Уставки PHASE DISTANCE – для зони у вигляді прямокутника

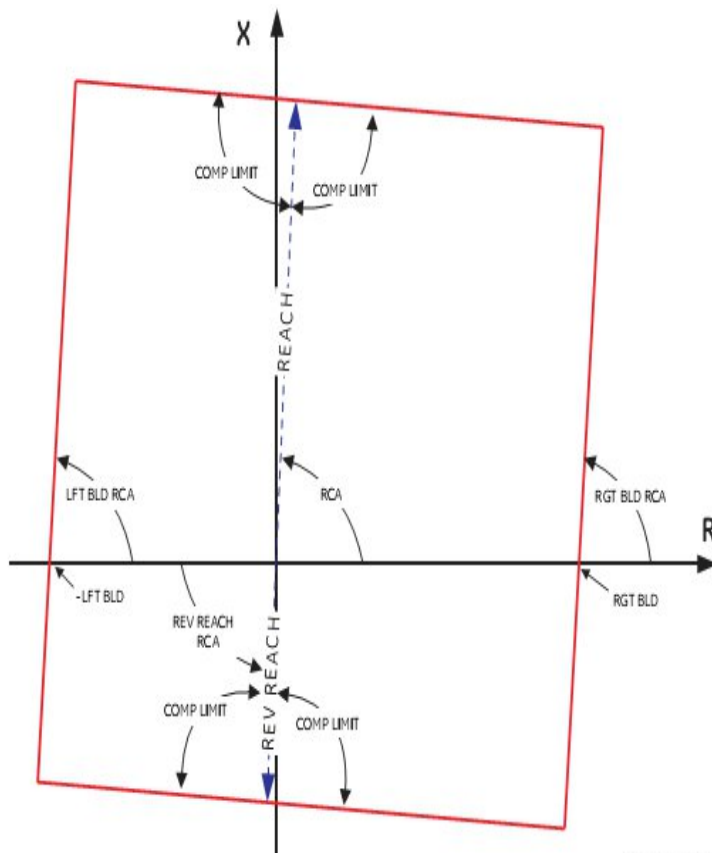


Рисунок 2.8 – Уставки PHASE DISTANCE – для зони у вигляді прямокутника

2.5.3 Перевірка уставки та часу спрацьовування дистанційного захисту від міжфазних к.з. в характерних точках

Логіка роботи дистанційного захисту від міжфазних коротких замикань представлена на рис. 2.5 - 2.8

Оцінка правильності роботи виконується по спрацьовування вихідного операнду дистанційного захисту відповідної петлі, що діє на відключення, заранжированного на вихідне реле:

Таблиця 2.5 – Операнди спрацьовування PHASE DISTANSE

AB	PH DIST Z1 OP	Спрацьовування 1 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі AB
BC	PH DIST Z1 OP	Спрацьовування 1 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі BC
CA	PH DIST Z1 OP	Спрацьовування 1 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі CA
AB	PH DIST Z2 OP	Спрацьовування 2 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі AB
BC	PH DIST Z2 OP	Спрацьовування 2 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі BC
CA	PH DIST Z2 OP	Спрацьовування 2 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі CA
AB	PH DIST Z3 OP	Спрацьовування 3 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі AB
BC	PH DIST Z3 OP	Спрацьовування 3 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі BC
CA	PH DIST Z3 OP	Спрацьовування 3 зони дистанційного захисту по міжфазній петлі CA

При перевірці зон спрацьовування ДЗ зупинку необхідно робити по факту роботи того операнда (заранжированного на вихідне реле), по якій петлі перевіряється зона дії ДЗ. Для 1 ступеню правильність оцінюється також по факту спрацьовування вихідного операнда пуск БАПВ. При перевірці зон дії дистанційного захисту потрібно враховувати струм контролю. Для цього в модулі програми Gran Дистанційний захист - імпендансна площа значення

фіксованого параметра «струм» треба установити більшим ніж струм контролю 1 ступеню.

Для перевірки 1, 2, 3 зони дії треба побудувати їх характеристики за допомогою графічного модуля програми Gran. Похибку виставити 5%. При перевірці коефіцієнт компенсації установити рівним $Z0/Z1 I=1A$. На час перевірки виводиться блокіровка ступенів, що перевіряються. Перевіряються також уставки оперативного та автоматичного прискорення, а також час спрацьовування при цьому дистанційного захисту від замикань на землю.

2.5.4 Перевірка мінімального струму дії дистанційного захисту при однофазних КЗ

Уставка по струму спрацьовування перевіряється шляхом подачі аварійних параметрів 0,9z уставки та збільшення значення струму до спрацьовування. Оцінка правильності роботи проводиться по факту спрацьовування та повернення вихідного операнда спрацьовування ДЗ, заранжированного на вихідне реле.

Оцінка правильності роботи блокіровки проводиться по факту спрацьовування та повернення вихідного операнда блокіровки, заранжированного на вихідне реле та на світлодіод.

2.5.5 Перевірка пуску другого та третього ступеню дистанційного захисту

Наступна **перевірка** необхідна для того, щоб оцінити час спрацьовування ДФЗ по додатковому пуску.

Оцінка правильності роботи проводиться по факту спрацьовування вихідного операнду **PH DIST Z2 PKP, PH DIST Z3 PKP, GND DISTANSE Z2 PKP, GND DISTANSE Z3 PKP** та дії **дистанційного захисту** на пуск. Оцінка проводиться по осцилограмі. Пуск провести по відповідному операнду пуску ДЗ. Перевірка пуску ДЗ проводиться при куті максимальної чутливості.

2.5.6 Перевірка блокування пуску дистанційного захисту при несправності кіл напруги, неробочому режимі, при попаданні параметрів коротких замикань в зону навантаження

Перевірка блокіровок робиться шляхом переключення ключа вводу\виводу ДЗ и подачею при цьому параметрів аварійного режиму. Що торкається формування блокіровки від органів визначення несправностей кіл струму та напруги то вони перевіряються візуально по **Flexlogic**.

2.6 Перевірка струмового захисту нульової послідовності NEUTRAL IOC (TOC)

2.6.1 Уставки NEUTRAL IOC

Таблиця 2.6 - Уставки NEUTRAL IOC

Параметри	Можливі значення	Значення за замовчуванням	Пояснення
NEUTRAL IOC1 FUNCTION	Disabled (Виведено), Enabled (Введено)	Enabled (Введено)	Ввід\вивід функції
NEUTRAL IOC1 SIGNAL SOURCE	SRC 1 SRC 2, SRC 3, SRC 4	SRC 1	Вибір джерела (Джерела 1, 2, 3)
NEUTRAL IOC1 PICKUP	Діапазон: 0,000-30,000 в.о., шаг 0,001	1.000 pu	Уставка по струму спрацювання
NEUTRAL IOC1 PICKUP DELAY	Діапазон: 0,00 – 600,00 с, шаг 0,01	0.00 s	Уставка по часу спрацьовування
NEUTRAL IOC1 RESET DELAY	Діапазон: 0,00 – 600,00 с, шаг 0,01	0.00 s	Уставка по часу повернення
NEUTRAL IOC1 BLOCK:	Діапазон: операнд FlexLogic.	On	Блокування ступеню
NEUTRAL IOC1 TARGET	Діапазон: Self-reset (Самосброс), Latched (З самоутриманням), Disabled (Виведено)	Self-reset	Відображення на ЖКІ термінала
NEUTRAL IOC1 EVENTS	Діапазон: Disabled (Виведено),	Enabled	Реєстрація подій

	Enabled (Введено)		
--	-------------------	--	--

2.6.2 Перевірка органу напрямку потужності NEUTRAL DIR OC1

Таблиця 2.7 - Перевірка органу напрямку потужності NEUTRAL DIR OC1

Параметри	Можливі значення	Значення за замовчуван.	Пояснення
NEUTRAL DIR OC1 FUNCTION	Діапазон: Disabled (Виведено), Enabled (Введено)	Disabled	Ввід\вивід функції
NEUTRAL DIR OC1 SOURCE	Діапазон: SRC 1 (Джерело 1), SRC 2 (Джерело 2), SRC 3 (Джерело к 3), SRC 4	SRC 1	Вибір джерела
NEUTRAL DIR OC1 POLARIZING	Діапазон: Voltage (Напруга), Current (Струм), Dual (Двійна)	Voltage	Спосіб поляризації
NEUTRAL DIR OC1 POL VOLT:	Діапазон: Calculated V0 (Розраховане), Measured VX (Виміряне)	Calculated V0	Вибирається поляризуюча напруга
NEUTRAL DIR OC1 OP CURR	Діапазон: Calculated 3I0 (Розраховане), Measured IG (Виміряне)	Calculated 3I0	Вибирається поляризуючий струм
NEUTRAL DIR OC1 POSSEQ RESTRAINT	Діапазон: 0,000 – 0,500, шаг 0,001	0.063	Величина коефіцієнта гальмування струмом прямої послідовності

Продовження таблиці 2.7

Параметри	Можливі значення	Значення за замовчуван.	Пояснення
NEUTRAL DIR OC1 OFFSET	Діапазон: 0,00 $\rightarrow$ 250,00 Ом, шаг 0,01	0.00 Ω	Опір відбудови на лініях з повздовжньою компенсацією
NEUTRAL DIR OC1 FWD ECA:	Діапазон: .90 $\rightarrow$ 90°, шаг 1	75° Lag	Кут максимальної чутливості для прямого напрямку
NEUTRAL DIR OC1 FWD LIMIT ANGLE	Діапазон: 40 $\rightarrow$ 90°, шаг 1	90°	Визначається симетричний (в обох напрямках від ECA) граничний кут прямого напрямку
NEUTRAL DIR OC1 FWD PICKUP	Діапазон: 0,002 $\rightarrow$ 30,000 о.е., шаг 0,001	0.050 pu	Уставка спрацьовування органу струму в прямому напрямку
NEUTRAL DIR OC1 REV LIMIT ANGLE°	Діапазон: 40 $\rightarrow$ 90°, шаг 1	90	Визначається симетричний (в обох напрямках від ECA) граничний кут зворотного напрямку
NEUTRAL DIR OC1 REV PICKUP	Діапазон: 0,002 $\rightarrow$ 30,000 о.е., шаг 0,001	0.050 pu	Уставка спрацьовування органу струму в зворотному напрямку

Продовження таблиці 2.7

Параметри	Можливі значення	Значення за замовчуван.	Пояснення
NEUTRAL DIR OC1 BLK:	Діапазон: Операнд FlexLogic	Off	Блокування органу визначення напрямку
NEUTRAL DIR OC1 TARGET	Діапазон: Self-reset (Самосброс), Latched (З самоутриманням),	Self-reset	Вивід операндів роботи блока на ЖКІ термінала
NEUTRAL DIR OC1 EVENTS	Disabled (Виведено) Діапазон: Disabled (Виведено), Enabled (Введено)	Disabled	Реєстрація подій

Оцінка правильності роботи проводиться по факту спрацьовування та повернення вихідного операнду **NTRL DIR OC1 FWD:** для перевірки органу напрямку потужності вперед, заранжированного на світлодіод (з самоповерненням), а **NTRL DIR OC1 REV** - для перевірки органу направлення потужності назад, заранжированного на світлодіод (з самоповерненням).

При перевірці **NEUTRAL DIR OC1** потрібно пам'ятати, що напруга $3U_0$ по абсолютній величині рівна U_a (при подачі тільки напруги U_a), але протилежна по напрямку. Струм $3I_0=I_a$ як по абсолютній величині так і по фазі (при подачі тільки струму I_a). Також потрібно пам'ятати, що уставка спрацьовування по напрузі $U_0=0,020.e.=1.154\text{ В}$ – ця уставка не змінюється. Оцінку роботи реле напрямку потужності проводимо по факту загорання світлодіоду.

1 режим: $U_a = 0\text{ А}$, $I_a = 1\text{ А}$ ($I_0 = 0.333\text{ А}$) подаємо повштовхом – не роботає;

2 режим: Подаємо $I_a = 1\text{ А}$, $U_0 = 0\text{ А}$ при куті максимальної чутливості, плавно збільшуємо напругу до спрацьовування - визначаємо уставку чутливості по напрузі;

3 режим: $U_a=60$ А, $I_a=0$ А подаємо поштовхом – не працює;

4 режим: Подаємо $U_a=60$ А, $I_a=0$ А на при куті максимальної чутливості, плавно збільшуємо струм до спрацьовування - визначаємо уставку чутливості по струму;

5 режим: Подаємо $U_a=60$ А, $I_a=1$ А шляхом зміни кута між струмом напругою будуємо зону роботи в прямому и зверненому напрямку.

2.6.3 Перевірка уставок по струму та часу спрацьовування

В роботу повинні бути введені такі захисти:

Ввести накладку ввід 3,4 СЗНП

Ввести всі ступені **NEUTRAL IOC**.

Оцінка правильності роботи проводиться по факту зупинки від вихідних реле и загоранням світлодіоду заранжированного функціями спрацьовування СЗНП (таблиці 2.8), повернення по погасанню світлодіоду.

Таблиця 2.8 – Операнди спрацьовування СЗНП

NEUTRAL IOC1 OP	Спрацьовування СЗНП 1
NEUTRAL IOC2 OP	Спрацьовування СЗНП 2
NEUTRAL IOC3 OP	Спрацьовування СЗНП 3
NEUTRAL IOC4 OP	Спрацьовування СЗНП 4

2.6.4 Перевірка блокування СЗНП (NEUTRAL IOC)

Оцінка правильності роботи проводиться по факту не загорання світлодіоду заранжированного функціями спрацьовування СЗНП та загорання світлодіоду заранжированного функціями блокування 3, 4 ступенів СЗНП .

2.6.5 Перевірка блокування струмового захисту нульової послідовності, в циклі однофазного АПВ

Для проведення перевірки необхідно на дискретний вхід завести сигнал циклу однофазного АПВ від зовнішнього пристрою

АПВ, а у разі використання внутрішнього пристрою АПВ с функцією ОАПВ необхідно завести операнд от внутрішнього пристрою однофазного АПВ и зовнішнього циклу однофазного АПВ на вхід блокування функції СЗНП та перевірити неспрацьовування ступенів не відбудованих від циклу однофазного АПВ.

2.7 Перевірка максимального струмового захисту

2.7.1 Перевірка уставок по струму та часу спрацювання.

В роботу повинні бути введені наступні захисти:

ввести накладку ввід 3,4 СЗНП;

ввести всі ступені **NEUTRAL TOC**.

Оцінка правильності роботи виконується по факту зупинки від вихідних реле та загоранням світлодіоду заранжированного функціями спрацьовування СЗНП (таблиці 2.9 та 2.10), повернення визначається по погасанню світлодіоду.

Таблиця 2.9 – Операнди спрацьовування СЗНП

NEUTRAL TOC1 OP	Спрацьовування ТЗНП 1
NEUTRAL TOC2 OP	Спрацьовування ТЗНП 2
NEUTRAL TOC3 OP	Спрацьовування ТЗНП 3
NEUTRAL TOC4 OP	Спрацьовування ТЗНП 4

2.7.2 Перевірка блокування СЗНП (NEUTRAL TOC)

Оцінка правильності роботи виконується по факту на загорання світлодіоду заранжированного функціями спрацьовування СЗНП та загорання світлодіоду заранжированного функцією блокування 3-го і 4-го ступеню СЗНП.

Таблиця 2.10 - Уставки NEUTRAL TOC

Параметри	Можливі значення	Значення за замовчуванням	Пояснення
NEUTRAL TOC1 FUNCTION	Діапазон: Disabled (Виведено), Enabled (Введено)	Disabled	
NEUTRAL TOC1 SIGNAL SOURCE	Діапазон: SRC 1 (Джерело 1), SRC 2 (Джерело 2), SRC 3 (Джерело 3), SRC 4	SRC 1	
NEUTRAL TOC1 INPUT	Діапазон: Phasor (Вектор), RMS (Дійсне значення)	Phasor	Вид вхідної величини
NEUTRAL TOC1 PICKUP	Діапазон: 0,000÷30,000 в.о., шаг 0,001	1.000 pu	Уставка по струму
NEUTRAL TOC1 CURVE	Діапазон: . ТИПИ ХАРАКТЕРИСТИК МСЗ	IEEE Mod Inv	Тип характеристики, якщо незалежно установлювати Definite time
NEUTRAL TOC1 TD MULTIPLIER	Діапазон: 0,00÷600,00, шаг 0,01	1.00	Незалежна витримка часу
NEUTRAL TOC1 RESET	Діапазон: Instantaneous (митєва), Timed (З витримкою часу)	Instantaneous	Повернення
NEUTRAL TOC1 BLOCK:	Діапазон: Операнд FlexLogic	On	Блокування ступеню по вибраному критерію

Продовження таблиці 2.10

Параметри	Можливі значення	Значення за замовчуванням	Пояснення
NEUTRAL TOC1 TARGET	Діапазон: Self-reset (Самоскид), Latched (з самоутриманням), Disabled (виведено)	Self-reset	Затримка скиду
NEUTRAL TOC1 EVENTS	Діапазон: Disabled (виведено), Enabled (введено)	Enabled	Реєстрація подій

2.8 Перевірка функції автоматичного повторного включення

Вибір уставок спрацьовування автоматичного повторного включення (АПВ) наведено в таблиці 2.11

Таблиця 2.11 – Уставки АПВ

Параметри	Значення можливі	Значення за замовченням	Пояснення
AR FUNCTION:	Disabled , Enabled	Enabled B((введено)	Функція АПВ: відімкнута, ввімкнута.
AR MODE: 1 & 3 Pole	1 & 3 Pole, 3 Pole-A, 3 Pole-B	1 & 3 Pole	Режим АПВ 1 и 3ф,1ф,3ф-A,3ф-B
AR MAX NUMBER OF SHOTS	1, 2, 3, 4	1	Число циклів АПВ, що можуть бути здійснені
AR BLOCK BKR1:	FlexLogic operand	On	Операнд Flexlogic, що ує ккокоманду включення для вимикача 1
AR CLOSE TIME BKR 1:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	0.1 c	Час включення B1

Продовження таблиці 2.11

Параметри	Значення можливі	Значення за замовченням	Пояснення
AR BKR MAN CLOSE:	FlexLogic M operand	Off	Команда ручного включення, що реалізується схемою АПВ
AR BLK TIME UPON MAN CLS:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	20 c	Час блокування схеми після ручного включення вимикача
AR 1P INIT:	FlexLogic M operand	Off	Операнд Flexlogic, що забезпечує пуск ОАПВ
AR 3P INIT:	FlexLogic M operand	On	Операнд Flexlogic, що забезпечує пуск ТАПВ (повільної дії)
AR 3P TD INIT:	FlexLogic M operand	On	Операнд Flexlogic, що забезпечує пуск БАПВ (швидкої дії)
AR MULTI-P FAULT:	FlexLogic M operand	Off	Багатофазне пошкодження
BKR ONE POLE OPEN:	FlexLogic M operand	Off	Операнд Flexlogic, що верджує відключення 1 фази вимикача
BKR 3 POLE OPEN:	FlexLogic M operand	On	Операнд Flexlogic, що верджує відключення 3 фаз вимикача
AR 3-P DEAD TIME 1:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	0.3 c	Уставка паузи 2-го циклу ТАПВ
AR 3-P DEAD TIME 2:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	4.0 c	Уставка паузи 1-го циклу ТАПВ (БАПВ)
AR 3-P DEAD TIME 3:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	15.0 c	Уставка паузи 3-го циклу ТАПВ

Продовження таблиці 2.11

Параметри	Значення можливі	Значення за замовченням	Пояснення
AR 3-P DEAD TIME 4:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	15.0 c	Уставка паузу 4-го циклу ТАПВ
AR EXTEND DEAD T 1:	FlexLogic operand	On	Операнд Flexlogic, що печує затр додаткову імку для 1-го циклу
AR DEAD TIME 1 EXTENSION:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	3.7c	Додаткова затримка паузи першого циклу
AR RESET:	FlexLogic operand	On	Операнд Flexlogic, що езпечує повернення АПВ
AR RESET TIME:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	20c	Час повернення схеми після успішного АПВ
AR BKR CLOSED	FlexLogic operand	On	Операнд Flexlogic, що підтверджує включення вимикача
AR BLOCK:	FlexLogic operand	On	Операнд Flexlogic, що блокує схему АПВ
AR PAUSE:	FlexLogic operand	Off	
AR INCOMPLETE SEQ	0.00 to 35 s in steps of 0.01	10 c	Максимальна витримка часу: дозволено повторне включення
AR BLOCK BKR2:	FlexLogic operand	On	Операнд Flexlogic, що блокує ком. включення для вимикача 2
AR CLOSE TIME BKR2:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	0.1 c	Час включення В2

Продовження таблиці 2.11

Параметри	Значення можливі	Значення за замовченням	Пояснення
AR TRANSFER 1 TO 2:	Yes, No	Yes	Уставка керує роботою схеми, коли в вимикач вмикається в послідовності 1-2, а вимикач 1 заблокован
AR TRANSFER 2 TO 1:	Yes, No	No	Уставка, керує роботою схеми, коли вимикач вмикається в послідов. 2-1, а вимикач 2 заблокован
AR BKR1 FAIL OPTION:	Continue, Lockout	Continue	Уставка керує роботою схеми, коли в вимикач вмикається в послідовності 1 1-2, а вимикач 1 не в змозі здійснити повторне включення
AR BKR2 FAIL OPTION:	Continue, Lockout	Continue	Уставка керує роботою схеми, коли в вимикач вмикається в послідовності 1 2-1, а вимикач 2 не в змозі здійснити повторне включення
AR 1-P DEAD TIME:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	0.6 c	Уставка безструмової паузи ОАПВ

Продовження таблиці 2.11

Параметри	Значення можливі	Значення за замовченням	Пояснення
AR BKR SEQUENCE:	1, 2, 1&2, 1-2, 2-1	1-2	Послідовність вмикання вимикачів від АПВ: 1-вмикання тільки В1; 2-вмикання тільки В2, 1&2 вмикання вимикачів одночасно; 1-2, 2-1 – вмикання вимикачів.
AR TRANSFER TIME:	0.00 to 35 s in steps of 0.01	0.4 с	Затримка передачі команди включення при повторному включенні вимикачів у послідовності 1-2 и 2-1.
AR EVENT:	Enabled, Disabled	Enabled	Реєстрація подій
AR FUNCTION :	Disabled (виведено) Enabled (введено)	Enabled (введено)	Функція АПВ: вимикач вимкнений

2.9 Оформлення результатів проведених випробувань

2.9.1 Перевірка диференційно-фазного захисту (ДФЗ).

Результати перевірки параметрів ДФЗ заносяться у таблиці 2.12 -2.18

Таблиця 2.12 - Перевірка коефіцієнта комбінованого фільтру

Параметр	Уставка	I2спр	I2пов	I1спр	I1пов	Куст	К=I2/I1
FDL							
FDH							

Таблиця 2.13 - Перевірка додаткових пусків чутливого та грубого пускового органу

Додатковий пуск від операнду	Пусковий орган	Аварійні параметри	Спрацьовування	Повернення
FDL загруб. до макс. уставки				
Phase DIST PH Z3 PKP	FDL AUX VO ____	Трифазне к.з.		
Phase DIST GRN Z3 PKP	FDL AUX VO ____	Трифазне к.з.		
VO ____				
FDH загруб. до макс. уставки				
Phase DIST PH Z2PKP	FDH AUX VO ____	Трифазне к.з.		
Phase DIST GRN Z2 PKP	FDH AUX VO ____	Трифазне к.з.		
VO ____				

Таблиця 2.14 - Перевірка блокувань ДФЗ

Операнд блокування ДФЗ	Результат
Блок ДФЗ от ключа SA_[On (____)] через LATCH_on	ДФЗ заблокована
CT FAIL OP	ДФЗ заблокована
Ввод ключем другої групи уставок (опер прискорення)	ДФЗ заблокована
ПВЗ не справний	ДФЗ заблокована

Таблиця 2.15 - Перевірка зупинки ВЧ передавача

Захист від якого іде сигнал зупинки	Результат ПВЗ зупинений
Від ПРВВ	
Від внутрішнього ЗНР	
Від зовнішнього ЗНР та ПРВВ	
Від ДФЗ	

Таблиця 2.16 - Перевірка часу спрацювання та повернення на зупинку ПВЗ.

Параметр	Уставка	Вимірний параметр
Тспр		
Тповерн		

Таблиця 2.17 - Перевірка кута блокування

					φ1				φ2		φ3				φ4				
φ, град	0	30	6	9	10	12	15	16	17	18	19	21	21	240	26	27	300	33	36
			0	0	6	0	0	5	6	0	8	0			0	0		0	0
																		(0	)
І прм, поділ ок	32	28	2	1	14	10	4	0	0	0	0	0	0	6	10	12	20	27	32

Таблиця 2.18 – Перевірка роботи ДФЗ при різних видах к.з.

Місце КЗ	Однофазному КЗ на землю	Двухфазному КЗ	Трьохфазному КЗ
КЗ поза зоною	Спрац. FDH ОР Спрац. FDL ОР Не спрац. ДФЗ	Спрац. FDH ОР Спрац. FDL ОР Не спрац. ДФЗ	Спрац. FDH ОР Спрац. FDL ОР Не спрац. ДФЗ
КЗ в зоні	Спрац. FDH ОР Спрац. FDL ОР Спрац. ДФЗ ($t_{cp} = mс$)	Спрац. FDH ОР Спрац. FDL ОР Спрац. ДФЗ ($t_{cp} = mс$)	Спрац. FDH ОР Спрац. FDL ОР Спрац. ДФЗ ($t_{cp} = mс$)

2.9.2 Перевірка дистанційного захисту

Результати перевірки параметрів дистанційного захисту заносяться в таблиці 2.19 – 2.23.

Таблиця 2.19 – Перевірка зони дії першого ступеню при трифазних (двофазних, однофазних) к.з. при струмі, А

$j, ^\circ$	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	T, мс
1	2	3	4	5

Таблиця 2.20 – Перевірка зони дії другого ступеню при трифазних (двофазних, однофазних) к.з. при струмі, А

$j, ^\circ$	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	t, мс
1	2	3	4	5

Таблиця 2.21 – Перевірка зони дії третього ступеню при трифазних (двофазних, однофазних) к.з. при струмі, А

$j, ^\circ$	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	t, мс
1	2	3	4	5

Таблиця 2.22 - Перевірка часу автоматичного прискорення (АП) та оперативного прискорення (ОП) дистанційного захисту від міжфазних КЗ

	Ступінь	Уставка с	Спрацюв. с	Поверн, с	Похибка
ОП	PHASE DISTANSE Z2				
АП	PHASE DISTANSE Z2				
ОП	GND DISTANSE Z2				
АП	GND DISTANSE Z2				

Таблиця 2.23 – Час спрацювання та параметри спрацювання другого і третього ступеню дистанційного захисту

Пуск ступеню	Уставка по часу, с	Параметри спрацюван., Ом	Час спрацюван., с
Z2 PHASE PKP			
Z3 PHASE PKP			
GND DISTANSE Z2 PKP			
GND DISTANSE Z3 PKP			

2.9.3 Перевірка струмового захисту нульової послідовності від замикань на землю

Результати перевірки струмового захисту нульової послідовності від замикань на землю заноситься у таблиці 2.24, 2.25

Таблиця 2.24 - Перевірка струмового захисту нульової послідовності

Ступінь СЗНП	Уставка спрацювання	Струм спрацювання	Струм повернення	Коефіцієнт повернення	час спрацювання
1-й					
2-й					
3-й					
4-й					

Таблиця 2.25 - Перевірка NEUTRAL DIR OC1 (напрямок дії)

Параметр	Уставка	Параметр, що подається	Зона спрацювання вперед	Зона спрацювання назад
I назад	0.05oe/0.05 A	0.05		
I вперед	0.05oe/0.05 A	0.05		
U0	0.02oe/1.154 В	3U0=3В		
імч	85			

2.10 Зміст звіту

2.10.1 Мета роботи

2.10.2 Основні функції терміналу типу L-60

2.10.3 Результати перевірки параметрів диференційно-фазного захисту

2.10.4 Результати перевірки параметрів спрацювання дистанційного захисту

2.10.5 Результати перевірки параметрів спрацювання струмового захисту нульової послідовності

2.10.5 Висновки про проведену роботи.

Перелік джерел посилання

1. Правила улаштування електроустановок: Глава 3.2 Релейний захист. Київ : Мінпаливенерго України НПЦР, 2017 , С. 384-427.
2. Правила улаштування електроустановок: Глава 3.3 Автоматика та телемеханіка Київ : Мінпаливенерго України НПЦР, 2017 – С. 428-452 с.
3. Яндутьський О.С., Дмитренко О.О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем : навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2016, 103 с. URL. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/9fe8b977-13b6-4c3a-82bf-dcad5db59a34/content>
4. Махлін П.В., Костенко С.Ю., Кузьменко О.П. Інтелектуальні пристрої релейного захисту та автоматики : навч. посіб. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2020, 256 с.
5. Диференційно-фазний захист лінії L60. Посібник із користування серії UP. Manual P/N 1601-0212-L1(GEK-113283). GE Multilin. 2004 р. 781 с. Онтаріо. Канада URL <https://gridautomation.com.ua/wp-content/uploads/simple-file-list/Multilin-UR-L60.pdf>