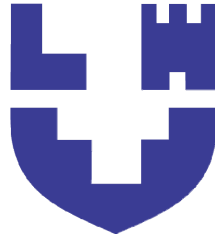


Міністерство освіти та науки України
Луцький національний технічний університет



ПРИСТРОЇ ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Методичні вказівки до лабораторних занять
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

галузі знань G Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальності G3 Електрична інженерія
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2026

УДК 621.316(07)

П75

До друку

Голова вченої ради

факультету архітектури, будівництва та дизайну _____ О.В.Андрійчук

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозиторій ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Н.П. Поліщук

Затверджено вченою радою факультету архітектури, будівництва та дизайну ЛНТУ,
протокол № від « ____ » _____ 2026 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри електричної інженерії ЛНТУ, протокол
№ від « ____ » _____ 2026 року.

Завідувач кафедри електричної інженерії _____ Ю.В. Грицюк

Укладач: _____ А.В. Гадай, кандидат технічних наук, доцент кафедри
електричної інженерії ЛНТУ

Рецензент: _____ В.І. Волинець, кандидат технічних наук, доцент кафедри
електричної інженерії ЛНТУ

Відповідальний

за випуск: _____ Ю.В. Грицюк, кандидат технічних наук, доцент,
завідувач кафедри електричної інженерії ЛНТУ

П75 **Пристрої захисту та автоматики електрообладнання** [Текст] : методичні
вказівки до лабораторних занять для здобувачів другого (магістерського)
рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка» галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво
спеціальності 63 Електрична інженерія денної та заочної форм навчання /
уклад. А.В. Гадай. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 82 с.

Видання містить теоретичні відомості та завдання, необхідні для засвоєння
основних положень та набуття практичних навичок з дисципліни.

Призначене для студентів спеціальності 63 Електрична інженерія
денної та заочної форми навчання.

© А.В. Гадай, 2026

ЗМІСТ

1. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ПРИЗНАЧЕННЯМ БЛОКУ ATS022	5
1.1 Призначення пристрою автоматичного введення резерву	5
1.2 Опис блоків ATS	9
1.3 Електричні мережі, які можуть керуватися блоками ATS	12
1.4 Алгоритми перемикання	14
1.5 Правила техніки безпеки	16
2. ВИВЧЕННЯ ІНТЕРФЕЙСУ БЛОКУ ATS022	18
2.1 Огляд блоку ATS022	18
2.2 Режими роботи	20
2.3 Використання блоку АВР	20
2.4 Опис світлодіодів	22
2.4.1 Alarm (Аварія)	22
2.4.2 Auto (Авто)	22
2.4.3 Power (Живлення)	22
2.4.4 TX / RX	23
2.5 Кнопки на передній панелі	23
2.6 Налаштування режимів роботи	24
2.6.1 Ручний режим	24
2.6.2 Автоматичний режим	24
2.7 Графічний дисплей	25
2.7.2 Індикатор стану ліній LN1 і LN2	26
2.7.3 Навігація по меню	27
2.8 Використання кнопок в ручному режимі	31
2.8.1 Вимкнення/Вмикання вимикачів СВ1, СВ2	31
2.8.2 Вимкнення/Вмикання вимикача СВ3	31
2.8.3 Ручний Пуск/Зупинка генератора	32
2.9 Режими тестування	32
2.10 Аварії ATS022	34
3. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ТРАНСФОРМАТОР НА ОСНОВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ І ГЕНЕРАТОР НА РЕЗЕРВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ (2СВ3)»	37

3.1 Логіка перемикання	37
3.2 Порядок команд.....	39
3.3 Схеми підключення блоків ATS.....	42
3.4 Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022.....	43
4. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ТРАНСФОРМАТОР НА ОСНОВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ ТА ІНШИЙ ТРАНСФОРМАТОР НА РЕЗЕРВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ (2CBS)»	46
4.1 Логіка перемикання	46
4.1.1 Перемикання Основна лінія - Резервна лінія	46
4.2 Автоматичне перемикання без автоповернення.....	47
4.3 Порядок команд.....	49
4.4 Схеми підключення блоків ATS.....	51
4.5 Налаштування мережі та конфігурація ATS021 і ATS022	53
5. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ЗАСТОСУВАННЯ СЕКЦІЙНОГО ВИМИКАЧА ДЛЯ ВІДКЛЮЧЕННЯ НЕПРІОРИТЕТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ (NPL)».....	56
5.1 Логіка перемикання	56
5.1.1 Управління неперіоритетними навантаженнями (NPL).....	56
5.1.2 Вибір пріоритетної лінії.....	59
5.2 Порядок команд.....	61
5.3 Схеми підключення блоків ATS.....	61
5.4 Налаштування мережі і конфігурація ATS022	66
6. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ЗАСТОСУВАННЯ СЕКЦІЙНОГО ВИМИКАЧА В СХЕМІ З ДВОМА ТРАНСФОРМАТОРАМИ. СХЕМА АВР 2 В 2. (3CBS BUS TIE)».....	69
6.1 Логіка перемикання	69
6.2 Схеми підключення блоків ATS.....	72
6.3 Налаштування мережі і конфігурація ATS022	77
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	81

1. ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ПРИЗНАЧЕННЯМ БЛОКУ ATS022

I. Мета роботи

Ознайомлення з призначенням пристрою автоматичного введення резерву, процедурою прямого перемикання та зворотного перемикання, електричними мережами, які можуть керуватися блоками ATS, алгоритмами перемикання, правилами техніки безпеки.

II. Теоретичні відомості

1.1 Призначення пристрою автоматичного введення резерву

В останні кілька років надійність і безперервність електропостачання відіграє найважливішу роль в побудові низьковольтних електроустановок. Фактично, ця вимога є основною умовою для досягнення економічної і функціональної ефективності електроустановки. Система дозволяє здійснювати перемикання живлення від основного джерела на резервний для зниження до мінімуму проблем, викликаних аварійними умовами електропостачання.

Комплекс операцій, що включає в себе процедури автоматичного управління компонентами установки (автоматичні вимикачі є основними компонентами) без втручання персоналу, має поширена назва "Автоматичний Введення Резерву" або "АВР". Для гарантії живлення навантаження установка повинна мати $N + 1$ джерело живлення; зазвичай це трансформатор + резервний генератор (або другий трансформатор) або два незалежних трансформатора + секційний вимикач (в схемі з двома секціями навантаження).

Електроустановка з системою АВР:

- запобігає зупиненню промислових процесів виробництва;
- забезпечує електропостачання з високою якістю напруги, якщо основна мережа відсутня;
- знижує негативні ефекти на частини електроустановки, викликані збоями в мережі (зниження напруги призводить до втрати стабільності роботи обертових машин, збільшення падіння напруги, пошкодження устаткування, і т.д.);

- представляє собою ідеальний компроміс між надійністю, простотою реалізації і економічною ефективністю;
- дозволяє експлуатувати персоналу здійснювати сервіс трансформатора основного вводу, в той час як вся установка або її частина запитана від іншого джерела.

Для реалізації автоматичного вводу резерву електроустановка може обладнуватись блоками АВР АТС021 або АТС022 (рис. 1.1), побудованими на мікропроцесорній технології. У випадку втрати живлення від основної лінії, АТС здатний подати сигнал на пуск генератора і здійснювати послідовність перемикання від основної мережі живлення на резервне (або перемикання на один з незалежних трансформаторів в схемі з секційним вимикачем), за допомогою передачі команд управління на автоматичні вимикачі. Дані рішення були розроблені для гарантії значно вищого рівня надійності системи АВР, в порівнянні з рішеннями релейно-контакторних схем (з зовнішніми реле часу, контакторами, реле контролю напруги тощо), які часто дуже складні в розробці, монтажі та експлуатації.



Рисунок 1.1 – Блоки АВР АТС021 та АТС022

Параметри і характеристики електроустановок, що включають в себе системи автоматичного вводу резерву відрізняються, тому що вони залежать від типів навантаження, які необхідно живити в аварійних випадках.

Наприклад, в установці, в якій неперервність живлення є основною вимогою, неприпустимі простої, пов'язані з аварією в живленні основної лінії.

Тому до початку аналізу стандартно використовуваних витримок часу у випадку збою живлення, необхідно чітко знати класифікацію категорій електроприймачів в низьковольтних електричних системах, зазначених у нормативних документах.

У низьковольтних електроустановках живлення можна розділити на наступні типи.

- **живлення систем безпеки** – включає в себе всі електричні компоненти (джерела, коли і елементи), метою яких є гарантія живлення устаткування або частин установок, потрібних для безпеки персоналу і людей;

- **резервне живлення** – тип живлення, який використовується для тих частин установки, електропостачання яких не впливає на безпеку людей, наприклад, живлення виробничих потужностей, для яких важлива надійність електропостачання.

Загальне визначення, яке описує обидва зазначених типи живлення може бути таким – це будь-яке джерело живлення, яке використовується як "альтернатива" основному живленню, і яке використовується у випадку необхідності для живлення будь-якого типу навантаження.

У той час як живлення систем безпеки чітко класифікується за часом відновлення живлення різних навантаження, резервне живлення не має класифікації в стандартах, тому що зазвичай його характеристики і параметри аналізуються і вибираються за технічним завданням, узгодженим між замовником і проектувальником електроустановки.

Крім того існують вказівки про попереджувальні заходи, які повинні враховуватися для запобігання паралельного підключення генератора до мережі. Стандарт ІЕС 60364 також включає в себе класифікацію, визначальну 5 типів перемикань, згідно періодом часу, протягом якого має відновитись живлення пріоритетних навантаження від резервного джерела живлення. Ця класифікація відноситься до живлення систем безпеки. Зокрема можна виділити наступні групи живлення.

- безперебійне – байпасне перемикання живлення;
- вкрай коротка перерва – відновлення живлення протягом 0,15-0,5 с;

- коротка перерва – відновлення живлення протягом 0,5-1 с;
- середня перерва – відновлення живлення повинно відбуватися в межах від 1 с до 15 с;
- велика перерва – час відновлення живлення більше 15 с.

Згідно з цією класифікацією застосування блоків ATS з мінімальними уставками часу витримки можливе для постачання з середніми і великими перервами.

Табл. 1.1 показує приклад уставок часу.

Таблиця 1.1 – Приклад уставок часу

Опис	Пристрій	Витримки часу	Діапазон налаштувань	Приклад налаштувань
Витримку часу до початку перемикання	ATS021 та ATS022	TS	0...30с	1с
Витримку часу до вмикання вимикача резервної лінії	ATS021	TF	3,5с	3,5с
	ATS022	TCE	0...60с	1с
Загальний час відновлення живлення	ATS021	–	–	4,5с
	ATS022	–	–	2с

Як видно з прикладу блок ATS забезпечує резервне живлення навантаження в межах 4,5с (для ATS021) і 2с (для ATS022). У випадку використання генератора на резервній лінії живлення, необхідно також враховувати час на пуск генератора.

Відновлення живлення з середньою і великою перервою зазвичай здійснюється від резервного генератора. Даний тип установки є стандартним для тих об'єктів, де не потрібне відновлення живлення в короткий час.

Насправді, за необхідності відновлення живлення без перерви або з вкрай коротким і коротким часом, установка повинна бути оснащена пристроями ДБЖ (джерело безперебійного живлення), які здійснюють живлення пріоритетних навантаження. ДБЖ забезпечують постійне живлення, яке може бути обмежена за часом, достатнім для пуску резервного генератора.

До установок для яких неперервність живлення є найважливішим аспектом відносяться:

- госпіталі та лікарні;
- обробка даних (центри обробки даних, робочі станції, сервери тощо);

- телекомунікаційні системи;
- управління технологічним процесами в промисловості;
- аварійне освітлення, пожежні насоси тощо.

На рис. 1.2 показані типові використання ДБЖ для живлення пріоритетного навантаження.

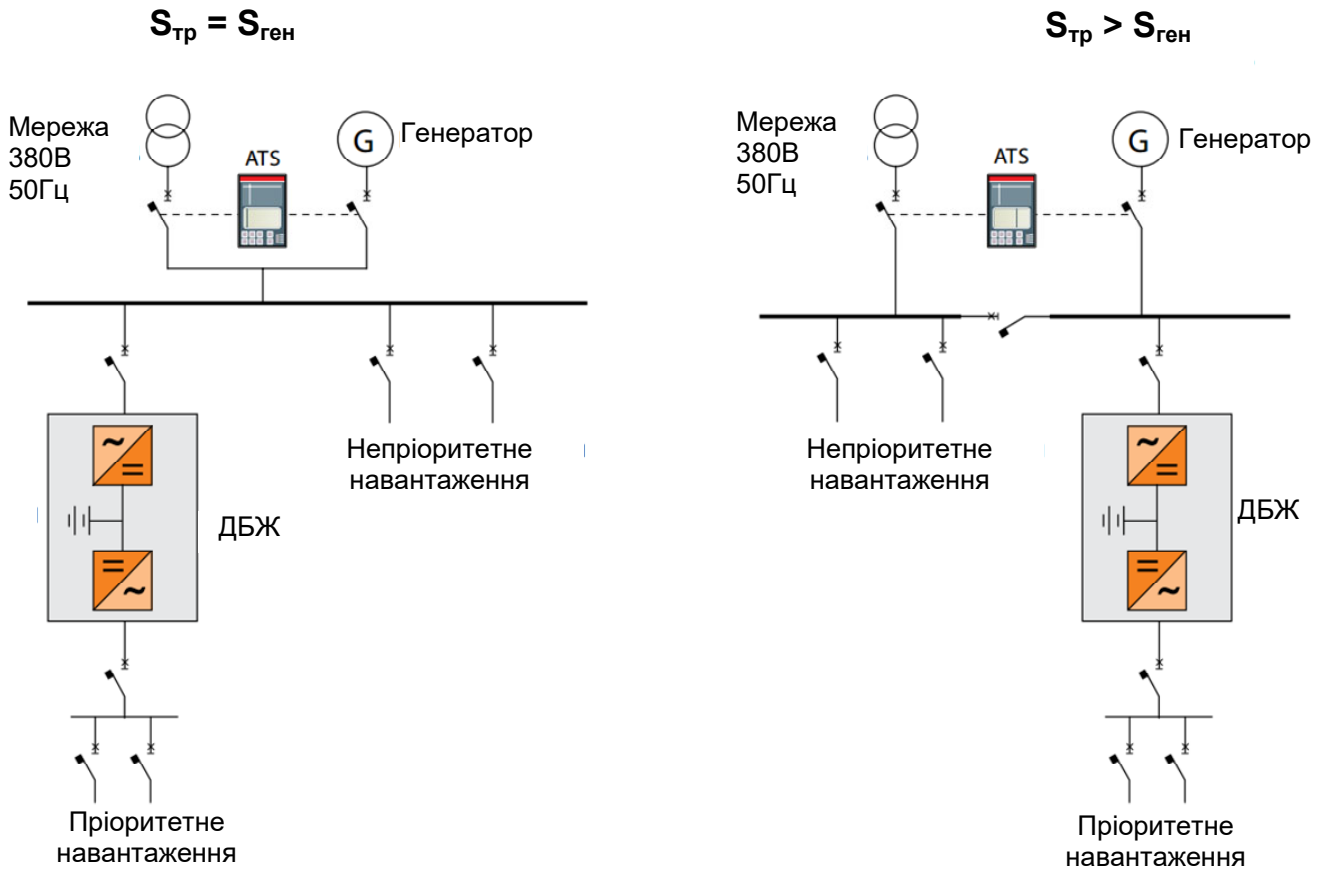


Рисунок 1.2 – Типове використання ДБЖ для живлення пріоритетного навантаження

1.2 Опис блоків ATS

Блоки АВР серії ATS021 або ATS022 були розроблені для гарантії високого рівня надійності, завдяки інтегрованій системі безпеки, пов'язаної з роботою програмного забезпечення та апаратної частини.

Логіка перемикачів блокується і видається аварійний сигнал, наприклад, у випадку збою виконання вимикачами команди управління від ATS (команда подана, але не отриманий відповідний сигнал виконання). При використанні додаткової механічного блокування запобігає можливість паралельного включення основної і резервної ліній (електричне блокування виконується логікою самого блоку ATS).

Блоки ATS постійно контролюють значення напруги і частоти системи, а також автоматично здійснюють перемикання на резервний генератор або трансформатор з налаштованим часом витримки. Затримки дозволяють регулювати час активації процедури перемикання для запобігання небажаного перемикання через тимчасові змін напруги, допустимих для електроустановки. Даний аналіз повинен виконуватися відповідно до типу навантаження і типу електроустановки.

У випадку відновлення напруги основного вводу в допустимих межах ATS активує процедуру зворотного перемикання (автоповернення) для відновлення початкового робочого стану. Для блоків ATS021 і ATS022 користувач може вибрати режим, при якому, переключившись на резервне джерело живлення і наступному відновленні живлення основної лінії, автоповернення відбуватися не буде. Даний режим роботи називається "Без пріоритету лінії".

Процедура переведення живлення установки від резервного джерела показана на рис. 1.3.

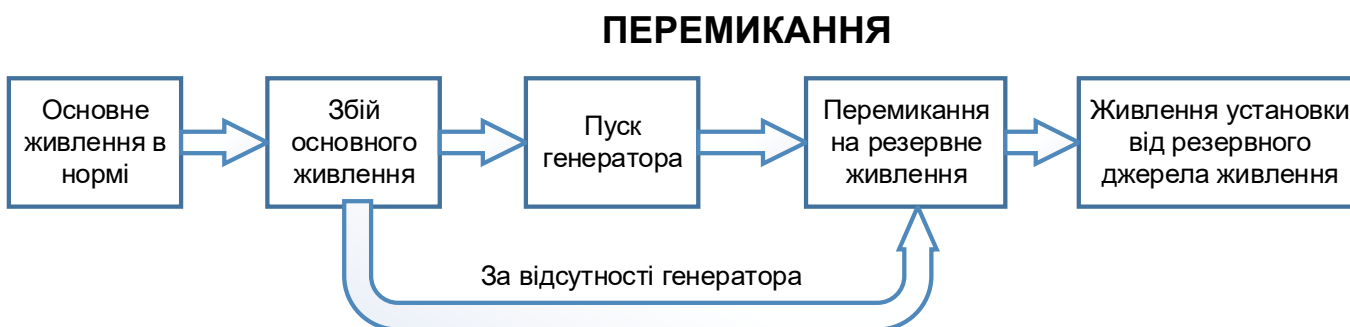


Рисунок 1.3 – Етапи переведення живлення установки від резервного джерела

На рис. 1.4 показане відновлення живлення установки від основного джерела.

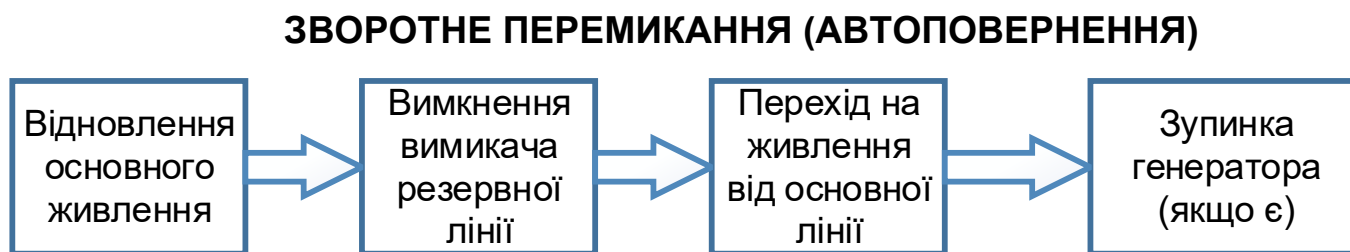
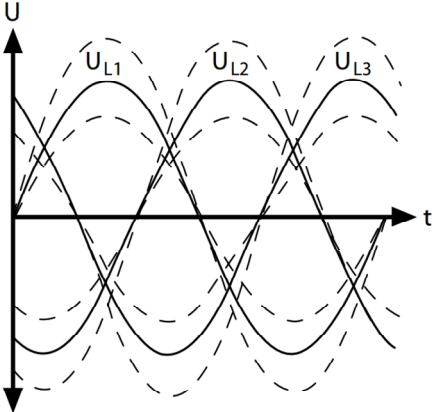
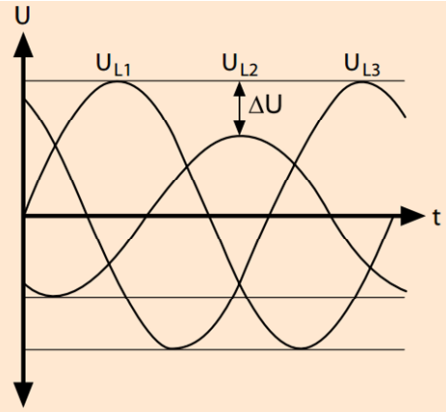
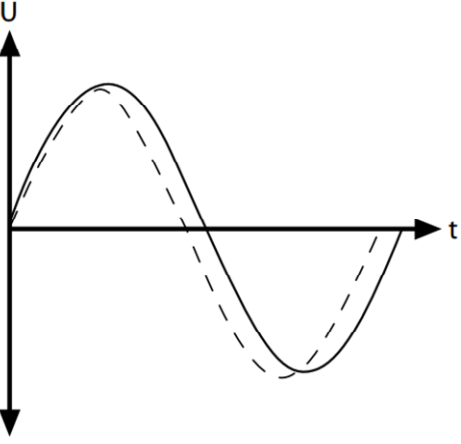
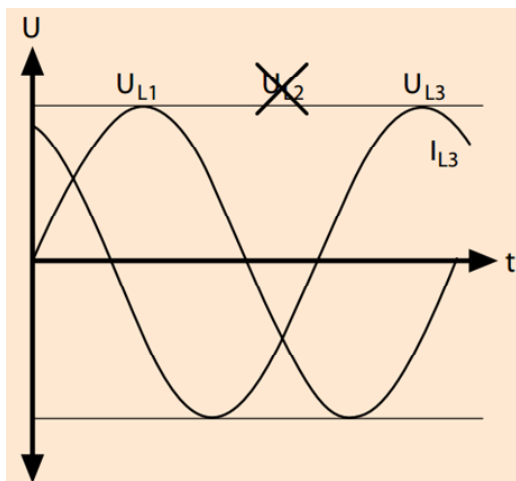


Рисунок 1.4 – Етапи відновлення живлення установки від основного джерела

Блоки ATS021 і ATS022 активують процедури автоматичного перемикання у випадку виникнення одного з збоїв (див. табл. 1.2), які визначаються за допомогою внутрішніх давачів.

Таблиця 1.2 – Параметри, які контролюються блоками ATS021 і ATS022

Збій	Налаштування
<p>Контроль Максимальної і Мінімальної напруги</p> 	<p>ATS021: МІН/МАКС: $\pm 10\%$, $\pm 15\%$, $\pm 20\%$, $\pm 30\%$ U_n ATS022: МІН: $-30\% \dots -5\%$ U_n, МАКС: $+5\% \dots +30\%$ U_n крок $\pm 1\%$ U_n</p>
<p>Небаланс напруг</p> 	<p>Налаштування не потрібне</p>
<p>Контроль Максимальної і Мінімальною частоти</p> 	<p>ATS021: МІН/МАКС: $0.9f_n > f >$ $1.1f_n$ ATS022: МІН: $-10\% \dots -1\%$ f_n МАКС: $+1\% \dots +10\%$ f_n крок $\pm 1\%$</p>
<p>Обрив фази</p>	<p>Налаштування не</p>



потрібне

Дані збої можуть спричинити серйозну шкоду в електроустановці. Розглянемо результати дії аварійного стану живлення, такі як знижена напруга або перенапруги на електричні та електронні пристрої та машини:

- перегрів;
- підвищення внутрішньої температури;
- зміни швидкості обертання, а також вплив на підключені пристрої;
- поштовхи при пусках і заклинювання.

1.3 Електричні мережі, які можуть керуватися блоками ATS

Характеристики контрольованих мереж повинні бути точно задані в блоках ATS для гарантії коректного функціонування в установці, в якій він підключений.

Блоки ATS можуть контролювати однофазні мережі, трифазні мережі з нейтраллю і без нейтралі. Блоки ATS також можуть працювати без допоміжного живлення, тому що вони живляться безпосередньо від контрольованого напруги мережі (в табл. 1.3 для блоку ATS021 показано необхідно паралельне підключення живлення ліній до відповідних клем).

Для блоку ATS022 допоміжне живлення потрібно тільки в наступних випадках.

- використовується комунікація Modbus RTU RS485;
- блок використовується в системах з частотою 16 2/3Гц;
- блок використовується в однофазних колах з U_n 57.5 - 109В.

Максимальна робоча напруга для блоків АВР АТS021 і АТS022 - 480В. Для підключення вищої робочої напруги необхідно використовувати зовнішні трансформатори напруги.

У табл. 1.3 представлені схеми підключення кіл живлення і вимірювань від основної та резервної ліній.

Таблиця 1.3 – Схеми підключення кіл живлення і вимірювань

Мережа		АТS021	АТS022
Трифазні системи з нейтральним провідником	Підключення		
	Налаштування		
Трифазні системи без нейтрального провідника	Підключення		
	Налаштування		
Однофазні системи	Підключення		
	Налаштування		

Зовнішній трансформатор для підключення живлення до ATS021 повинен мати наступні характеристики:

- трансформатор напруги (перетворення лінійної напруги в фазну);
- ізолюваний трансформатор;
- повна потужність трансформатора 40ВА.

Блок ATS022 дозволяє підключати живлення двох різних типів мереж (наприклад, основна лінія 3P + N, а резервна лінія 1P + N).

1.4 Алгоритми перемикання

Блоки ATS можуть контролювати системи з різними конфігураціями. ATS може керувати такими схемами.

- трансформатор на основній лінії живлення і генератор на резервній лінії живлення;
- трансформатор на основній лінії живлення і інший трансформатор на резервній лінії живлення;
- дві незалежні лінії живлення від двох трансформаторів з секційним вимикачем між секціями (АВР 2 в 2);
- використання секційного вимикача в схемі відключення неперіоритетного навантаження з основним і резервним вводом.

В табл. 1.4 показано налаштування витримок часу, які використовуються для різних логік перемикання.

Таблиця 1.4 – Налаштування витримок часу

Витримка часу	Опис	Діапазон налаштувань		Примітки
		ATS021	ATS022	
TS	Витримка часу до пуску процедури перемикання. Якщо генератор відсутній, то цей час відповідає затримці відключення вимикача основної лінії. Якщо генератор присутній, то цей час відповідає часу затримки пуску генератора.	0...30с		Дану витримку часу рекомендується ставити кілька секунд для уникнення помилкових перемикань через тимчасові просадки або підвищення напруги.
TF	Витримка часу до вмикання	3,5с	=	Рекомендується вибирати

Витримка часу	Опис	Діапазон налаштувань		Примітки
		ATS021	ATS022	
		фіксов.		невеликий витримку часу для зниження до мінімуму перерви живлення навантаження.
TCE	вимикача на резервній лінії живлення.	–	0...60с	
TBS	Витримка часу до вимкнення вимикача на резервній лінії живлення (пуск процедури автоповернення).	0...30с або 300с	0...59с 1,2,3... 30хв.	Витримка часу перед вимкненням вимикача резервній лінії після відновлення напруги на основній лінії повинна бути якомога більшою для гарантії повної стабілізації параметрів живлення основної лінії.
TF	Витримка часу до вмикання вимикача на основній лінії живлення	3,5с фіксов.	–	Витримка часу перед вмиканням вимикача основної лінії після вимкнення вимикача на резервній лінії повинна бути якомога меншою для скорочення перерви живлення навантаження.
TCN		–	0...60с	
TC	Витримка часу до вмикання секційного вимикача (якщо є).	–	0...60с	Витримка часу передбачається лише для режиму роботи з двома незалежними лініями живлення і секційним вимикачем.
TGoff	Витримка часу зупинки генератора (якщо є).	0...30с або 300с	0...59с 1,2,3... 30хв	Витримка часу перед зупинкою генератора (якщо він встановлений) має бути досить велика, для гарантії швидкого повернення на резервну лінію у випадку повторного збою живлення основної лінії.

В табл. 1.5 показний приклад налаштувань витримок часу для ATS022 в схемі з трансформатором на основній лінії і генератором на резервній лінії живлення.

Таблиця 1.5 – Приклад налаштувань витримок часу для ATS022

Витримка часу	Опис	Діапазон налаштувань	Приклад налаштувань
TS	Витримка часу до початку перемикачів пуску генератора. Після пуску вимикається вимикач основної лінії	0...30с	5с
TCE	Витримка часу до вмикання вимикача резервної лінії живлення.	0...60с	1с
TBS	Витримка часу до вимкнення вимикача на резервної лінії живлення (пуск процедури автоповернення).	0...59с, 1,2,3...30хв	45с
TCN	Витримка часу до вмикання вимикача на основній лінії живлення.	0...60с	1с
TGoff	Витримка часу на щупинку генератора.	0...59с, 1,2,3...30хв	5 хв.

Як можна бачити з прикладу, з моменту появи збою живлення основної лінії, у випадку часу пуску генератора 10 секунд, до моменту відновлення живлення навантаження від резервного вводу проходить 16 сек. (TS + 10с + TCE).

1.5 Правила техніки безпеки

Блок АВР ATS022 повинен бути відключений від управління вимикачами до:

- перевірки автоматичних вимикачів;
- виконання обслуговування вимикачів або кіл, що живляться ними;
- виконання будь-яких операцій, коли відключення / включення вимикача

може бути небезпечним

Під час обслуговування:

- встановіть "Ручний" режим;
- заблокуйте вимикачі в відключеному стані за допомогою механічного

блокування.

Безпечне використання неможливо, якщо:

- пристрій було пошкоджено при транспортуванні;
- пристрій має видимі ознаки пошкодження;
- пристрій не працює;
- пристрій зберігалось тривалий період часу.

Навіть, якщо пристрій показує на режим очікування, блок необхідно вимкнути від контрольних кіл, так як може існувати ризик появи живлення кіл без попередження.

III. План роботи

1. Ознайомитись з правилами техніки безпеки роботи під час роботи з блоком ATS022.
2. Згідно з табл. 1.3 ввімкнути блок ATS022 до трифазної мережі нейтральним провідником.
3. На блоці ATS022 встановити витримки часу згідно з табл. 1.5.

IV. Оформлення звіту

У звіті слід:

1. Вказати назву, мету і план роботи.
2. Накреслити схему ввімкнення блоку ATS022 до трифазної мережі нейтральним провідником.
3. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

V. Контрольні питання

1. Яке призначення пристрою автоматичного введення резерву?
2. Назвіть групи живлення згідно з Стандартом ІЕС 60364.
3. Який з двох блоків ATS забезпечує меншу перерву живлення?
4. Як впливає наявність генератора на швидкість відновлення живлення?
5. Поясніть особливості живлення пріоритетного навантаження в залежності від потужності генератора.
6. Поясніть процедуру переведення живлення установки від резервного джерела.
7. Поясніть процедуру зворотного перемикання живлення установки від основного джерела.
8. У випадку яких збоїв активується процедура автоматичного перемикання блоків ATS021 і ATS022?
9. В яких системи можуть використовуватись блоки ATS?

2. ВИВЧЕННЯ ІНТЕРФЕЙСУ БЛОКУ ATS022

I. Мета роботи

Ознайомлення з режимами роботи блоку ATS022, інтерфейсом передньої панелі ATS022, описом світлодіодів, кнопками на передній панелі, налаштуванням режимів роботи, графічним дисплеєм, режимами тестування,

II. Теоретичні відомості

2.1 Огляд блоку ATS022

Блок АВР ATS022 може використовуватися в установках, де потрібне перемикання між двома лініями для гарантії живлення навантаження у випадку збою на одній з ліній.

Блок ATS022 вибирає лінію живлення безпосередньо керуючи ввідними вимикачами цих ліній: ATS022 може використовуватися з автоматичним. вимикачами і вимикачами-роз'єднувачами.

Блок контролює напругу основної та резервної лінії і визначає наступні аварії:

- максимальна і мінімальна напруга;
- максимальна і мінімальна частота;
- баланс фаз;
- небаланс напруги;
- небаланс частоти.

Блок ATS022 не вимагає допоміжного живлення, тому що він живиться безпосередньо напругою контрольованих ліній.

У випадку відсутності живлення обох ліній ATS022 переходить в Сплячий режим (максимальна тривалість 1 хв.), в якому блок активний і чекає відновлення живлення на одній з ліній. Після закінчення Сплячого режиму гасне світлодіод живлення, ATS022 відключається і чекає появи живлення. У випадку відновлення основної або резервної лінії блок аналізує параметри живлення контрольованих ліній і стану вимикачів, а потім здійснює операції перемикання відповідно до заданого режиму роботи.

Додаткове живлення необхідно в наступних випадках:

- використання передачі даних протоколом Modbus RTU RS485;
- використання в системах в номінальній частоті 16 2/3 Гц або 400 Гц;
- використання в однофазних системах з напругою 57,5...109 В.

Також можуть застосовуватися блоки живлення 24В DC...110В DC (-10%, +15%).

ATS022 може використовуватися в системах з номінальною частотою 50 Гц, 60 Гц, 400 Гц, 16 2/3 Гц. Параметр номінальної частоти мережі налаштовується через меню.

Пристрій може використовуватися в однофазних і трифазних мережах з нейтраллю або без. Налаштування виконується через меню. ATS022 також дозволяє вибрати з меню дисплея різні системи розподілу для ліній LN1 і LN2. ATS022 може працювати в Ручному і Автоматичному режимах. У першому випадку автоматичні вимикачі можуть керуватися кнопками на передній панелі пристрою. В автоматичному режимі логіка перемикачів контролюється пристроєм безпосередньо.

ATS022 оснащений фронтальним графічним дисплеєм (див.рис 2.1), за допомогою якого користувач може здійснювати налагодження і контроль за станами вимикачів і самого блоку.



Рисунок 2.1 – Фронтальний вид пристрою ATS022

Також ATS022 може інтегруватися в систему зв'язку і комунікації за протоколом Modbus RTU RS485.

2.2 Режими роботи

ATS022 може застосовуватися в наступних режимах (сценарії застосування):

- перемикання з Основної лінії живлення – на Резервну лінію живлення;
- перемикання з Основної лінії живлення – на Резервний Генератор;
- перемикання з двома незалежними лініями живлення і Секційним вимикачем.

ATS022 дозволяє реалізувати схеми з керуванням третім вимикачем. Через меню задаються наступні режими:

- управління неперіоритетними навантаженнями з СВЗ перемиканням на резервний ввід (NPL);
- управління неперіоритетними навантаженнями з СВЗ як секційного (NPL Bus Tie).

ATS022 має можливість вибору пріоритетної лінії живлення. Пріоритетна лінія може вибиратися під час роботи блоку. Через меню вибираються такі параметри:

- пріоритетна лінія: Лінія LN1;
- пріоритетна лінія: Лінія LN2;
- без пріоритету лінії (обидві лінії рівноцінні).

В автоматичному режимі можна задати вводу або виведення процедури автоповернення (зворотного перемикання у випадку відновлення живлення). Можна вибрати такі параметри:

- з процедурою автоповернення;
- без процедури автоповернення.

2.3 Використання блоку АВР

Інтерфейсу передньої панелі ATS022 наведений на рис. 2.2, а його опис – в табл. 2.1.

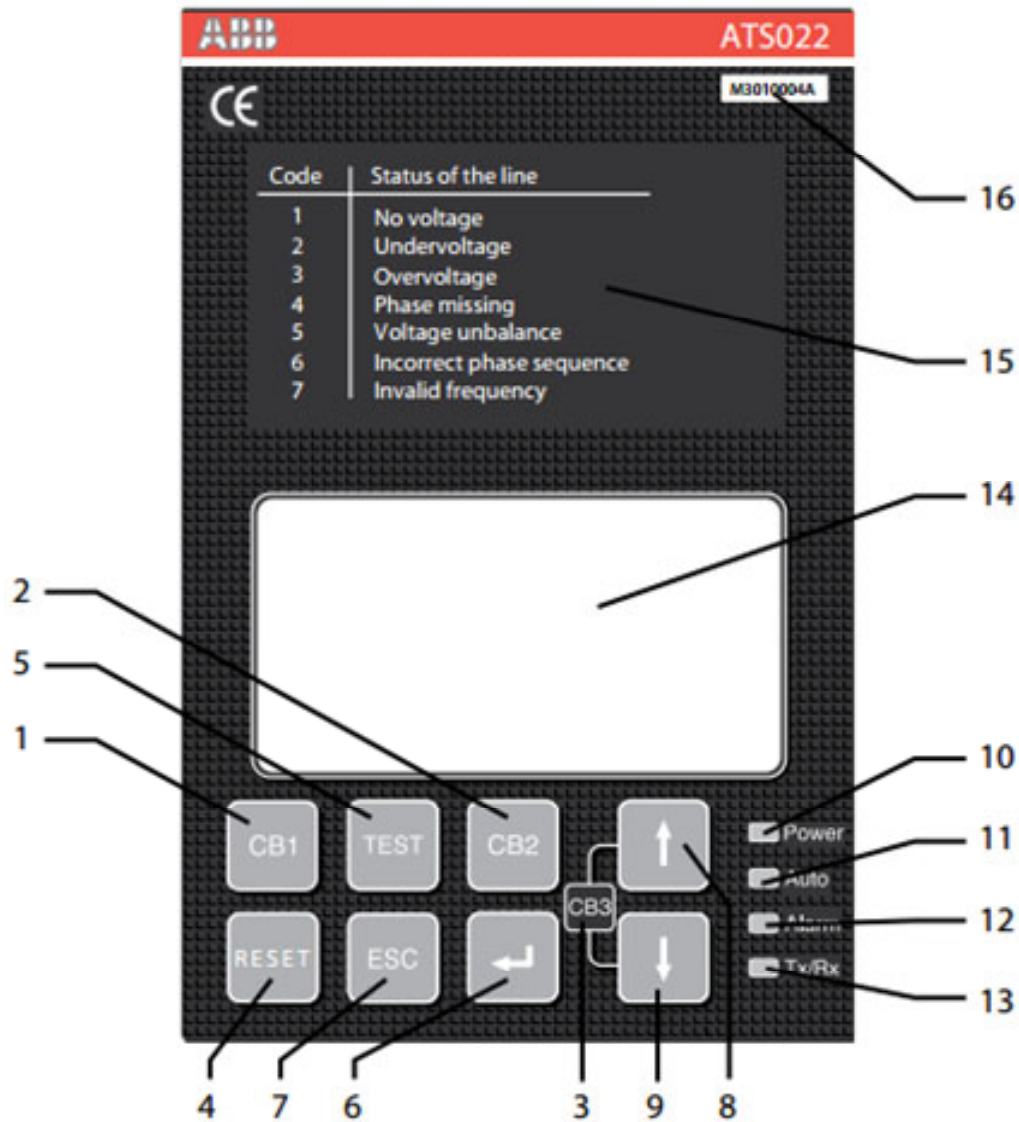


Рисунок 2.2 –Інтерфейсу передньої панелі ATS022

Таблиця 2.1 – Опис інтерфейсу ATS022

Пункт	Опис
1	CB1: кнопка для вимкнення / вмикання автоматичного вимикача CB1
2	CB2: кнопка для вимкнення / вмикання автоматичного вимикача CB2
3	CB3: графічна індикація процедури вимкнення / вмикання вимикача CB3 (затиснути комбінація кнопок UP-DOWN мінімум на 2 с)
4	RESET: кнопка для вибору режиму Автоматичний / Ручний та скидання аварій
5	TEST: кнопка для вибору режиму Тест
6	ENTER: кнопка для підтвердження дії
7	ESC: кнопка для повернення назад

Пункт	Опис
8	UP: кнопка для переміщення вгору по меню
9	DOWN: кнопка для переміщення вниз по меню
10	Світлодіод POWER: вказує наявність живлення
11	Світлодіод AUTO: вказує режим роботи Автоматичний / Ручний
12	Світлодіод ALARM: вказує на наявність аварії
13	Світлодіод Tx / Rx: вказує на стан передачі даних
14	Графічний дисплей
15	Табличка із зазначенням кодів станів ліній живлення (розшифровка збоїв)
16	Серійний номер

2.4 Опис світлодіодів

2.4.1 Alarm (Аварія)

Палаючий червоний світлодіод Alarm означає вимкнення логіки перемикання або одна з таких подій:

- збій виконання команди на автоматичний вимикач;
- спрацювали розчіплювачі захисту;
- автоматичні вимикачі викочені;
- аварія генератора;
- вхід відключення логіки DI3 активний.

Якщо світлодіод Alarm не горить то це означає, що логіка перемикання активна і немає жодних аварій.

2.4.2 Auto (Авто)

Світлодіод Auto вказує режим роботи:

- Ручний: світлодіод не горить;
- Автоматичний: горить зеленим кольором;
- Тест: зелений світлодіод миготить.

2.4.3 Power (Живлення)

Світлодіод Power вказує присутність живлення:

- живлення присутнє: горить зеленим кольором, коли блок живиться від ліній або від допоміжних джерела живлення;
- живлення відсутнє: світлодіод не горить, коли живлення обох ліній відсутнє і Сплячий режим закінчився. Логіка знаходиться в очікуванні відновлення живлення однієї з ліній;
- Сплячий режим: миготіння зеленого світлодіоду вказує на те, що блок активний і знаходиться в режимі очікування за відсутності живлення обох ліній і відсутності допоміжного живлення. В такому випадку блок очікує появи живлення однієї з ліній (максимальний час 1хв) завершенні сплячого режиму світлодіод гасне і АТС022 відключається. У випадку повернення живлення на основній або резервній лінії АТС022 аналізує стан ліній і стан вимикачів, а потім пускає процедуру перемикавання відповідно до обраного використання.

2.4.4 TX / RX

Світлодіод TX / RX вказує стану шини зв'язку.

- здійснюється передача даних по шині: мигання світлодіода зеленим кольором;
- шина зв'язку не активна: світлодіод не горить.

2.5 Кнопки на передній панелі

В ручному режимі кнопка **СВ1** вимикає/вмикає вимикача СВ1.

В ручному режимі кнопку **СВ2** вимикає/вмикає вимикача СВ2.

Кнопка **RESET** використовується для вибору Ручного або Автоматичного режиму. У разі виникнення аварії кнопкою RESET скидається аварійний стан блоку. В такому випадку блок переходить в ручний режим. Натиснути кнопку знову для переходу в Автоматичний режим.

Кнопка **TEST** пускає режим тестування процедур прямого або зворотного перемикавання. АТС022 повинен перебувати в Ручному режимі. Для виходу з режиму Тест необхідно натиснути кнопку RESET.

Кнопка **Enter** використовується для підтвердження дії або входу в меню.

Кнопка **ESC** використовується для скасування дії або повернення до попереднього меню.

Кнопка **UP** використовується для переміщення вгору по меню.

Кнопка **DOWN** використовується для переміщення вниз по меню.

2.6 Налаштування режимів роботи

2.6.1 Ручний режим

Для переходу в Ручний режим роботи блоку AT5022 необхідно:

- 1) переконатись, що горить світлодіод Power (рис. 2.3/1);
- 2) якщо світлодіод AUTO не горить, то блок знаходиться в Ручному режимі (рис. 2.3/2);
- 3) якщо світлодіод AUTO горить, то слід натиснути кнопку RESET (рис. 2.3/3). Світлодіод AUTO згасне і блок перейде в Ручний режим (див. рис. 2.3/4).

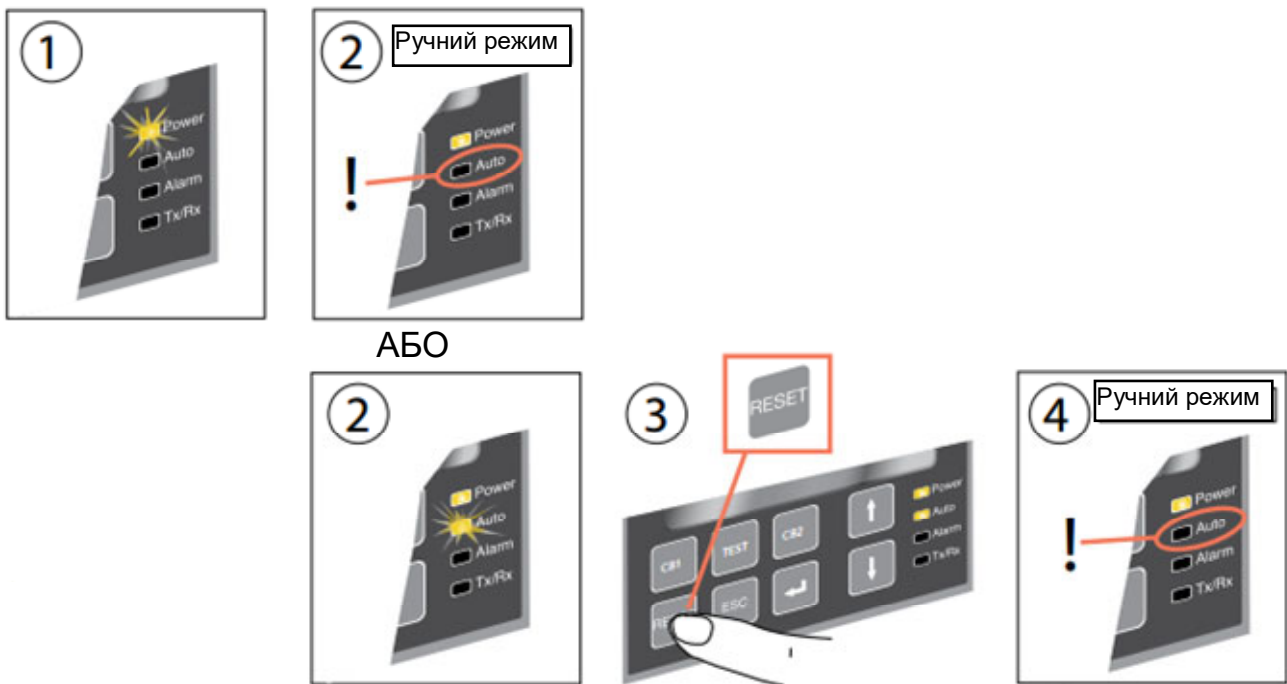


Рисунок 2.3 – Опис процедури вибору Ручного режиму роботи AT5022

2.6.2 Автоматичний режим

Для переходу в Автоматичний режим роботи блоку AT5022 необхідно:

- 1) переконатись, що горить світлодіод POWER (рис.2.4/1);
- 2) натиснути кнопку RESET (рис. 2.4/2). Якщо світлодіод AUTO горить, то блок AT5022 знаходиться в автоматичному режимі роботи (рис. 2.4/3);
- 3) якщо світлодіод AUTO не горить, то необхідно натиснути RESET ще раз; Світлодіод AUTO загориться і блок ATS перейде в автоматичний режим (рис. 2.4/4).

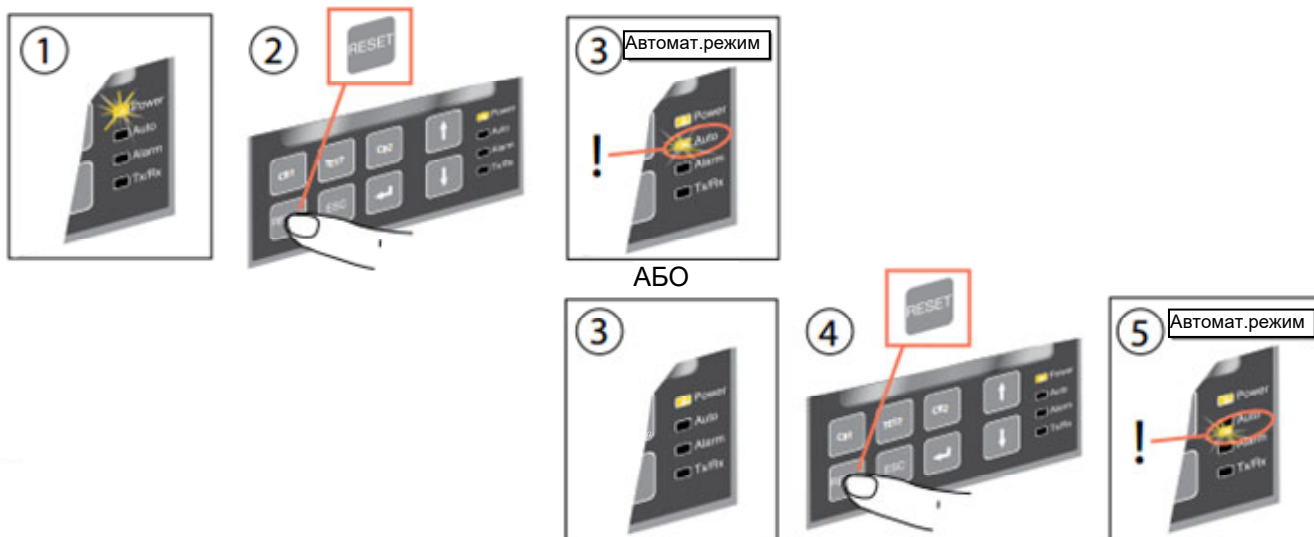


Рисунок 2.4 – Опис процедури вибору Автоматичного режиму роботи ATS022

2.7 Графічний дисплей

Дисплей ATS022 наведений на рис.2.5, а його опис – в табл.2.1.

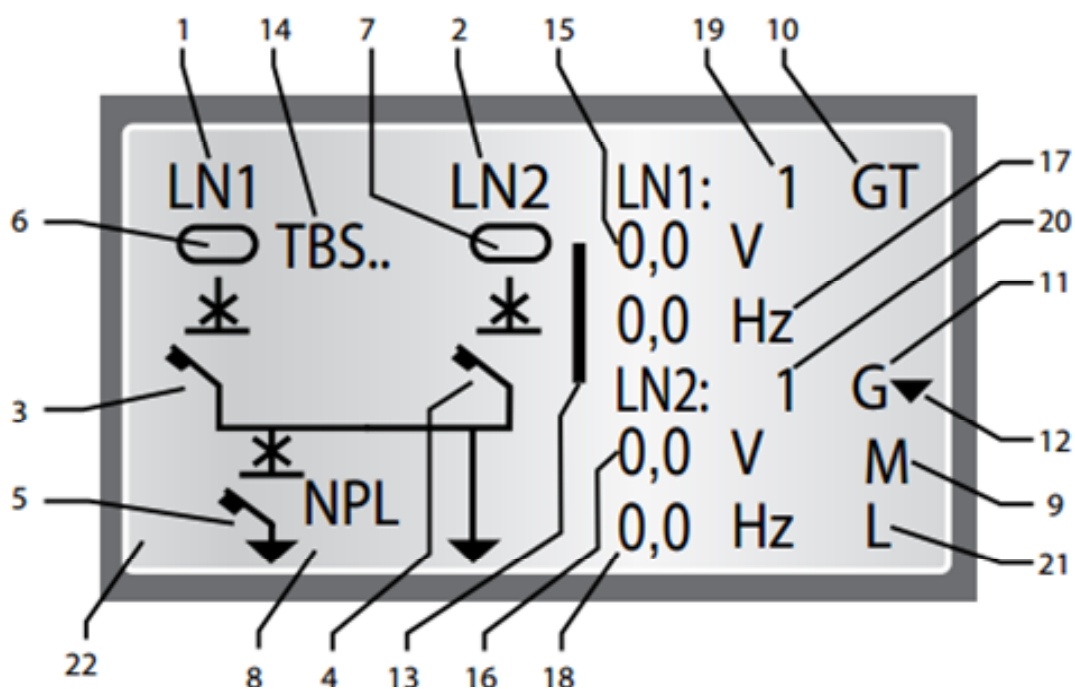


Рисунок 2.5 – Опис дисплея ATS022

Таблиця 2.2 – Опис дисплея ATS022

Пункт	Опис
1	LN1: Лінія 1
2	LN2: Лінія 2
3	Графічне відображення стану вимикача СВ1
4	Графічне відображення стану вимикача СВ2

Пункт	Опис
5	Графічне відображення стану вимикача СВЗ
6	Знак наявності / відсутності живлення LN1
7	Знак наявності / відсутності живлення LN2
8	Позначення типу застосування
9	Індикатор ручного режиму
10	Індикатор режиму Тест
11	Індикатор присутності генератора
12	Пуск генератора (стрілка вгору) / відчепися (стрілка вниз)
13	Індикатор виконання команди вимкнення / вмикання
14	Індикатор часу затримки
15	Вимір напруги лінія живлення LN1
16	Вимір напруги лінія живлення LN2
17	Вимірювання частоти лінія живлення LN1
18	Вимірювання частоти лінія живлення LN2
19	Код стану лини LN1
20	Код стану лини LN2
21	Показчик місцевого / віддаленого режиму
22	Індикатор активації виходу DO7

2.7.2 Індикатор стану ліній LN1 і LN2

Присутність/Відсутність ліній LN1 і LN2 показується графічно на дисплеї за допомогою залитої/порожньої іконки (рис. 2.5/6 - 2.5/7, і спеціального коду стану живлення. У випадку будь-якого збою живлення іконка стає порожньою і поруч з номером лінії відображається один з кодів, наведених у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Опис кодів стану ліній ATS022

Стан лінії	Код
Немає живлення (напруги)	1
Знижена напруга	2
Підвищена напруга	3
Обрив фази	4

Стан лінії	Код
Небаланс фаз (оцінюється між лінійними напругами для конфігурації 3Р і між фазними для конфігурації 3Р + N)	5
Неправильне чергування фаз	6
Підвищена/Понижена частота	7

2.7.3 Навігація по меню

Для входу в основне меню необхідно натиснути кнопку ENTER. На головній сторінці меню є три рівня конфігурації блоку ATS022 (рис. 2.6):

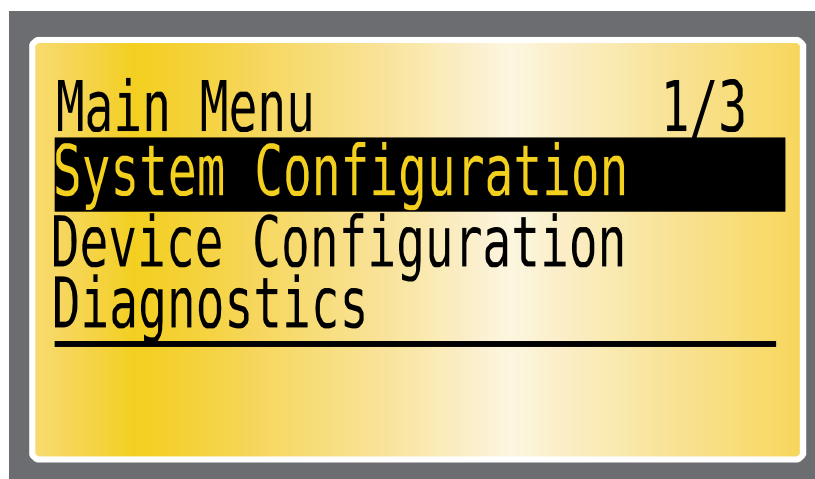


Рисунок 2.6 – Опис основного меню ATS022

Для доступу на сторінки конфігурації потрібний 4-значний пароль, який необхідно ввести, використовуючи кнопки ВНИЗ, ВГОРУ і ENTER. Пароль діє протягом однієї хвилини після його вводу. Для першого доступу в систему пароль 0001; пізніше пароль може бути змінений на бажаний. Якщо пароль був забутий або загублений, необхідно зв'язатися з сервісом АББ.

На сторінці конфігурації системи можна задати:

- параметри обох ліній живлення (табл. 2.4);
- тип застосування (табл.2.5).

Таблиця 2.4 –Опис параметрів ліній ATS022

Параметри ліній LN1-LN2	Значення	Налаштування виробника
Номінальну напругу	100В / 57В- 115В / 66В - 120В / 70В - 208В / 120В - 220В / 127В - 230В / 132В - 240В / 138В - 277В / 160В - 347В / 200В - 380В / 220В - 400В / 230В - 415В / 240В - 440В / 254В - 480В / 277В	400В / 230В
Номінальна частота	50 Гц - 60 Гц, 16 2/3 Гц, 400 Гц	50 Гц

Параметри ліній LN1-LN2	Значення	Налаштування виробника
Кількість фаз LN1	1 фаза / 3 фази і N / 3 фази без N	3 фази і N
Кількість фаз LN2	1 фаза / 3 фази і N / 3 фази без N	3 фази і N
Присутність зовнішнього трансформатора напруги	присутній/відсутній (для напруг вище 480В)	відсутній
Первинне напруга ТН	100В / 57В- 115В / 66В - 120В / 70В - 208В / 120В - 220В / 127В - 230В / 132В - 240В / 138В - 277В / 160В - 347В / 200В - 380В / 220В - 400В / 230В - 415В / 240В - 440В / 254В - 480В / 277В - 500В / 288В - 550В / 317В - 600В / 347В - 660В / 380В - 690В / 400В - 910В / 525В - 950В / 550В - 1000В / 577В - 1150В / 660В	690В / 400В
Вторинна напруга ТН	100В / 57В- 115В / 66В - 120В / 70В - 208В / 120В - 220В / 127В - 230В / 132В - 240В / 138В - 277В / 160В - 347В / 200В - 380В / 220В - 400В / 230В - 415В / 240В - 440В / 254В - 480В / 277В	400В / 230В

Таблиця 2.5 – Опис типів застосування ATS022

Тип застосування	значення	Налаштування виробника
Пристрої захисту	2CBs / 3CBs NPL тільки відключення / 3CBs NPL відключення і включення / 3CBs NPL BusTie / 3CBs Bus Tie	2CBs
Використання генератора	Генератор не використовується / Генератор використовується	Генератор не використовується
Пріоритет лінії	Лінія LN1 / Лінія LN2 / Без пріоритету лінії	Лінія LN1
Перемикання	З автоповернення / Без автоповернення	З автоповернення

На сторінці конфігурації пристрою можна задати:

- граничні значення (табл. 2.6);
- витримки часу (табл. 2.7);
- цифрові входи (табл. 2.8);
- параметри Modbus (табл. 2.9);
- мову інтерфейсу і підсвічування дисплея (табл. 2.10).

Таблиця 2.6 – Опис порогових значень ATS022

граничні значення	значення	Налаштування виробника
Мінімальна/Максимальна порогова напруга	-30%...-5%, + 5%...+ 30%, крок $\pm 1\%$ (небаланс напруги встановлюється на те саме значення)	-15%; + 15%
Мінімальна/Максимальна порогова частоти	-10%...-1%, + 1%...+ 10%, крок $\pm 1\%$	-1%; + 1%

Таблиця 2.7 – Опис витримок часу ATS022

Витримка часу	Значення	Налаштування виробника
Витримка TS	0...30с, крок 1с	0с
Витримка TBS	0...59с, крок 1с, 1,2,3...30хв, крок 1хв	0с
Витримка TCE і TCN	0...60с, крок 1с	3с
Витримка TL	0...60с, крок 1с	0с
Витримка TC	0...60с, крок 1с	3с
Витримка TGOFF	0...59с, крок 1с, 1,2,3...30хв, крок 1хв	3с

Таблиця 2.8 – Опис входів ATS022

Цифровий вхід	Значення	Налаштування виробника
Цифровий вхід DI10 – функція	відключений/пуск генератора/активація логіки/віддалене скидання/АВАРІЙНЕ БЛОКУВАННЯ	пуск генератора
Цифровий вхід DI10 – тип	нормально вимкнений НР/нормально закритий НЗ	НР
Цифровий вхід DI8 - тип	нормально вимкнений НР/нормально закритий НЗ	НР

Таблиця 2.9 – Опис параметрів Modbus ATS022

Modbus	Значення	Налаштування виробника
Адреса Modbus	1...247	1
Швидкість Modbus	9600/19200/38400 біт / с	9600
Стоп біти Modbus	0,1	1
Парність Modbus	парний, непарний, без парності	без парності
Режим управління	місцевий, віддалений	місцевий

Таблиця 2.10 – Опис мови інтерфейсу і підсвічування дисплея ATS022

Функція	Значення	Налаштування виробника
---------	----------	------------------------

Тривалість підсвічування	Завжди ввімкнено, 0...59с, крок 1с, 1,2,3...30хв, крок 1хв	Завжди ввімкнено
Мова	English / Italian / German / French / Spanish / Finnish / Русский / Chinese	English

На сторінці діагностики можливо отримати доступ до таких опцій (рис 2.7):

- виміряні значення: на дисплеї відображаються виміряні значення напруг і частоти ліній живлення LN1 і LN2 (рис. 2.8);

- журнал аварій: на дисплеї відображається 20 останніх аварій/подій (рис. 2.9).

Число аварій відображається у верхній частині сторінки і остання аварія завжди перша в списку. Журнал очищується вибором пункту Clear Log (Очистити журнал) і натисканням кнопки Enter.

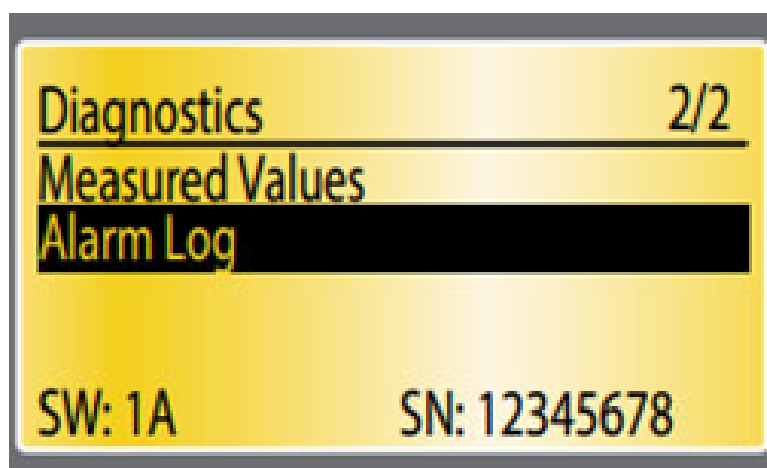


Рисунок 2.7 –Опис меню діагностики ATSO22

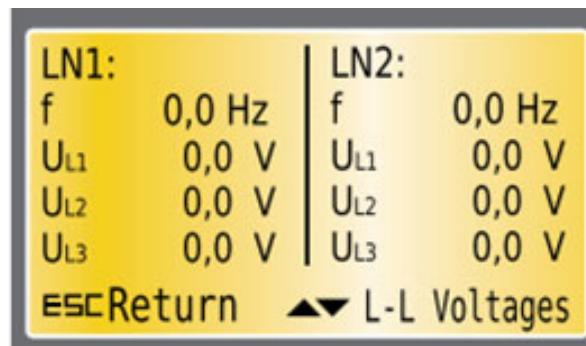
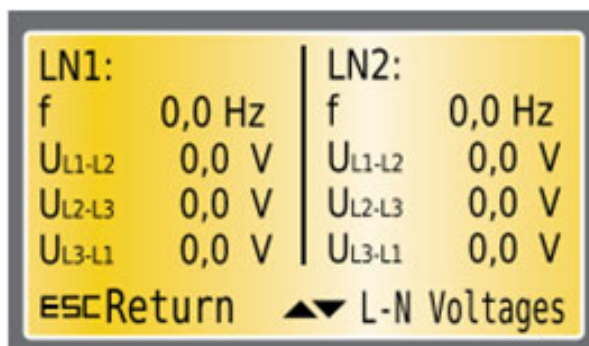


Рисунок 2.8 –Діагностика - сторінка виміряних значень ATSO22

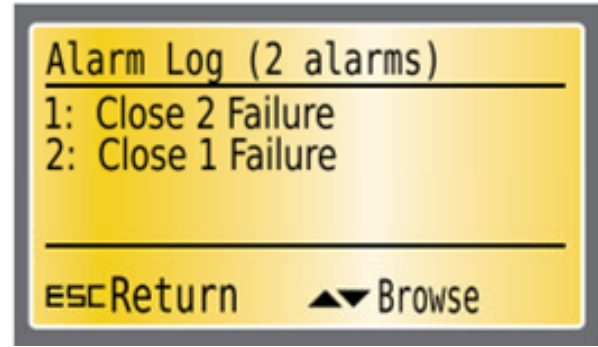
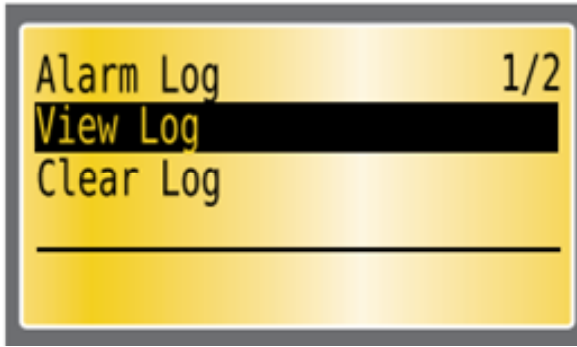


Рисунок 2.9 –Діагностика - Сторінка журналу аварій ATSS022

2.8 Використання кнопок в ручному режимі

2.8.1 Вимкнення/Вмикання вимикачів СВ1, СВ2

В ручному режимі вимикачі можуть керуватися за допомогою кнопок СВ1 і СВ2. У разі збою аварії активується також, як і у випадку автоматичного режиму роботи.

Робота кнопки СВ1:

- якщо СВ1 ввімкнений, при натисканні на кнопку посилається команда на вимкнення СВ1;
- якщо СВ1 і СВ2 вимкнені, при натисканні на кнопку посилається команда на вмикання СВ1;
- якщо СВ1 вимкнений, а СВ2 ввімкнений, то ніяких операцій не відбуватиметься.

Робота кнопки СВ2:

- якщо СВ2 ввімкнений, при натисканні на кнопку посилається команда на вимкнення СВ2;
- якщо СВ1 і СВ2 вимкнені, при натисканні на кнопку посилається команда на вмикання СВ2;
- якщо СВ2 вимкнений, а СВ1 ввімкнений, то ніяких операцій не відбуватиметься.

2.8.2 Вимкнення/Вмикання вимикача СВ3

У Ручному режимі одночасне натискання комбінації клавіш Вгору і Вниз дозволяє Вмикати/Вимикати вимикач СВ3:

- вимкнення СВ3: натиснути одночасно кнопки ВГОРУ і ВНИЗ на 2 секунди;

- вмикання СВ3: натиснути одночасно кнопки ВГОРУ і ВНИЗ на 2 секунди.

2.8.3 Ручний Пуск/Зупинка генератора

У Ручному режимі комбінація кнопок RESET, СВ1 і СВ2 дозволяє пуск/зупинку генератора:

- пуск генератора: утримувати RESET і натиснути СВ1;
- зупинка генератора: утримувати RESET і натиснути СВ2

2.9 Режими тестування

ATS022 має можливість вибору двох режимів тестування:

- тестування обраної процедури перемикачів (повне тестування);
- тестування пуску / зупинки генератора (тест системи пуску).

Після завершення тестування необхідно переконатися, що пристрій ATS022 не залишився помилково в режимі Тест.

У Ручному режимі ATS022 необхідно натиснути кнопку TEST: все світлодіоди крім Tx/Rx одночасно засвітяться двічі, потім світлодіод AUTO буде блимати кожні 0.5 с; на екрані відобразиться знак «Т».

Процедура тестування буде відрізнятися в залежності від обраного застосування (табл. 2.11).

Таблиця 2.11 – Опис режиму повного тестування ATS022

2 CBs (2 Вимикача)	3CBs NPL (3 Вимикача.; СВ3 в колі неперіоритетного навантаження)
1. Натиснути TEST; пускається генератор (не виконується, якщо генератор не використовується).	1. Натиснути TEST; пускається генератор (не виконується, якщо генератор не використовується).
2. Натиснути TEST; СВ1 Вимикається.	2. Натиснути TEST; СВ1 Вимикається.
3. Натиснути TEST; СВ2 Вмикається.	3. Натиснути TEST; СВ3 Вимикається.
4. Натиснути TEST; СВ2 Вимикається.	4. Натиснути TEST; СВ2 Вмикається.
5. Натиснути TEST; СВ1 Вмикається.	5. Натиснути TEST; СВ2 Вимикається.
6. Натиснути TEST; генератор зупиняється (не виконується, якщо	6. Натиснути TEST; СВ1 Вмикається.
	7. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається

генератор не використовується).	(не виконується, якщо в ATS022 не активована функція тільки вимкнення) 8. Натиснути TEST; генератор зупиняється (не виконується, якщо генератор не використовується)
3CBs NPL Bus Tie (3 Вимикача; СВ3 в колі секційного вимикача)	3CBs Bus Tie (3 Вимикача; 2 вводи і секційний)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Натиснути TEST; пускається генератор (не виконується, якщо генератор не використовується). 2. Натиснути TEST; СВ1 Вмикається. 3. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається. 4. Натиснути TEST; СВ2 Вмикається. 5. Натиснути TEST; СВ2 Вмикається. 6. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається. 7. Натиснути TEST; СВ1 Вмикається. 8. Натиснути TEST; генератор зупиняється (не виконується, якщо генератор не використовується). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Натиснути TEST; СВ1 Вмикається. 2. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається. 3. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається. 4. Натиснути TEST; СВ1 Вмикається. 5. Натиснути TEST; СВ2 Вмикається. 6. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається. 7. Натиснути TEST; СВ3 Вмикається. 8. Натиснути TEST; СВ2 Вмикається.

В кінці процедури необхідно натиснути знову кнопку TEST для продовження.

Аварії в режимі тестування активуються точно таким же чином, як в Ручному і автоматизації режимах роботи.

Користувач може зупинити процедуру тестування натисканням на кнопку RESET.

Режим тесту пуску/зупинки генератора дозволяє перевірити тільки пуск і зупинку генератора у випадку працюючої установки без перемикання вимикачів ліній. Даний режим працює тільки, якщо в ATS022 налаштоване використання генератора.

У Ручному режимі AT5022 необхідно тримати кнопку TEST мінімум 3 секунди; відпустивши кнопку TEST все світлодіоди крім Tx/Rx одночасно засвітяться чотири рази, і потім світлодіод AUTO буде блимати з частотою 0.5 Гц; на дисплеї з'явиться іконка «GT».

Процедура тестування наступна:

1. Натисніть TEST; генератор запускається.
2. Натисніть TEST; генератор зупиняється.

2.10 Аварії AT5022

Можливі аварії відображаються у вигляді повідомлень на дисплеї AT5022.

Можливі повідомлення про аварії показані в табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Аварії AT5022

Аварія	Тип збою	Необхідні дії
Збій вимикача СВ1	Вимикач основної лінії СВ1 не відключений протягом 5с	Аварія може бути скинута натисканням на кнопку RESET.
Збій вимикача СВ2	Вимикач резервної лінії СВ2 не відключений протягом 5с	Аварія може бути скинута натисканням на кнопку RESET.
Збій вимикача СВ3	Секційний вимикач або вимикач неперіоритетного навантаження СВ3 не вимкнено за 5 с	Аварія може бути скинута натисканням на кнопку RESET.
Збій вимикача СВ1	Вимикач основної лінії СВ1 не включили протягом 5с	Аварія може бути скинута натисканням на кнопку RESET.
Збій вимикача СВ2	Вимикач резерв. Лінії СВ2 не включили протягом 5с	Аварія може бути скинута натисканням на кнопку RESET.
СВ1 викочений	Вимикач СВ1 був викочений	Логіка блокується і AT5022 переходить в Ручний режим. Скинути аварію вкоченням СВ1.
СВ2 викочений	Вимикач СВ2 був викочений	Логіка блокується і AT5022 переходить в Ручний режим. Скинути аварію вкоченням СВ2.
Логіка блокування.	Вимкнений вхід активації/вимкнення логіки DI3	Логіка блокована. Заблокувати вхід DI3
Зовнішня аварія	Обидва вимикача замкнуті (DI1 і DI2 замкнуті)	Перевірити підключення та відповідність вимикача.
Спрацювання СВ1	Вимикач СВ1 спрацював	Логіка блокована поки вхід DI4 вимкнений.
Спрацювання СВ2	Вимикач СВ2 спрацював	Логіка блокована поки вхід DI5 вимкнений.
Аварія	Активний вхід аварії	Логіка блокована поки вхід DI8

Аварія	Тип збою	Необхідні дії
генератора	генератора DI8	ввімкнений.

III. План роботи

1. На блоці ATS022 встановити Ручний режим роботи блоку. Зробити фотографії дисплея ATS022
2. Вручну ввімкнути та вимкнути ввідні вимикачі ліній LN1 та LN2. Зробити фотографії дисплея ATS022
3. На блоці ATS022 встановити Автоматичний режим роботи блоку. Зробити фотографії дисплея ATS022
4. Вимкнути живлення основної лінії LN1 та переконатись в правильності роботи блок ATS022. Зробити фотографії дисплея ATS022

IV. Оформлення звіту

У звіті слід:

1. Вказати назву, мету і план роботи.
2. Подати фотографії дисплея ATS022, зроблені під час експериментів.
3. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

V. Контрольні питання

1. Що означає палаючий червоний світлодіод Alarm на передній панелі ATS022?
2. Що означає, якщо світлодіод Alarm не горить?
3. Що означає палаючий світлодіод Auto на передній панелі ATS022?
4. Що означає палаючий зелений світлодіод Power на передній панелі ATS022?
5. Що означає миготіння зеленого світлодіоду Power?
6. Що означає миготіння зеленого світлодіоду TX/RX на передній панелі ATS022?
7. Що означає, якщо світлодіод TX/RX не горить?
8. Як можна ввімкнути вимикачі вводу з передньої панелі ATS022?

9. Як скинути аварійний стан блоку?
10. Яку призначення кнопки RESET?
11. В якому режимі повинен перебувати блок ATS022 для запуску режиму тестування?
12. Як можна ввімкнути секційний вимикач з передньої панелі ATS022?
13. Як можна зупинити генератор з передньої панелі ATS022?

3. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ТРАНСФОРМАТОР НА ОСНОВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ І ГЕНЕРАТОР НА РЕЗЕРВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ (2CBS)»

I. Мета роботи

Ознайомлення з логікою перемикачів, порядком команд, схемами підключення блоків ATS, налаштуванням мережі і конфігурацією блоків ATS021 і ATS022 для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення і генератор на резервній лінії живлення».

II. Теоретичні відомості

3.1 Логіка перемикачів

У випадку перерви живлення основної лінії, блок ATS022 автоматично посилає команду пуску генератора (рис. 3.1). Як тільки параметри живлення від генератора будуть в нормі, блок пускає процедуру автоматичного перемикачів.

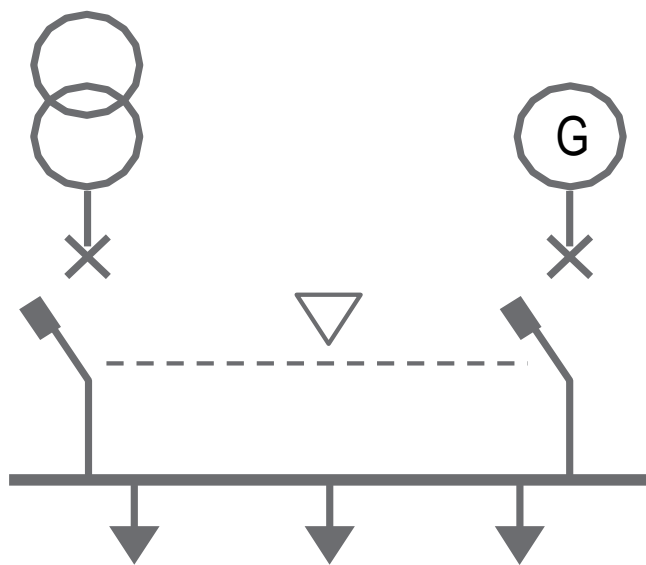


Рисунок 3.1 – Схема застосування 2CBS (2 Вимикача) - генератор використовується

Часові діаграми наведені на рис.3.2.

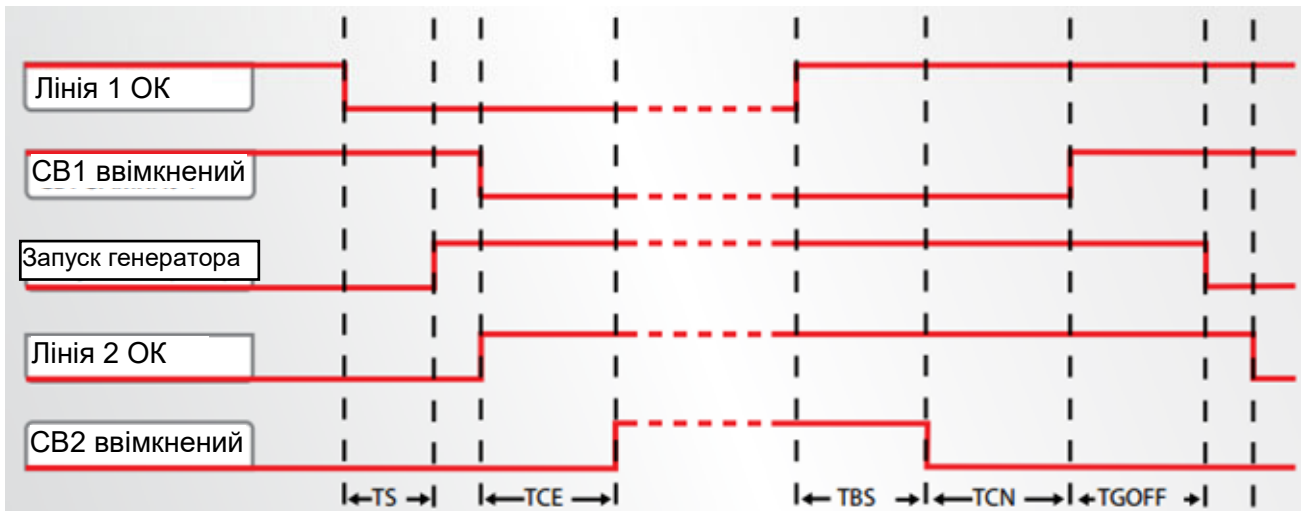


Рисунок 3.2 – Часові діаграми 2CBs (2 вимикач.) - основна лінія LN1

Згідно логіки роботи даної схеми (табл. 3.1), у випадку нормального режиму живлення установки здійснюється від трансформатора TV1. У випадку збою на основній лінії навантаження живляться від генератора GS1 резервного вводу (генератор здатний живити таке ж навантаження, як і трансформатор).

Таблиця 3.1 – Логіка перемикання

Електрична схема АВР	Логіка перемикання									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>QF1</th> <th>QF2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Робочий режим</td> <td> </td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>Аварійний режим</td> <td>○</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>○ – вимикач вимкнений – вимикач ввімкнений</p>		QF1	QF2	Робочий режим		○	Аварійний режим	○	
	QF1	QF2								
Робочий режим		○								
Аварійний режим	○									

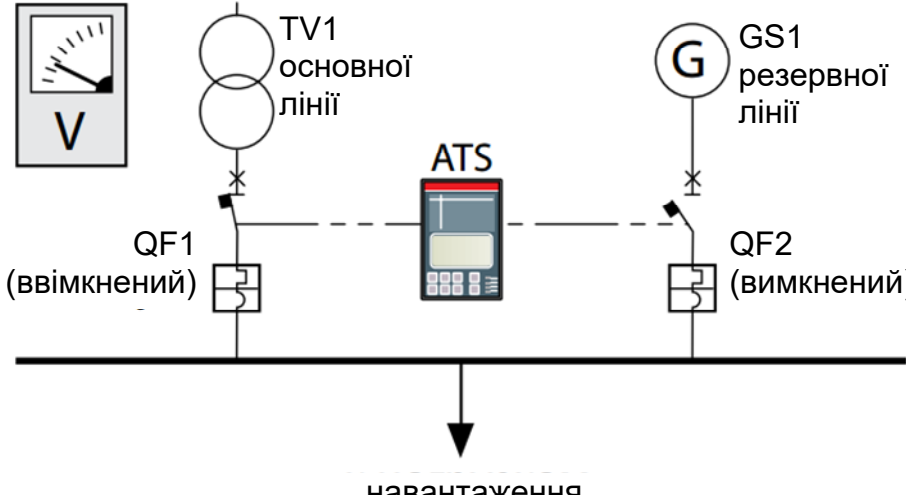
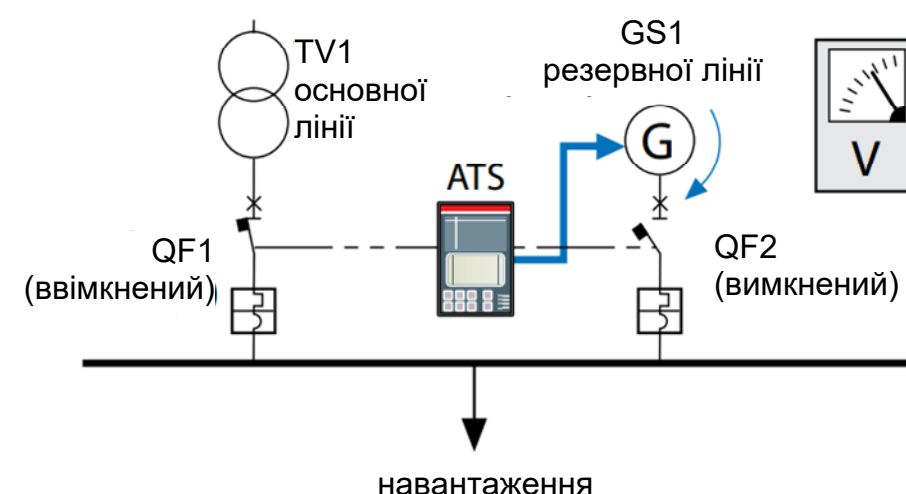
В робочому режимі схеми, блок ATS контролює живлення основної мережі. У випадку аварії, ATS передає сигнал на пуск генератора через час TS. Як тільки живлення резервної лінії стає нормальним, блок активує вимкнення вимикача основної лінії і вмикає вимикач резервної лінії з витримкою TCE (TF для ATS021). Починаючи з цього моменту, все живлення електроустановки здійснюється від генератора через вимикач QF2.

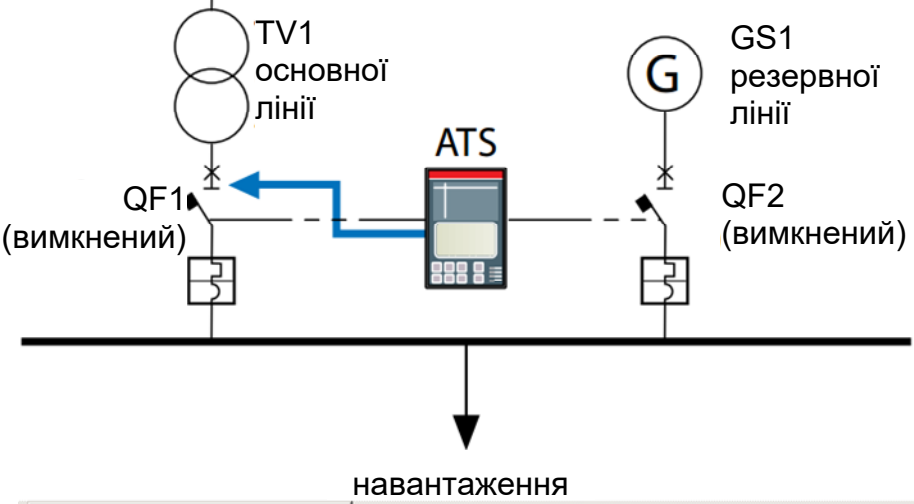
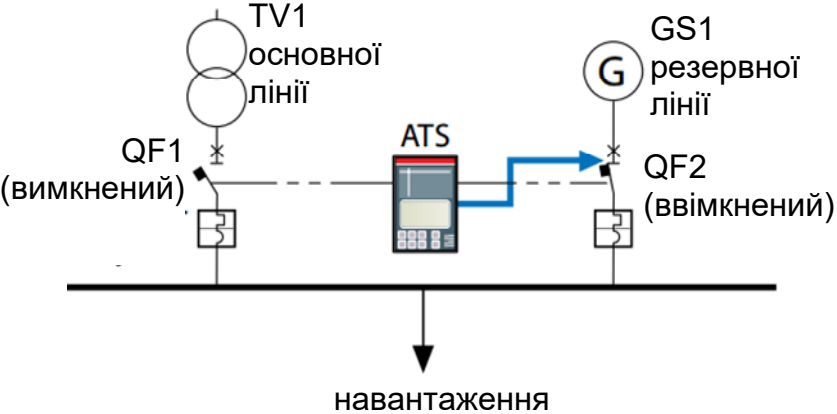
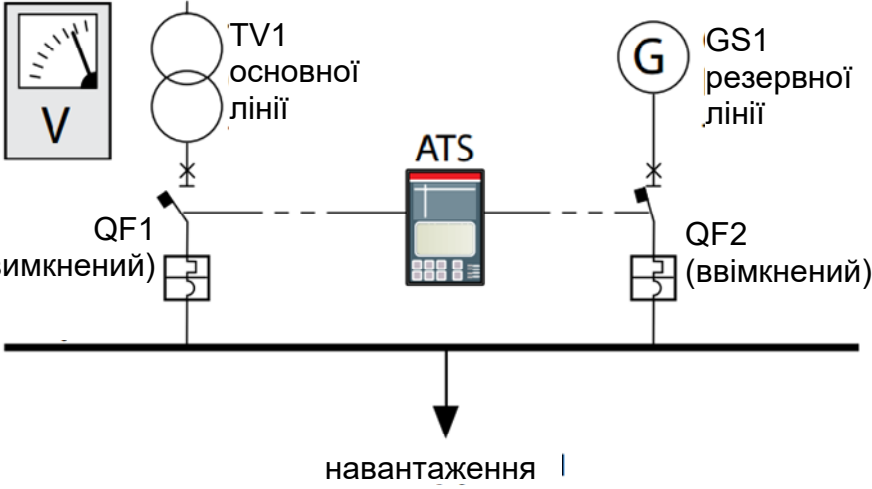
У випадку повернення параметрів живлення основної лінії в допустимі межі (залежать від налаштувань) блок ATS вичікує витримку часу TBS і активує процедуру автоповернення: ATS розмикає вимикач QF2 резервної лінії і, через витримку часу TCN (TF для ATS021), вмикає вимикач QF1 основній лінії живлення. Після відновлення електропостачання електроустановки від основної лінії, блок ATS передає команду на зупинку генератора через витримку часу TGoff.

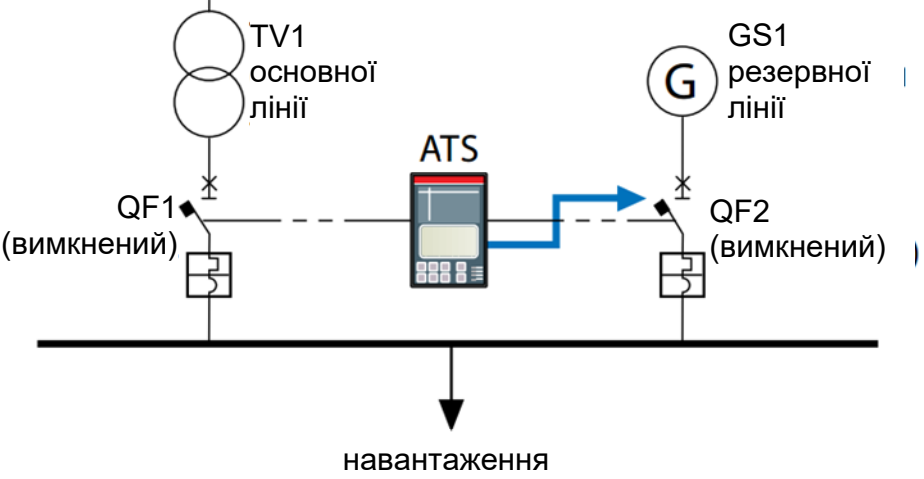
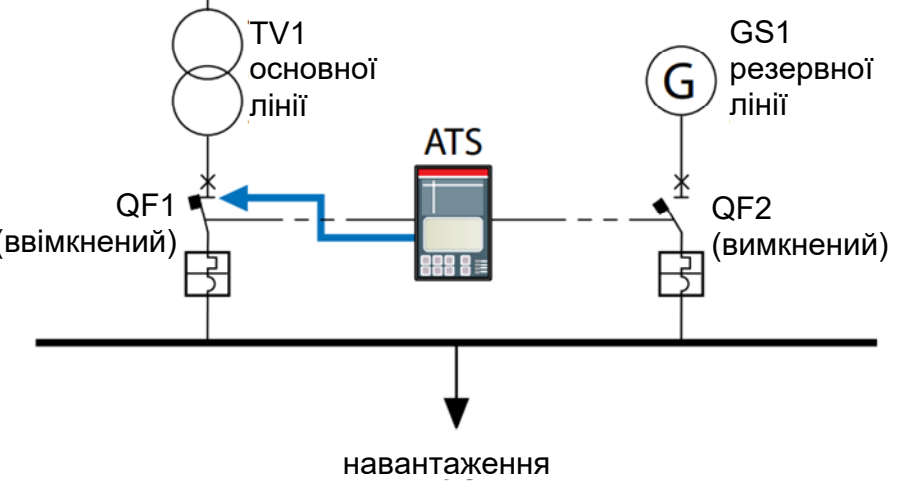
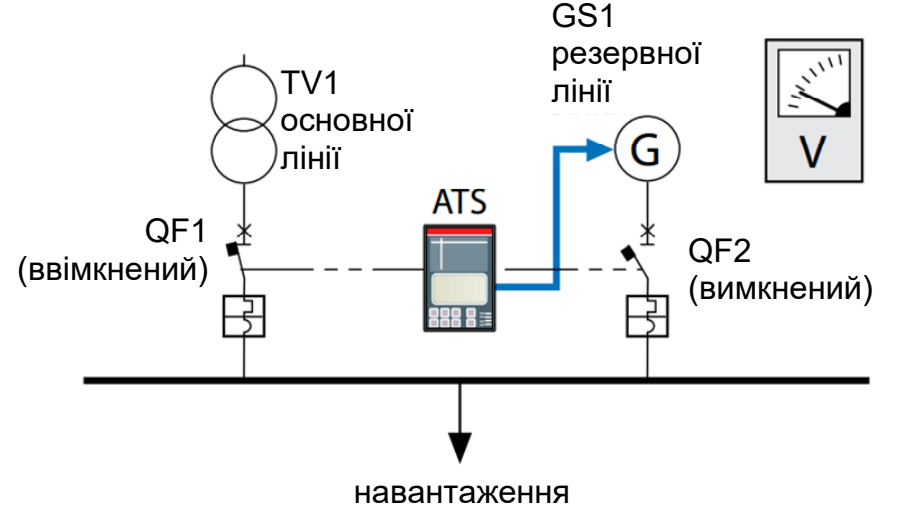
3.2 Порядок команд

В табл. 3.2 показаний порядок команд, які виконуються блоком ATS під час перемикання.

Таблиця 3.2 – Порядок команд блоком ATS

Подія	Пояснення
Перемикання - з TV1 на GS1	
	<p>Виявлення аварії на основній лінії живлення.</p>
TS.	<p>Блок ATS вичікує затримку часу TS</p>
	<p>ATS передає команду на пуск генератора. Після завершення пуску з'являється живлення від резервної лінії.</p>

Подія	Пояснення
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>ATS</p> <p>навантаження</p>	<p>Після відновлення електропостачання на резервній лінії, блок ATS подає команду на вимкнення вимикача QF1. Після вимкнення QF1 ATS відраховує витримку часу TCE (TF для ATS021).</p>
<p>TCE</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TCE (TF для ATS021).</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (ввімкнений)</p> <p>ATS</p> <p>навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на ввімкнення вимикача QF2.</p>
<p>Зворотнє перемикання - з GS1 на TV1</p>	
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (ввімкнений)</p> <p>ATS</p> <p>навантаження</p>	<p>Параметри живлення основної лінії відновлюються в допустимих межах.</p>
<p>TBS</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TBS.</p>

Подія	Пояснення
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>ATS</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на вимкнення вимикача QF2.</p>
<p>TCN</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TCN (TF для ATS021).</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (ввімкнений)</p> <p>ATS</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на вмикання вимикача QF1.</p>
<p>TGoff</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TGoff</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (ввімкнений)</p> <p>ATS</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>V</p> <p>навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на зупинку генератора.</p>

3.3 Схеми підключення блоків ATS

Для здійснення логіки перемикання додатково до блоків ATS021-ATS022 кожен автоматичний вимикач повинен бути оснащений такими аксесуарами:

- моторний привід з блокуванням ключем від ручного управління (для апаратів Tmax XT і Tmax);
- контакт стану ввімкнений/вимкнений і контакт спрацювання розчіплювача захисту у випадку аварії S51 (якщо контакт S51 доступний);
- контакт положення вкочений/викочений для втичних і викотних вимикачів;
- взаємна механічне блокування (рекомендується).

Додатково необхідні зовнішні пристрої для захисту вторинних кіл і організації живлення аксесуарів.

Кількість і тип аксесуарів залежить не тільки від того чи використовується додаткове джерело живлення для приводів управління вимикачами, але також і від типорозміру використовуваних вимикачів.

На рис. 3.3 показані з'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесуарами, необхідними для перемикання у випадку трифазної системи з нейтраллю.

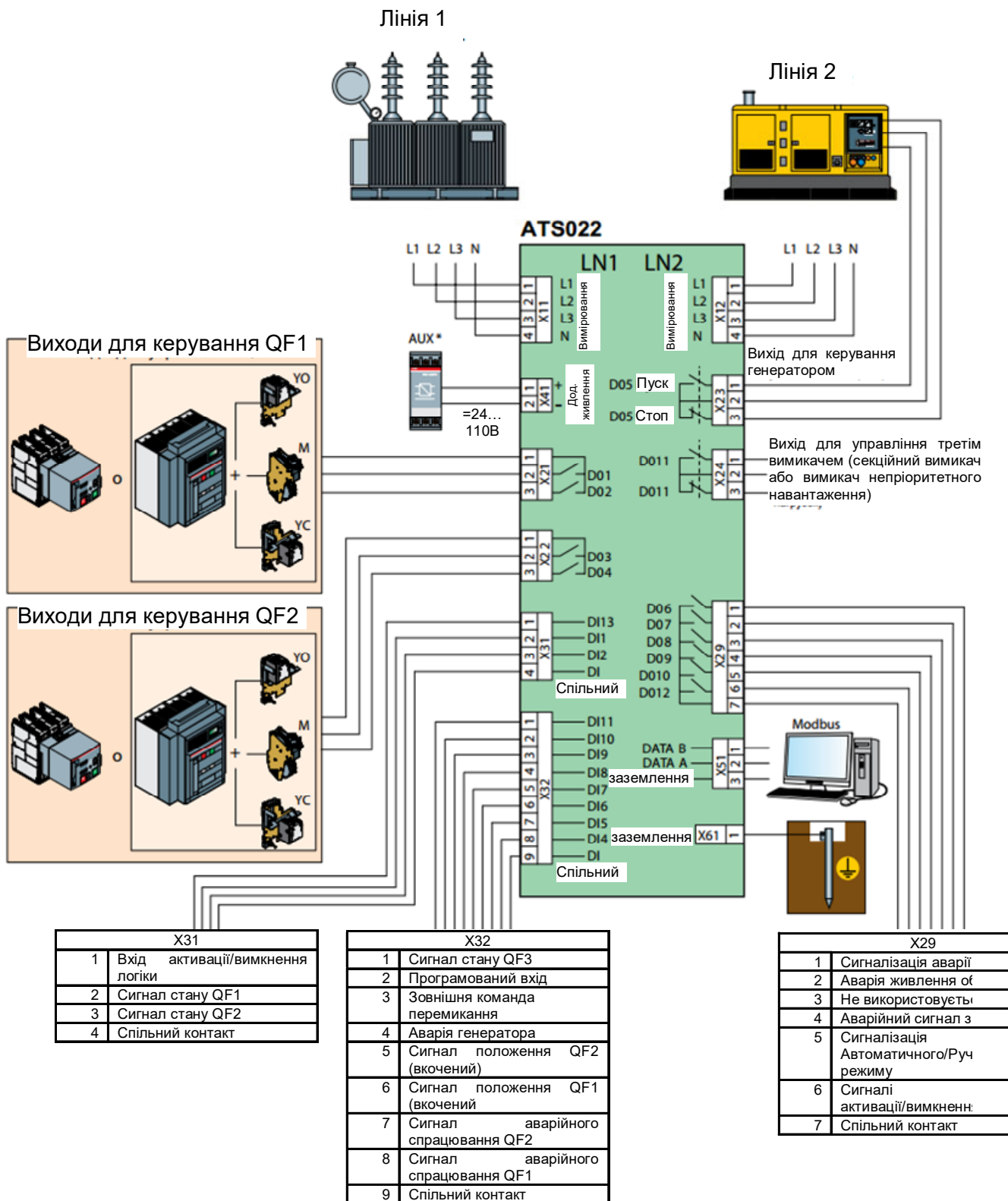


Рисунок 3.3 – З'єднання між блоком АТS022 і всіма аксесуарами

3.4 Налаштування мережі і конфігурація АТS021 і АТS022

Параметри мережі:

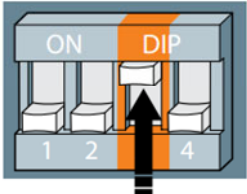
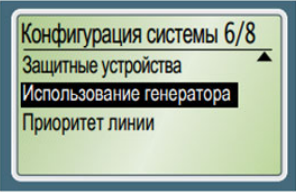
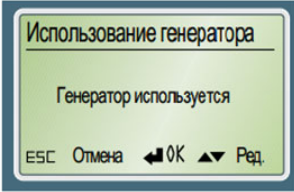
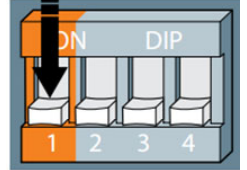
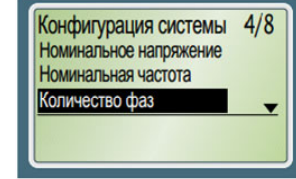
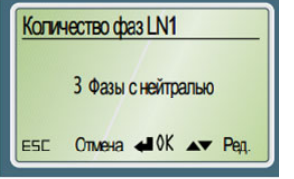
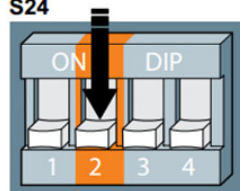
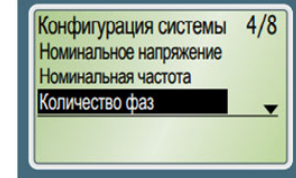
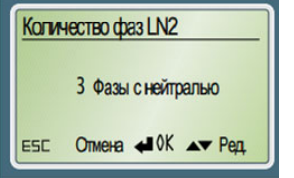
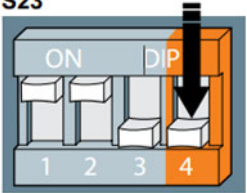
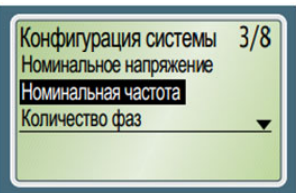
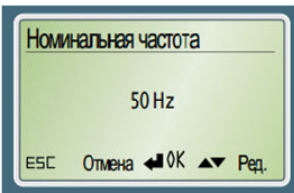
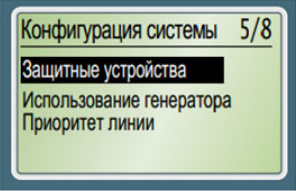
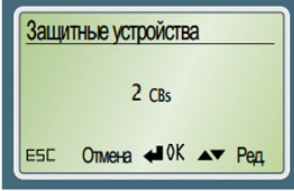
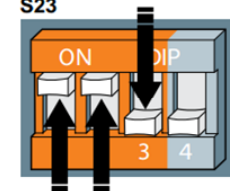
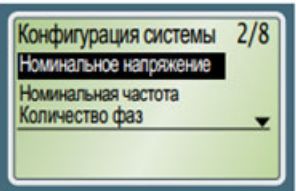
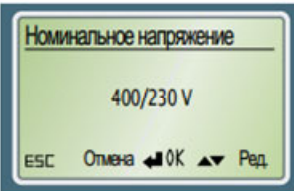
- основна лінія живлення – трансформатор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;

частота мережі 50 Гц;

- резервна лінія живлення – генератор: 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю, частота мережі 50 Гц.

Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022 наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022

Параметр	Конфігурація системи ATS021	Конфігурація системи ATS022
Використання генератора	<p>S24</p> 	 
Система розподілу 3 фази + N	<p>S24</p> 	 
	<p>S24</p> 	 
Номінальна частота 50 Гц	<p>S23</p> 	 
Пристрої захисту	Налаштування не потрібна	 
Напруга мережі	<p>S23</p> 	 

III. План роботи

1. Ввімкнути блок ATS022 згідно з рис. 3.3.
2. Налаштувати мережу згідно з табл. 3.3.

3. Налаштувати блок ATS022 згідно з табл. 3.3.

IV. Оформлення звіту

У звіті слід:

1. Вказати назву, мету і план роботи.
2. Нарисувати схему вмикання блоку ATS022 згідно з рис. 3.3.
3. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

V. Контрольні питання

1. Поясніть роботу блоку ATS022 для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення і генератор на резервній лінії живлення».
2. Як виявляється аварія на основній лінії живлення для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення і генератор на резервній лінії живлення»?
3. Яке призначення витримки часу TS (TF для ATS021)?
4. Чи з'являється живлення на навантаженні після пуску генератора на резервній лінії?
5. Коли вимикається вимикач основної лінії?
6. Яке призначення витримки часу TCE?
7. Коли вмикається вимикач резервної лінії?
8. Коли можливе зворотне перемикавання з GS1 на TV1?
9. Яке призначення витримки часу TBS?
10. Який вимикач вимикається у випадку відновлення параметрів живлення основної лінії в допустимих межах?
11. Яке призначення витримки часу TCN (TF для ATS021)?
12. Яке призначення витримки часу TGoff?
13. Чому блок ATS передає команду на зупинку генератора?

4. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ТРАНСФОРМАТОР НА ОСНОВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ ТА ІНШИЙ ТРАНСФОРМАТОР НА РЕЗЕРВНІЙ ЛІНІЇ ЖИВЛЕННЯ (2CBS)»

I. Мета роботи

Ознайомлення з логікою перемикачів, порядком команд, схемами підключення блоків ATS, налаштуванням мережі і конфігурацією блоків ATS021 і ATS022 для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення та інший трансформатор на резервній лінії живлення».

II. Теоретичні відомості

4.1 Логіка перемикачів

4.1.1 Перемикачів Основна лінія - Резервна лінія

Обидві лінії живлення присутні в робочому режимі; у випадку виникнення перерви живлення основної лінії, блок ATS022 здійснює перемикачів на другу лінію, яка використовується як резервна (рис. 4.1).

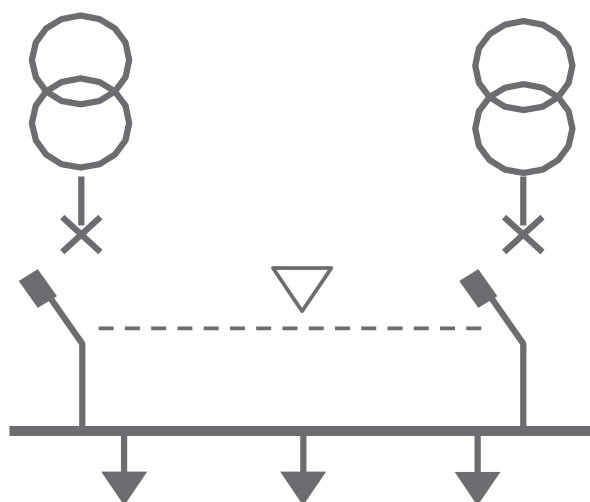


Рисунок 4.1 – Схема застосування 2CBS (2 вимикача) – Генератор не використовується

Часові діаграми наведені на рис. 4.2.

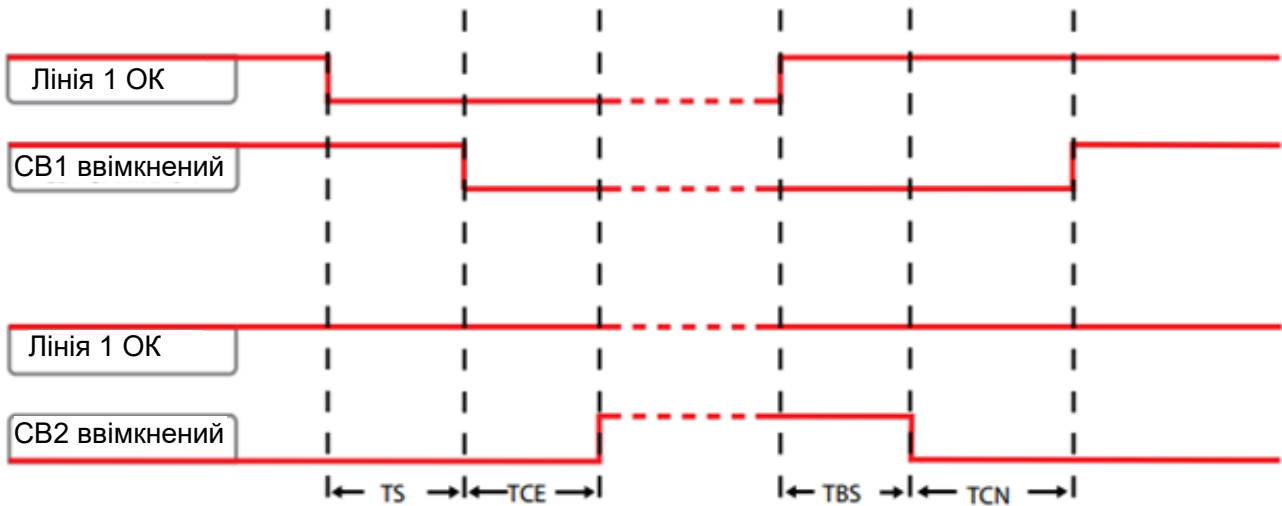


Рисунок 4.2 – Часова діаграма застосування 2CBs (2 вимикача – основна лінія LN1

4.2 Автоматичне перемикання без автоповернення

У випадку зникнення живлення (рис. 4.3) основною лінії блок ATS022 перемикає на резервну лінію (1). У випадку відновлення живлення на основній лінії процедура зворотного перемикання не пускається (2). У випадку аварії на резервному вводі ATS022 командує на відключення автомата резервної лінії (3) і очікує відновлення живлення резервної лінії для зворотного включення апараті (4), вимикач основної лінії як і раніше не включається. Дане застосування також можливе, якщо використовується генератор: в такому випадку генератор пускається через час T_s , і після появи нормального живлення на резервному вводі вимикається вимикач СВ1.

Якщо ATS022 не заживлений від однієї з двох ліній, пристрій буде очікувати відновлення хоча б однієї з ліній (5) до початку процедури перемикання (6).

Даний режим недоступний у разі застосування 3CBs Bus Tie (2 вводи і секційний вимикач) і у випадках застосувань з режимом без пріоритету лінії.

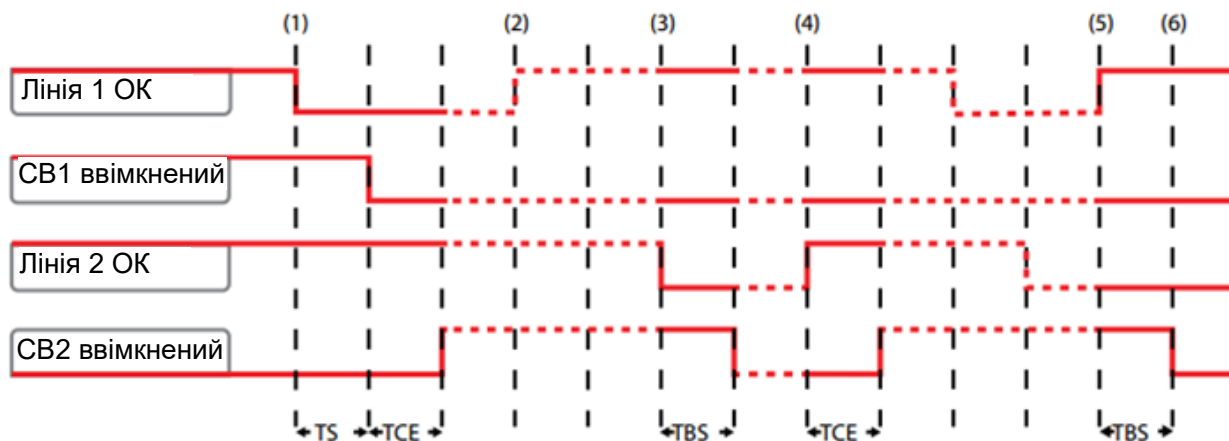


Рисунок 4.3 – Часові діаграми 2CBs (2 вимикача) - генератор не використовується - без автоповернення

Згідно логіки роботи даної схеми (табл. 4.1), за нормальних умов живлення установки здійснюється від трансформатора TV1. У випадку збою навантаження живляться від другого трансформатора резервного вводу. Дана система використовується з двома трансформаторами однакової потужності.

Таблиця 4.1 – Логіка перемикавання

Електрична схема АВР	Логіка перемикавання									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>QF1</th> <th>QF2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Робочий режим</td> <td>○</td> <td>○</td> </tr> <tr> <td>Аварійний режим</td> <td>○</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		QF1	QF2	Робочий режим	○	○	Аварійний режим	○	
		QF1	QF2							
Робочий режим	○	○								
Аварійний режим	○									
	<p>○ – вимикач вимкнений – вимикач ввімкнений</p>									

В робочому режимі схеми, блок ATS контролює живлення основної мережі; у випадку аварії, ATS передає сигнал на вимкнення вимикача QF1 основної лінії живлення через витримку часу TS. Якщо живлення резервної лінії знаходиться в встановлених межах, то блок передає команду на вмикання вимикача резервної лінії з витримкою TCE (TF для ATS021).

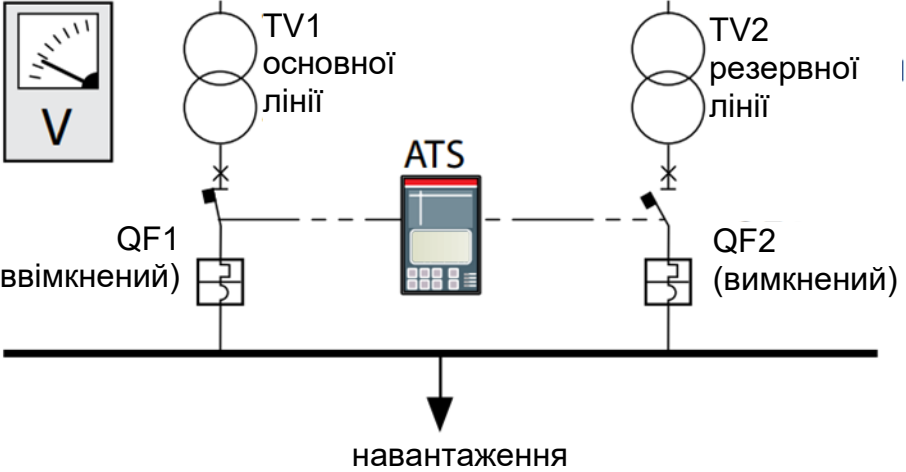
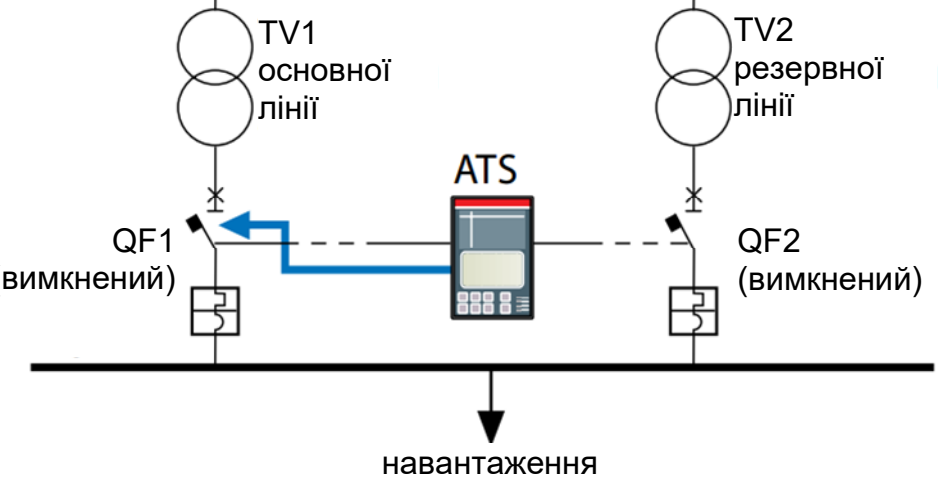
Починаючи з цього моменту все живлення електроустановки здійснюється від трансформатора TV2 через вимикач QF2 резервної лінії.

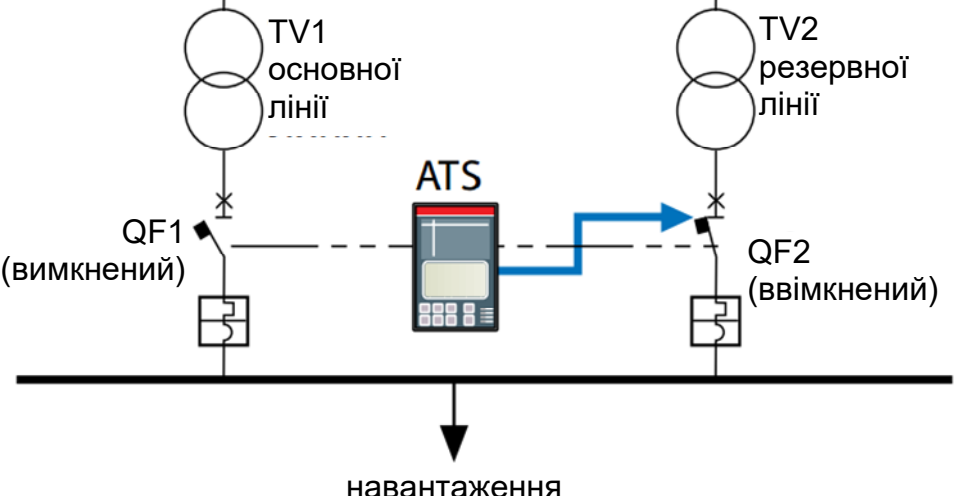
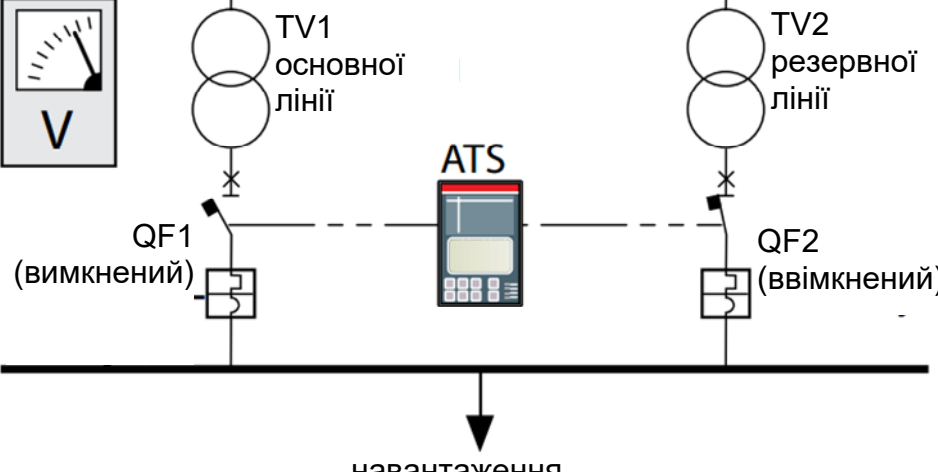
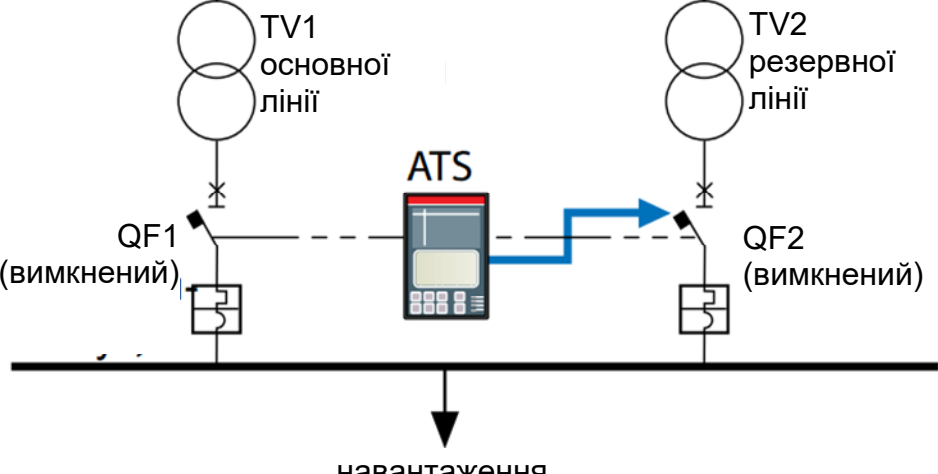
У випадку повернення параметрів живлення основної лінії в допустимі межі (залежить від налаштувань) блок ATS вичікує витримку часу TBS і активує процедуру автоповернення: ATS вимикає вимикач QF2 резервної лінії і через деяку витримку часу TCN (TF для ATS021) вмикає вимикач QF1 основної лінії живлення.

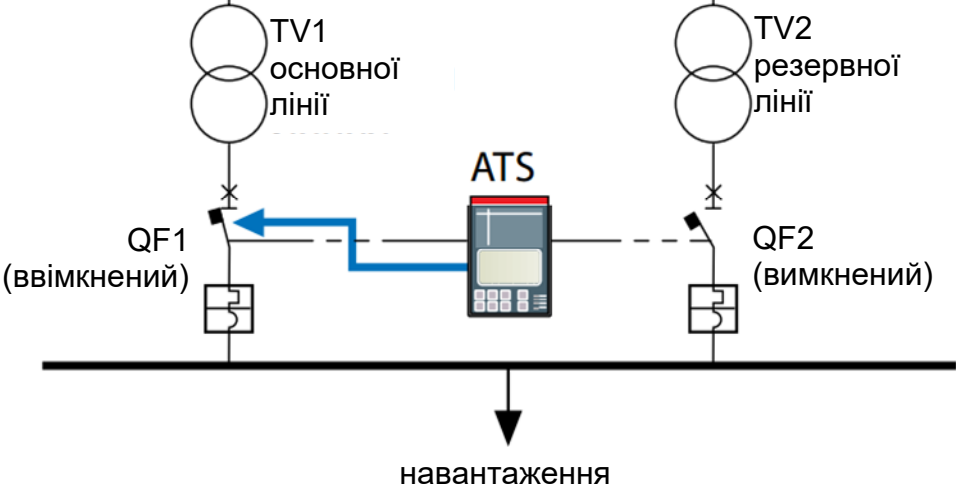
4.3 Порядок команд

В табл. 4.2 показаний порядок команд, які виконуються блоком ATS під час перемикання.

Таблиця 4.2 – Порядок команд блоком ATS

Подія	Пояснення
Перемикання - з TV1 на TV2	
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>TV2 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>ATS</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>навантаження</p>	<p>Виявлення аварії на основній лінії живлення.</p>
TS	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TS.</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>TV2 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>ATS</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>навантаження</p>	<p>ATS передає команду на вимкнення вимикача QF основної лінії живлення</p>
TCE	<p>Блок ATS вичікує</p>

Подія	Пояснення
	витримку часу TCE (TF для ATS021).
 <p>навантаження</p>	Блок ATS передає команду на вмикання вимикача QF2 резервної лінії живлення.
Зворотнє перемикання – з TV2 на TV1	
 <p>навантаження</p>	Параметри живлення основної лінії відновлюються в допустимі межі.
TBS	Блок ATS вичікує витримку часу TBS.
 <p>навантаження</p>	Блок ATS передає команду на вимкнення вимикача QF2 резервної лінії живлення.

Подія	Пояснення
TCN	Блок ATS вичікує витримку часу TCN (TF для ATS021).
	Блок ATS передає команду на вмикання вимикача QF1 основної лінії живлення.

4.4 Схеми підключення блоків ATS

Для здійснення логіки перемикання додатково до блоків ATS021-ATS022 кожен автоматичний вимикач повинен бути оснащений такими аксесуарами:

- моторний привід з блокуванням ключем від ручного управління (для апаратів Tmax ХТ і Tmax);
- контакт стану ввімкнений/вимкнений і контакт спрацювання розчіплювача захисту у випадку аварії S51 (якщо контакт S51 доступний);
- контакт положення вкочений/викочений для втичних і викотних вимикачів;
- взаємна механічне блокування (рекомендується).

Додатково необхідні зовнішні пристрої для захисту вторинних кіл і організації живлення аксесуарів.

Кількість і тип аксесуарів залежить не тільки від того чи використовується додаткове джерело живлення для приводів управління вимикачами, але також і від типорозміру використовуваних вимикачів.

На рис. 4.4 показані з'єднання між блоком ATS021 і всіма аксесуарами, необхідними для перемикання у випадку трифазної системи з нейтраллю.

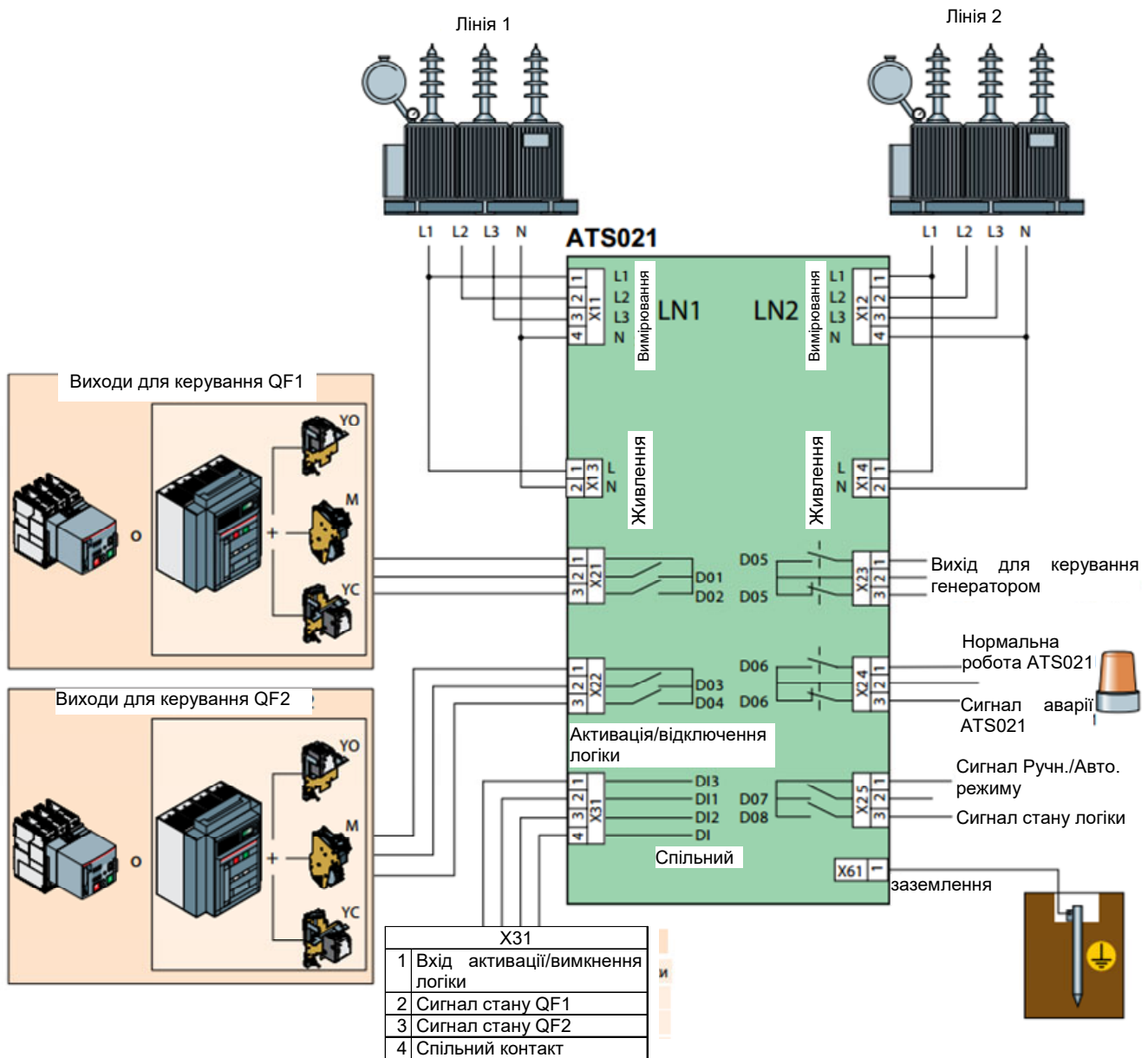


Рисунок 4.4 – З'єднання між блоком ATS021 і всіма аксесурами

На рис. 4.5 показані з'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесурами, необхідними для перемикання у випадку трифазної системи з нейтраллю.

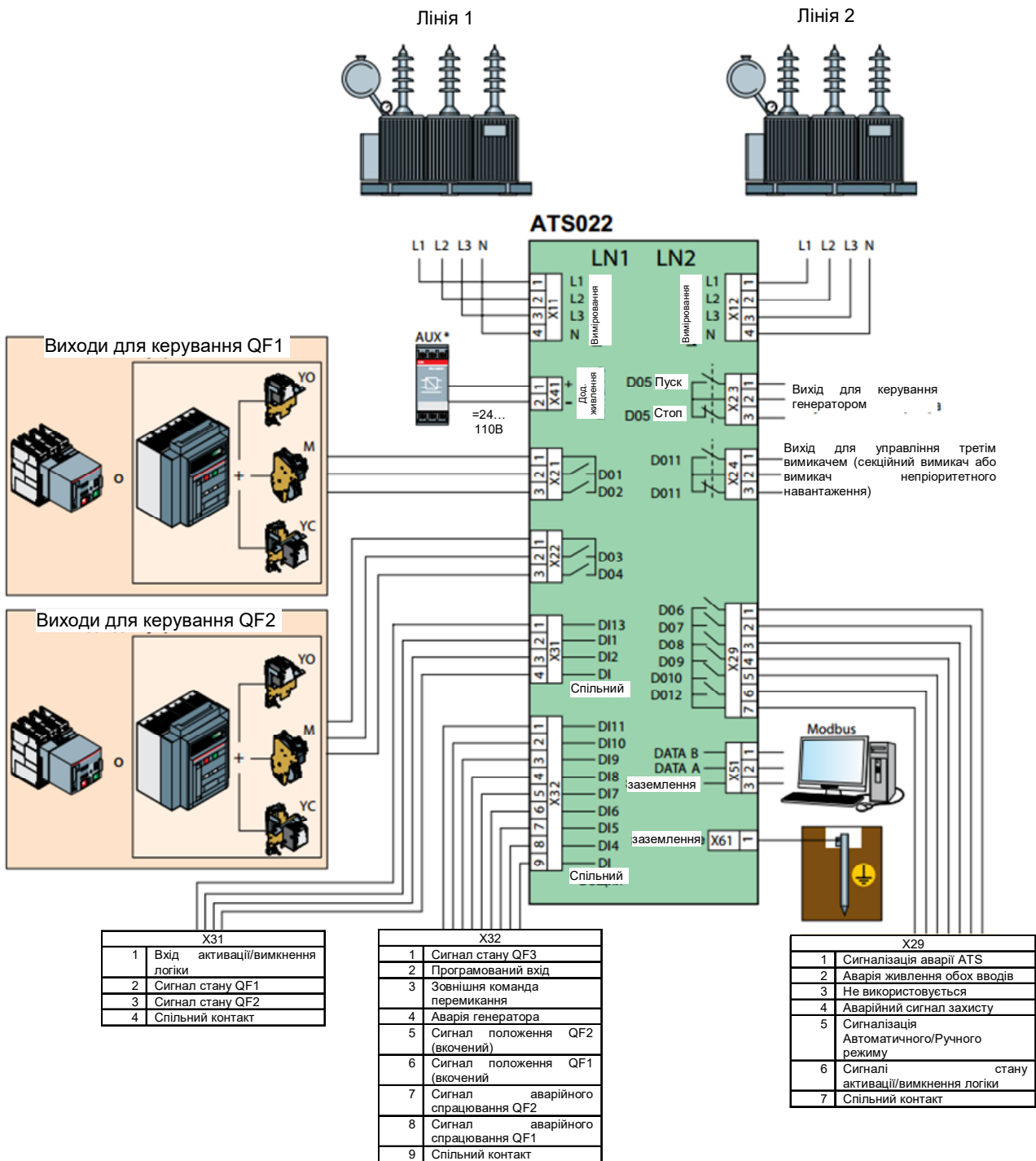


Рисунок 4.5 – З'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесуарами

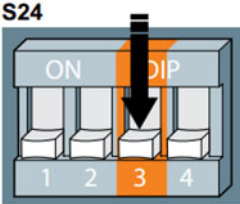
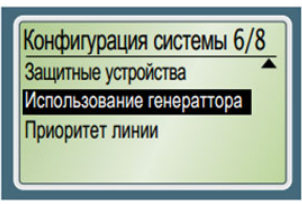
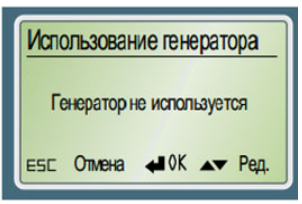
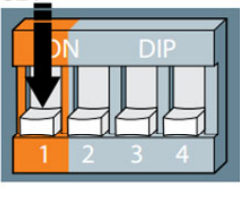
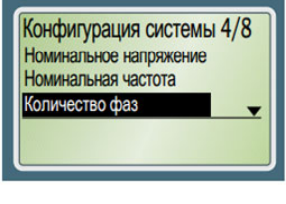
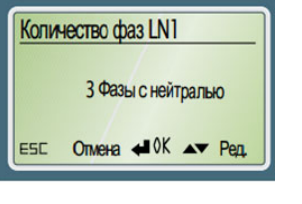
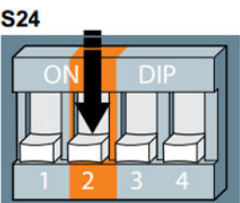
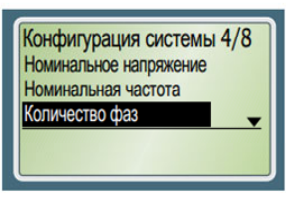
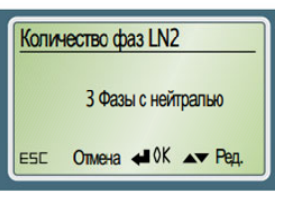
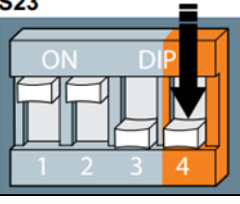
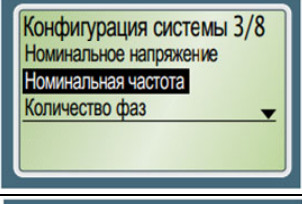
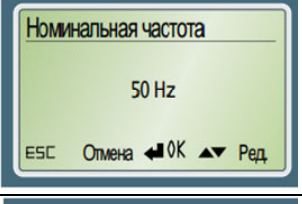
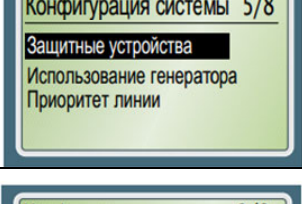
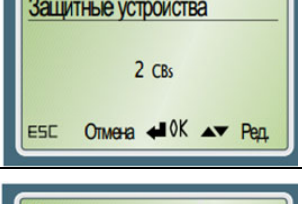
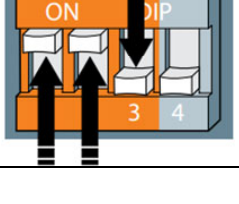
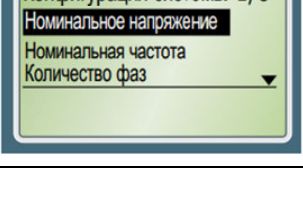
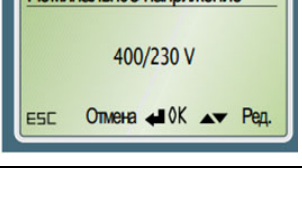
4.5 Налаштування мережі та конфігурація ATS021 і ATS022

Параметри мережі:

- основна лінія живлення – трансформатор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;
- резервна лінія живлення – трансформатор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;
- частота мережі: 50 гц.

Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022 наведено в табл.4.3.

Таблиця 4.3 – Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022

Параметр	Конфігурація системи ATS021	Конфігурація системи ATS022
Генератор не використовується		 
Система розподілу 3 фази + N		 
		 
Номинальна частота 50 Гц		 
Пристрої захисту	Налаштування не потрібне	 
Напруга мережі		 

III. План роботи

1. Ввімкнути блок ATS022 згідно з рис. 4.4.
2. Налаштувати мережу згідно з табл. 4.5.
3. Налаштувати блок ATS022 згідно з табл. 4.5.

IV. Оформлення звіту

У звіті слід:

1. Вказати назву, мету і план роботи.
2. Нарисувати схему вмикання блоку ATS022 згідно з рис. 4.4.
3. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

V. Контрольні питання

1. Поясніть роботу блоку ATS022 для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення та інший трансформатор на резервній лінії живлення».
2. Як виявляється аварія на основній лінії живлення для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення та інший трансформатор на резервній лінії живлення»?
3. Яке призначення витримки часу TS?
4. Коли вимикається вимикач основної лінії?
5. Яке призначення витримки часу TCE?
6. Коли вмикається вимикач резервної лінії?
7. Коли можливе зворотне перемикавання з TV2 на TV1?
8. Яке призначення витримки часу TBS?
9. Який вимикач вимикається у випадку відновлення параметрів живлення основної лінії в допустимих межах?
10. Яке призначення витримки часу TCN?

5. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ЗАСТОСУВАННЯ СЕКЦІЙНОГО ВИМИКАЧА ДЛЯ ВІДКЛЮЧЕННЯ НЕПРІОРИТЕТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ (NPL)»

I. Мета роботи

Ознайомлення з логікою перемикачів, порядком команд, схемами підключення блоків ATS, налаштуванням мережі і конфігурацією блоків ATS021 і ATS022 для схеми «Секційного вимикача для відключення неперіоритетного навантаження».

II. Теоретичні відомості

5.1 Логіка перемикачів

5.1.1 Управління неперіоритетними навантаженнями (NPL)

У випадку перерви живлення основною лінією блок ATS022 пускає процедуру автоматичного перемикачів і керує неперіоритетними навантаженнями вимкненням/вмиканням СВЗ.

ATS022 отримує сигнали стану включений/виключений вимикача СВЗ через відповідний вхід DI11 і керує вмиканням і вимкненням, використовуючи вихід DO11.

Схеми з керуванням неперіоритетними навантаженнями вимагають використання двох реле часу типу CT-AWE (або CT-MFD) для реалізації команд вимкнення і вмикання СВЗ.

Доступні дві різні конфігурації застосування в залежності від положення вимикача СВЗ:

- вимикач СВЗ в положенні секційного вимикача (3CBs NPL – BUS TIE) (рис. 5.1, 5.2, 5.3);
- вимикач СВЗ на лінії неперіоритетного навантаження (3CBs NPL) (рис. 5.4,).

В меню дисплея ATS022 вибираються два різні режими:

- тільки відключення неперіоритетного навантаження у випадку розмикання СВЗ (ручне включення і повернення). В даному випадку додаткові реле часу не потрібні CT-AWE (CT-MFD)
- відключення і зворотне підключення неперіоритетного навантаження за

допомогою вимикача СВ3.

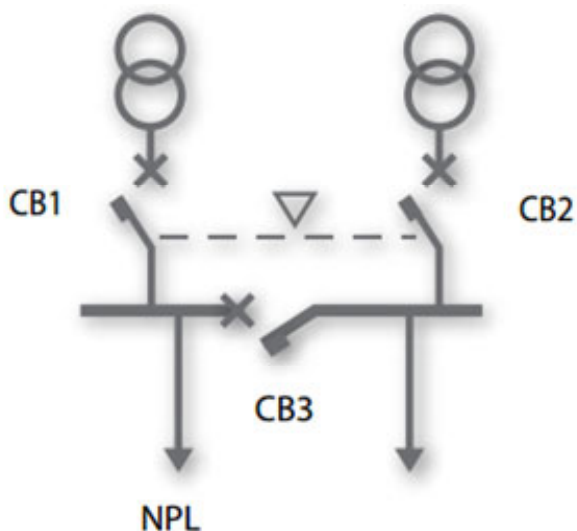


Рисунок 5.1 – Схема застосування 3CBs NPL BUSTIE (СВ3 в положенні секційного вимикача)

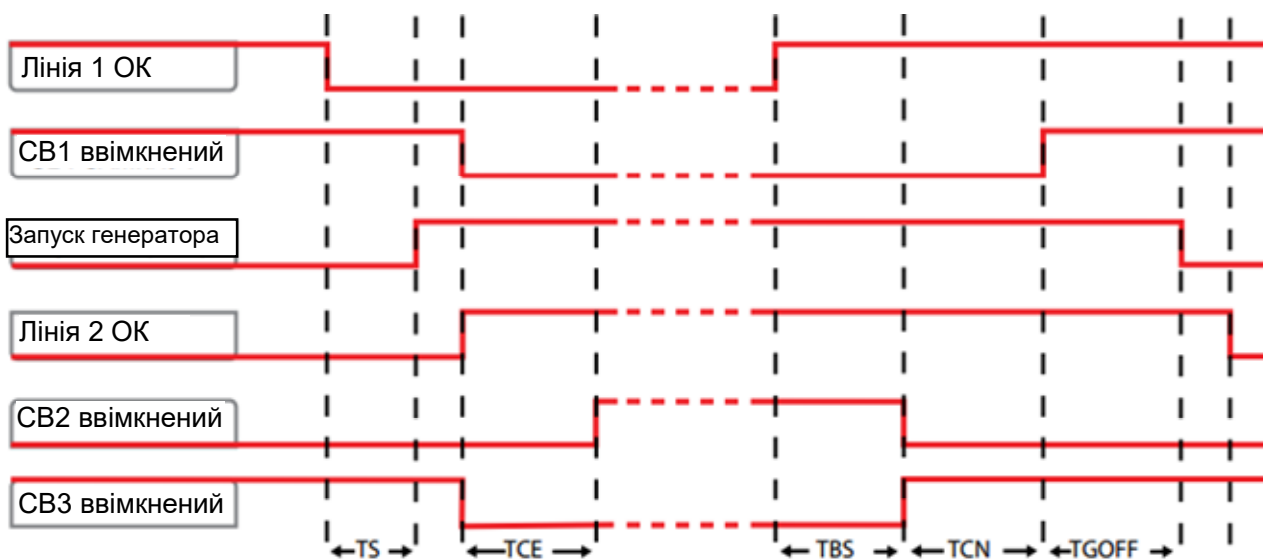


Рисунок 5.2 – Часові діаграми 3CBs NPL BUS TIE (СВ3 секційний) - генератор використовується

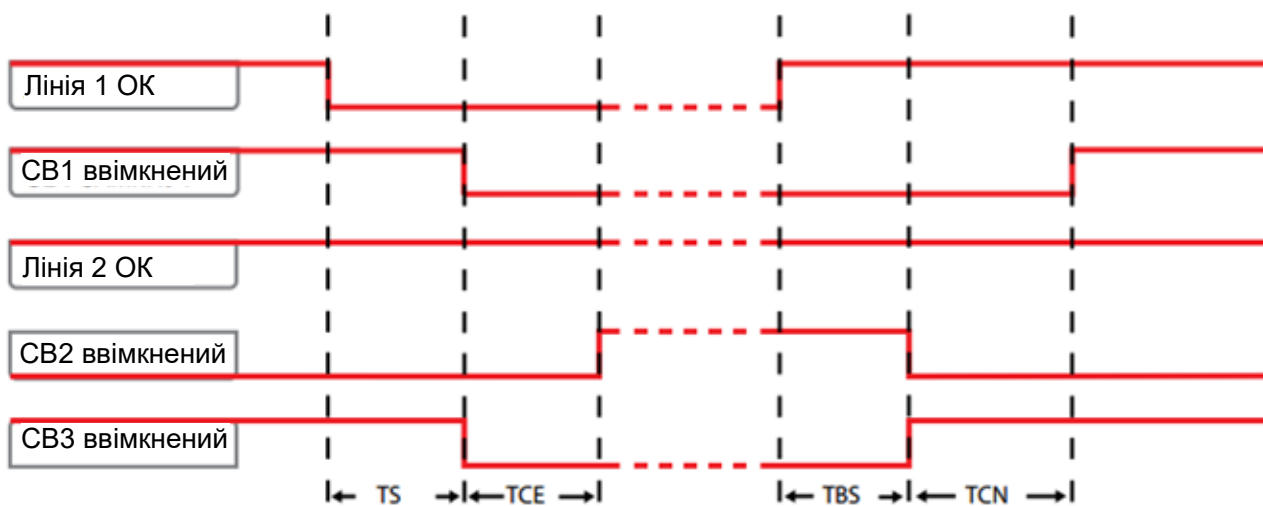


Рисунок 5.3 – Часові діаграми 3CBs NPL BUS TIE (CB3 секційний) – генератор не використовується - основна лінія LN1

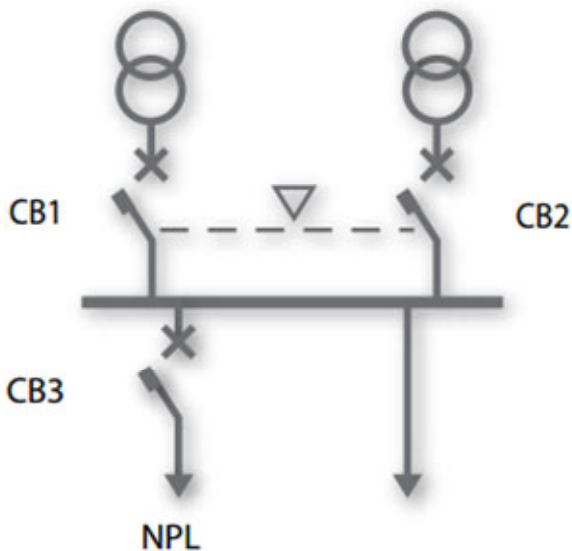


Рисунок 5.4 – Схема застосування 3CBs NPL (CB3 в лінії неперіоритетного навантаження)

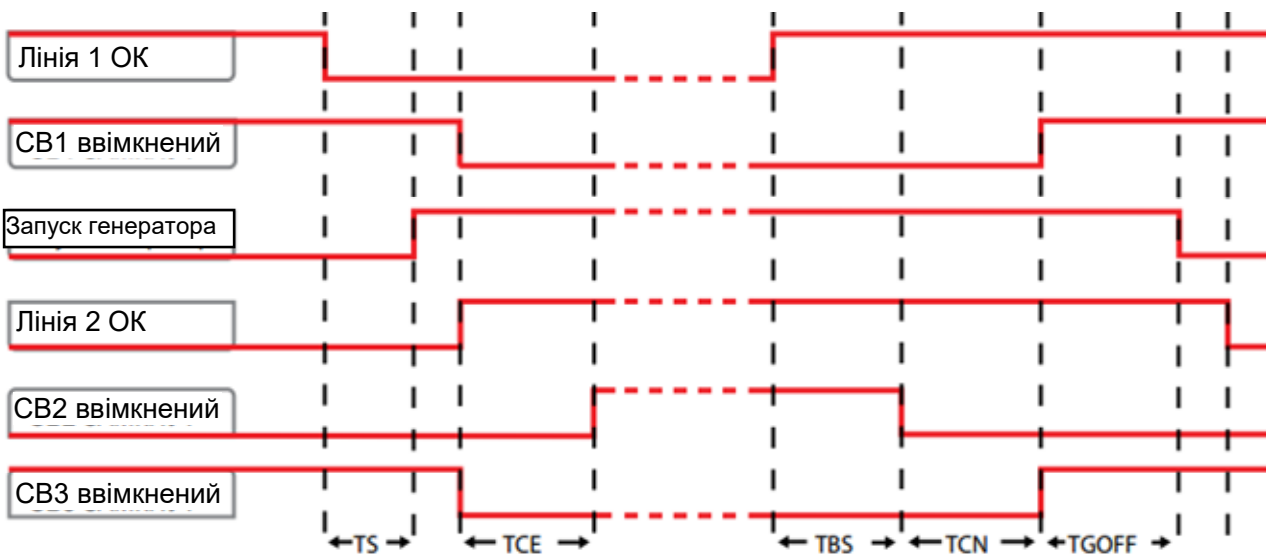


Рисунок 5.5 – Часові діаграми 3CBs NPL (CB3 в лінії неперіоритетного навантаження) - генератор використовується

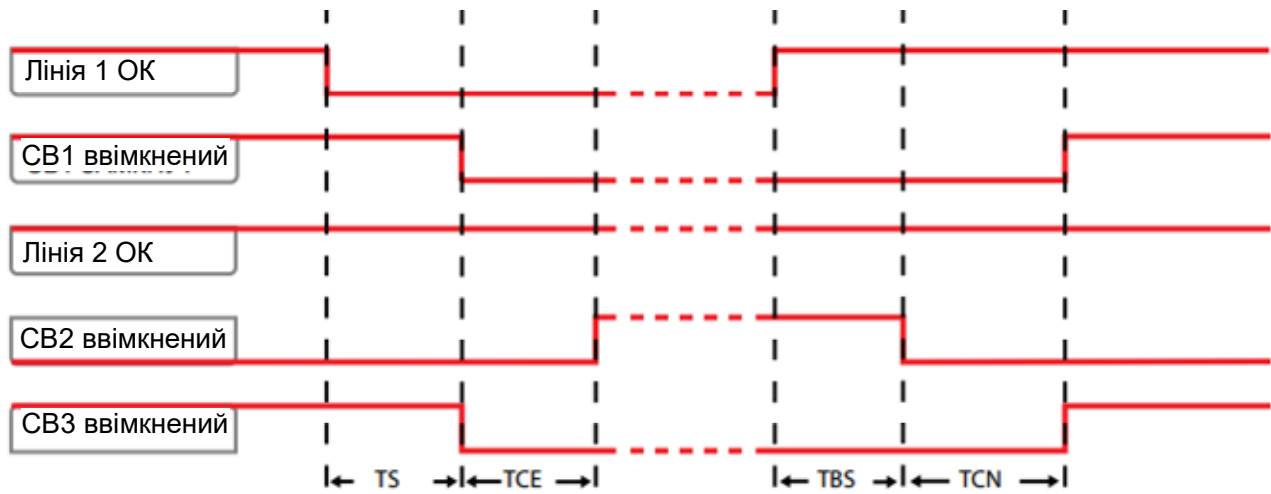


Рисунок 5.6 – Часові діаграми 3CBs NPL (СВ3 в неперіоритетного навантаження) - генератор не використовується - основна лінія LN1

5.1.2 Вибір пріоритетної лінії

ATS022 дозволяє вибрати пріоритетну лінію живлення через меню на дисплеї.

Можна вибрати такі параметри:

- пріоритетна лінія: Лінія LN1;
- пріоритетна лінія: Лінія LN2 (доступно тільки, якщо генератор не використовується);
- без пріоритету лінії: ATS022 забезпечує живлення навантаження від будь-якої з двох ліній живлення, не беручи до уваги пріоритету ліній, тому, як приклад, при збої живлення на лінії LN1 блок перемикається на лінію LN2 і залишається на ній навіть у випадку відновлення живлення на лінії LN2.

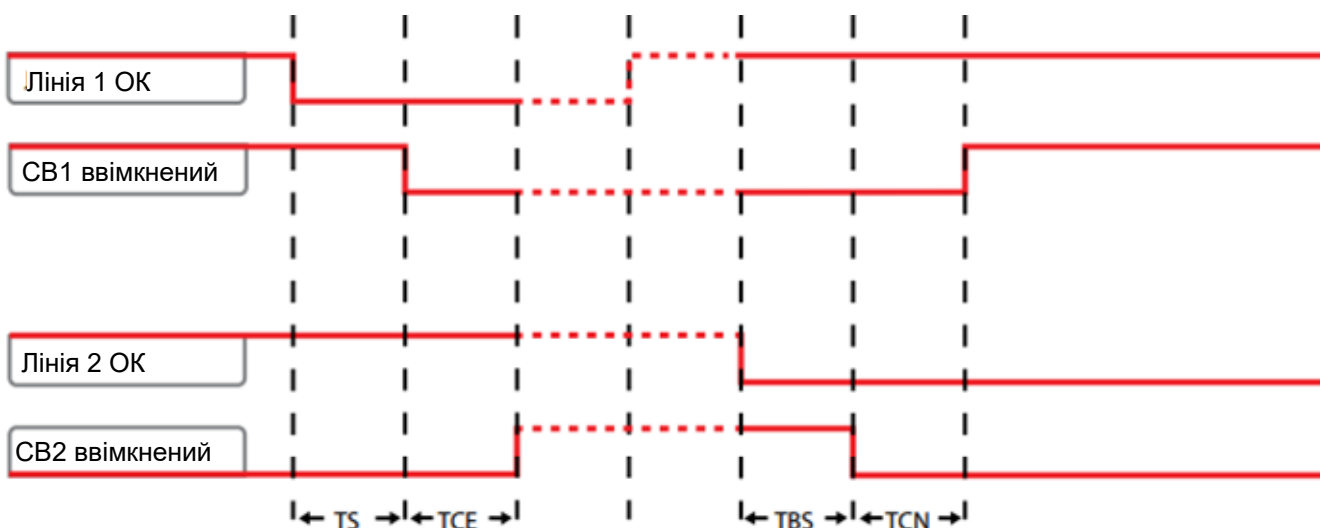


Рисунок 5.7 –Часові діаграми режиму без пріоритету лінії - генератор не використовується

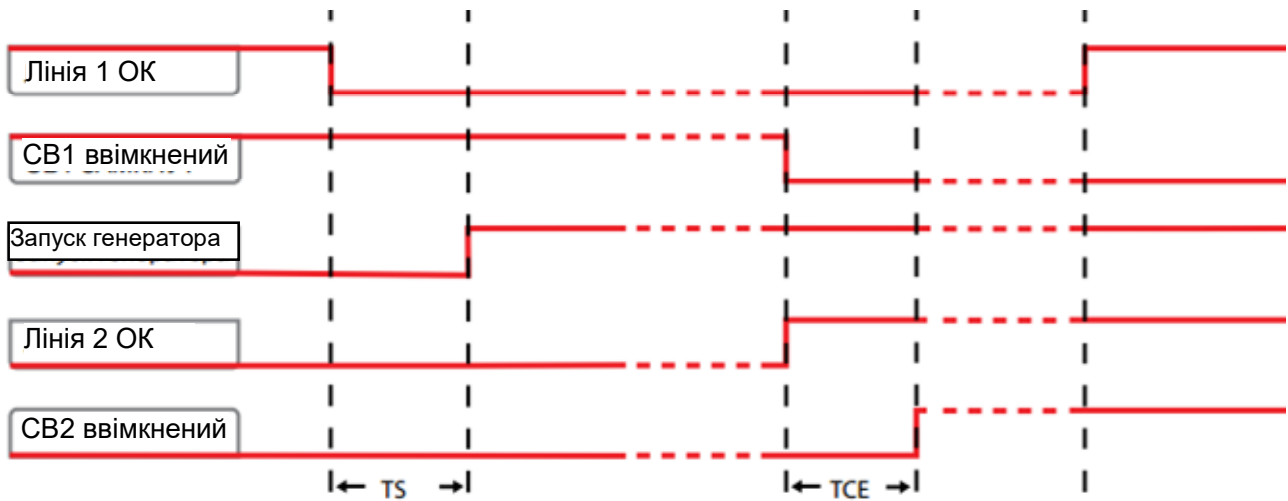


Рисунок 5.8 – Часові діаграми без пріоритету лінії живлення - генератор використовується

Згідно логіки роботи даної схеми (табл.5.1), за нормальних умов живлення установки здійснюється від трансформатора TV1 і ввімкнений секційний вимикач QF3. У випадку збою, навантаження живляться від резервної мережі (генератора), при цьому секційний вимикач вимикається. Генератор вибирається таким, щоб живити тільки пріоритетне навантаження. Таким чином потужність резервного генератора менша, ніж трансформатора.

Таблиця 5.1 – Логіка перемикання

Електрична схема АВР		Логіка перемикання		
		QF1	QF2	QF3
		○	○	○
Робочий режим			○	
Аварійний режим		○		○
		○ – вимикач вимкнений		
		– вимикач ввімкнений		

Для даного типу конфігурації системи повинен використовуватися блок ATSO22.

5.2 Порядок команд

Процедура перемикання аналогічна процедурі, описаній раніше в попередніх схемах (в залежності від того чи використовується генератор або трансформатор на резервній лінії живлення).

Головна відмінність режиму роботи "з секційним вимикачем для відключення неперіоритетного навантаження" полягає в тому, що, активувавши цю функцію через дисплей, у випадку збою живлення основної лінії, крім команди на вимкнення вимикача основної лінії, блок ATSO22 також подає команду вимкнення на секційний вимикач (через налагоджувану витримку часу TC).

У випадку відновлення параметрів живлення основного вводу в допустимих межах, блок ATSO22 пускає процедуру автоповернення в нормальну робочу конфігурацію мережі і блок вмикає секційний вимикач.

5.3 Схеми підключення блоків ATS

Для здійснення логіки перемикання, додатково до блоку ATSO22 автоматичні вимикачі повинні бути оснащені такими аксесуарами на кожен вимикач:

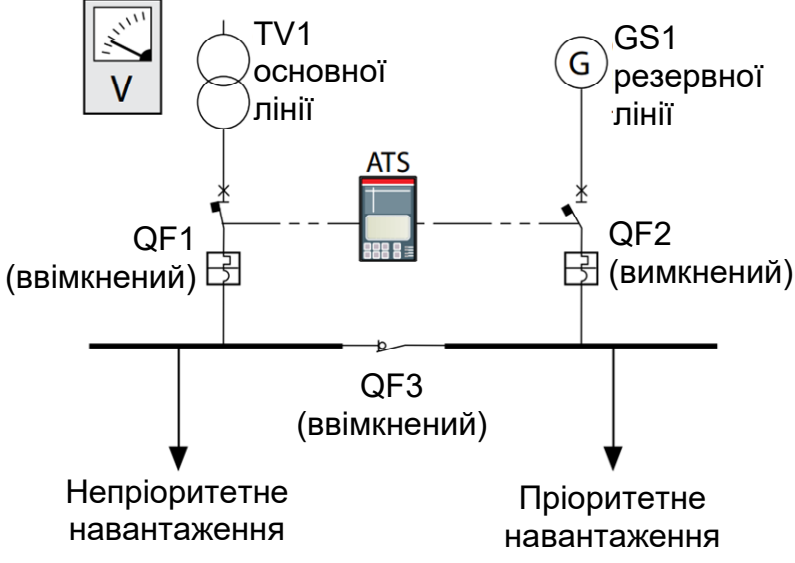
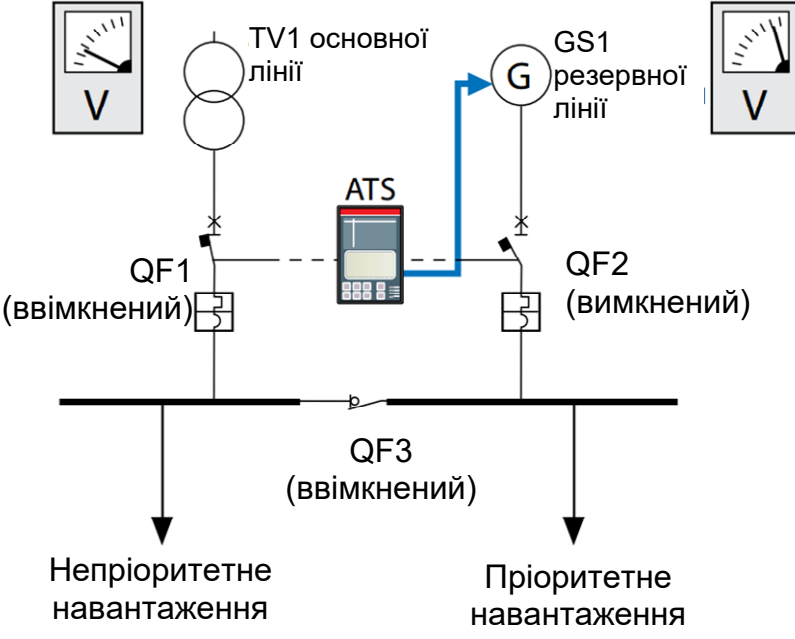
- моторний привід з блокуванням ключем від ручного управління;
- контакт стану ввімкнений/вимкнений і контакт спрацювання розчіплювача захисту від аварії S51 (якщо контакт доступний);
- контакт положення вкочений/викочений для вкочених і викочених вимикачів;
- взаємна механічне блокування (між вимикачами QF1 і QF2)..

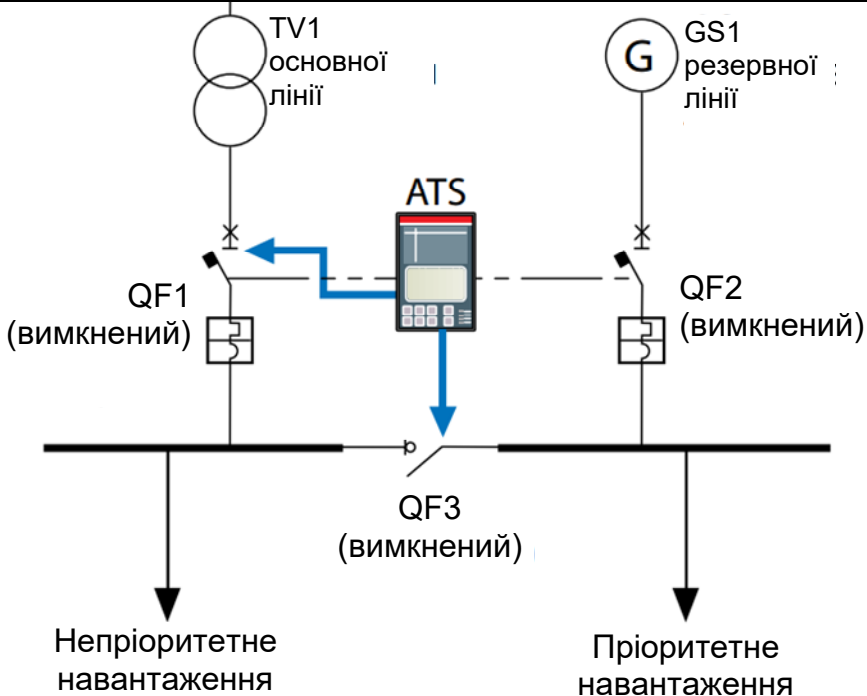
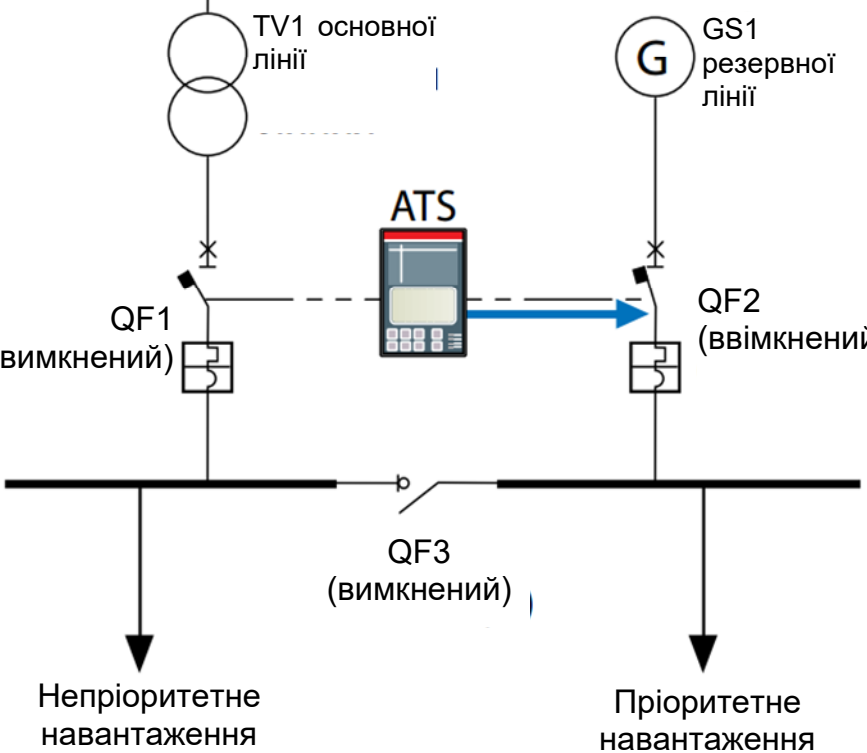
Додатково необхідно замовляти зовнішні пристрої, які не є аксесуарами вимикачів – для захисту вторинних кіл і організації живлення аксесуарів. Кількість і тип аксесуарів залежить не тільки від того чи використовується додаткове джерело живлення для приводів управління вимикачами, але також і від типу використовуваних вимикачів.

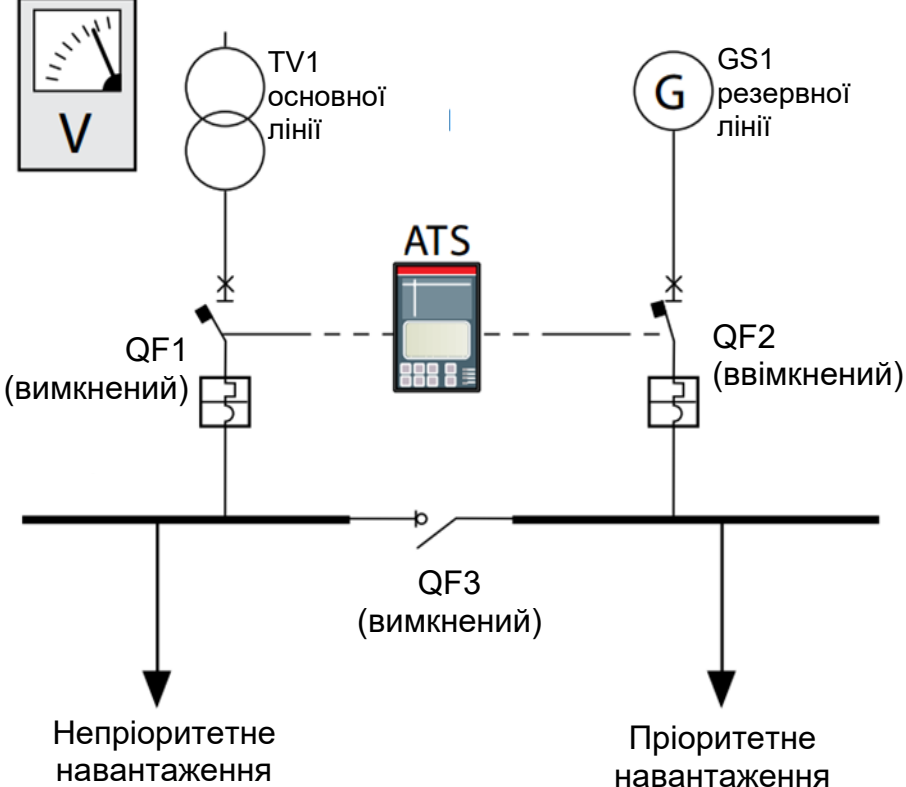
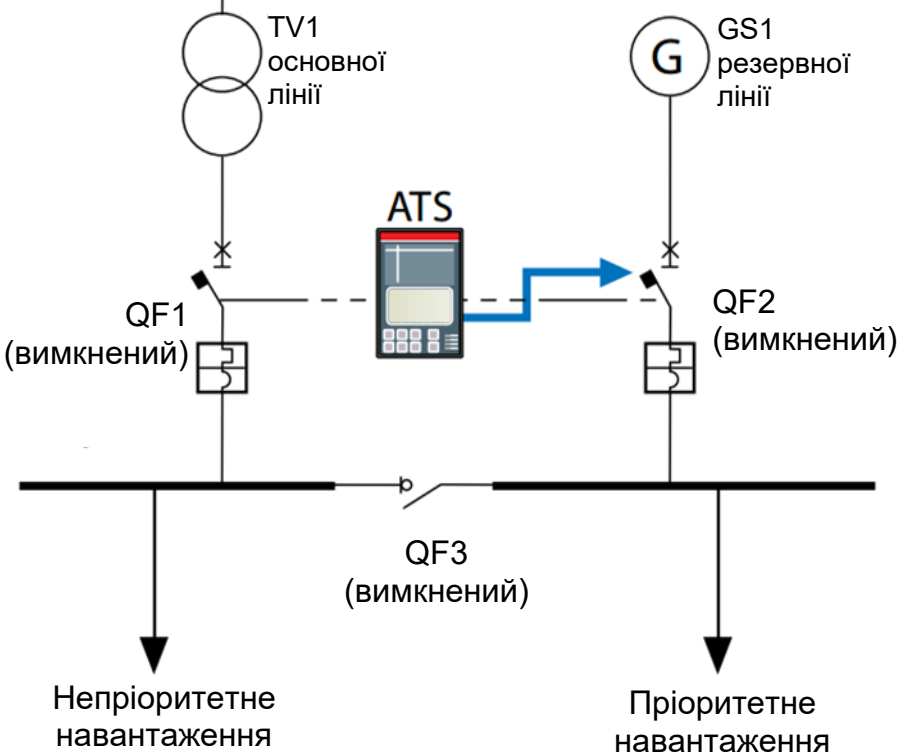
Для управління третім вимикачем, що працює як секційний вимикач, необхідно додатково підключити реле часу.

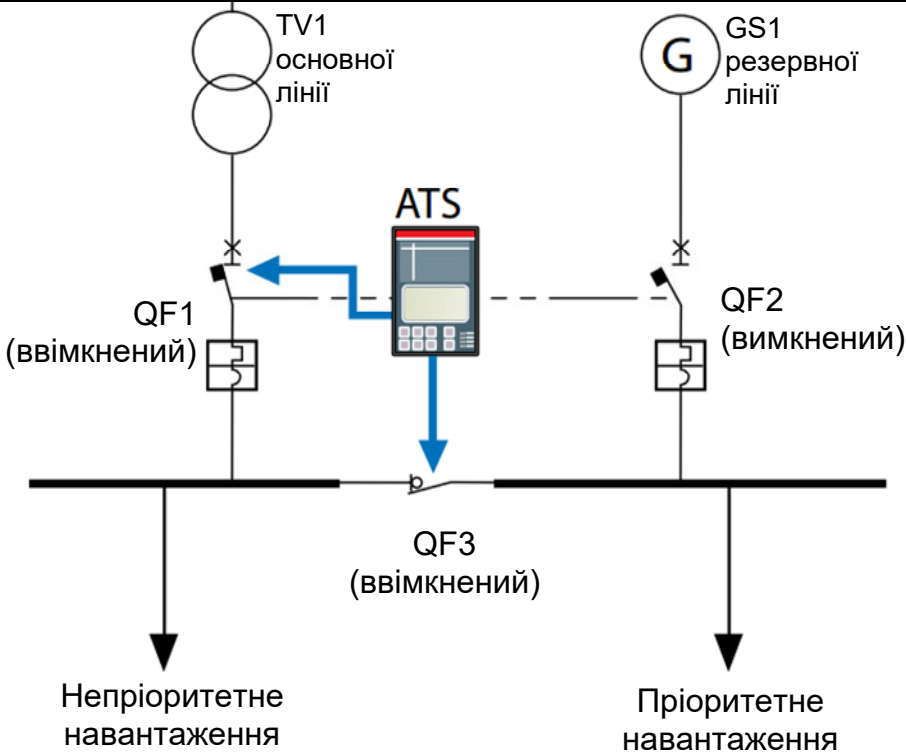
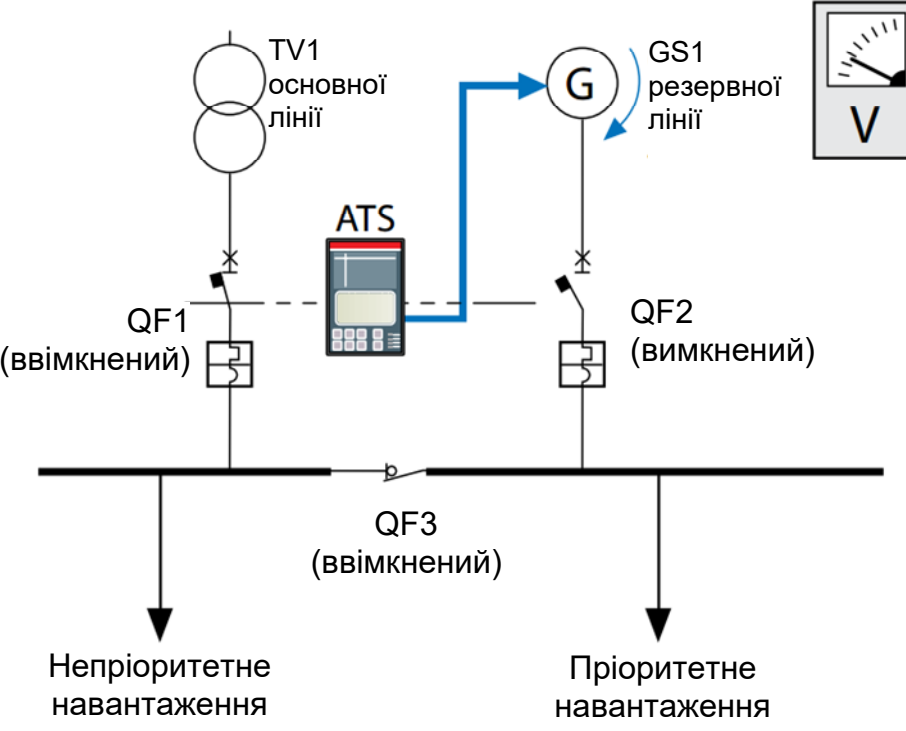
В табл. 4.2 показаний порядок команд, які виконуються блоком ATS022 під час перемикання.

Таблиця 5.2 – Порядок команд блоком ATS022

Подія	Пояснення
Перемикання - з TV1 на GS1	
	<p>Виявлення аварії на основній лінії живлення.</p>
TS	
	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TS.</p> <p>ATS передає команду на пуск генератора. Після завершення пуску з'являється живлення від резервної лінії.</p>

Подія	Пояснення
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>QF3 (вимкнений)</p> <p>Непріоритетне навантаження</p> <p>Пріоритетне навантаження</p>	<p>Після відновлення електропостачання на резервній лінії, блок ATS022 подає команду на вимкнення вимикача QF1 і QF2. Після вимкнення, ATS відраховує витримку часу TCE.</p>
<p>TCE</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TCE.</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (ввімкнений)</p> <p>QF3 (вимкнений)</p> <p>Непріоритетне навантаження</p> <p>Пріоритетне навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на вмикання вимикача QF2.</p>
<p>Зворотнє перемикання – з GS1 на TV1</p>	

Подія	Пояснення
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>ATS</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (ввімкнений)</p> <p>QF3 (вимкнений)</p> <p>Непріоритетне навантаження</p> <p>Пріоритетне навантаження</p>	<p>Параметри живлення основної лінії відновлюються в допустимі межі.</p>
<p>TBS</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TBS.</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>ATS</p> <p>QF1 (вимкнений)</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>QF3 (вимкнений)</p> <p>Непріоритетне навантаження</p> <p>Пріоритетне навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на вимкнення вимикача QF2.</p>
<p>TCN</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TCN</p>

Подія	Пояснення
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>ATS</p> <p>QF1 (ввімкнений)</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>QF3 (ввімкнений)</p> <p>Непріоритетне навантаження</p> <p>Пріоритетне навантаження</p>	<p>Блок ATS передає команду на вмикання вимикачів QF1 і QF3.</p>
<p>TGoff</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TGoff.</p>
 <p>TV1 основної лінії</p> <p>GS1 резервної лінії</p> <p>ATS</p> <p>QF1 (ввімкнений)</p> <p>QF2 (вимкнений)</p> <p>QF3 (ввімкнений)</p> <p>Непріоритетне навантаження</p> <p>Пріоритетне навантаження</p> <p>V</p>	<p>Блок ATS передає команду на зупинку генератора.</p>

На рис. 5.9 показані з'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесуарами, необхідними для перемикання у випадку трифазної системи з нейтраллю.

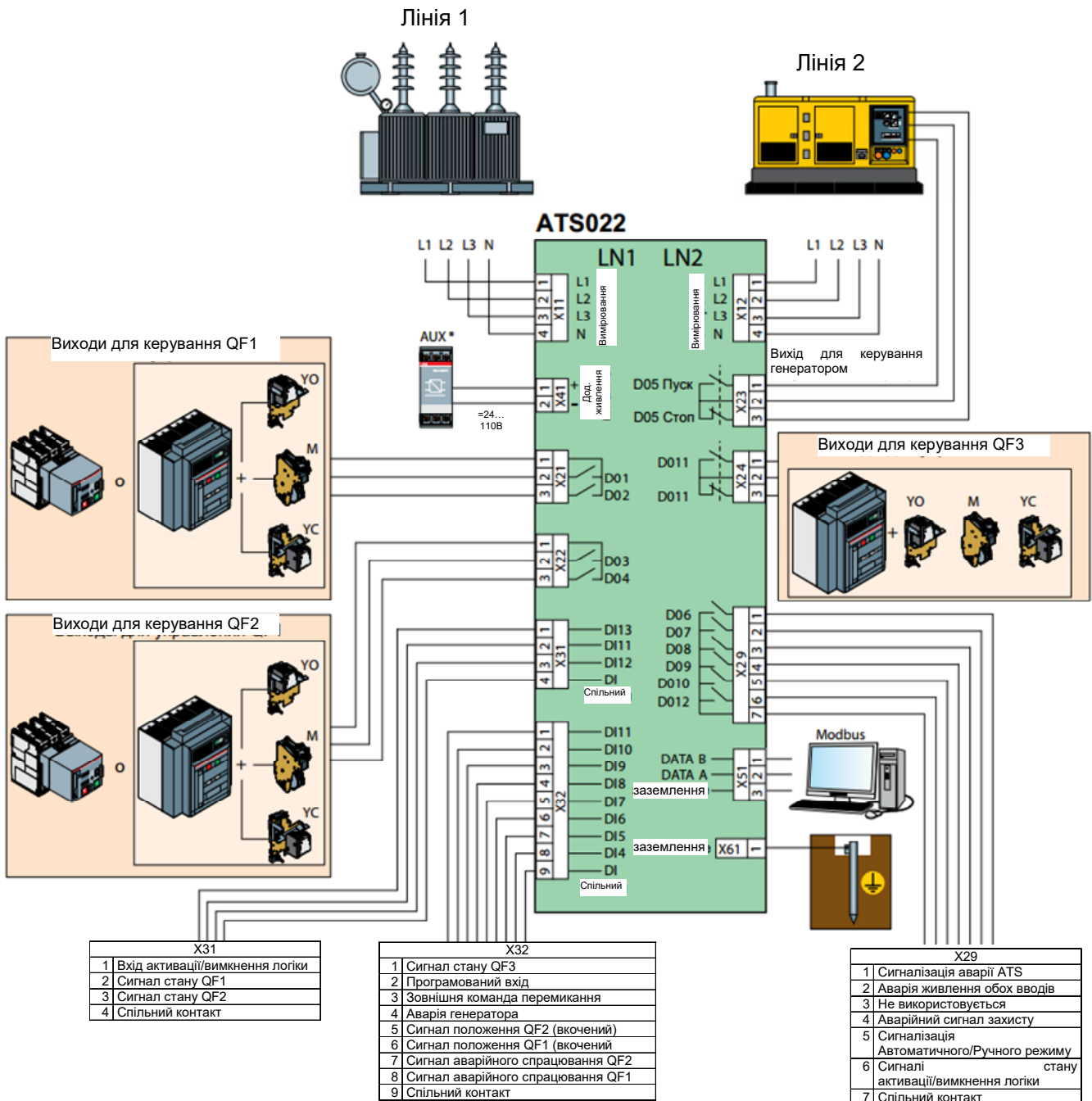


Рисунок 5.9 – З'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесуарами

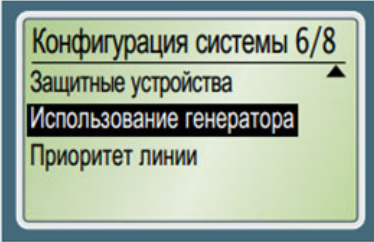
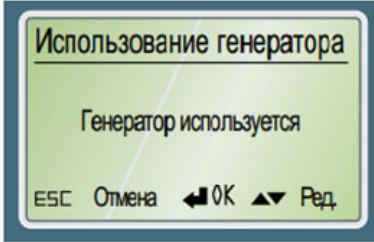
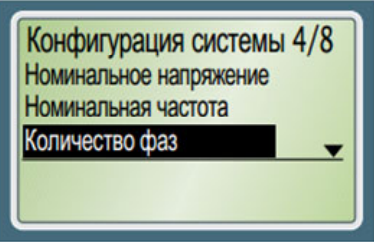
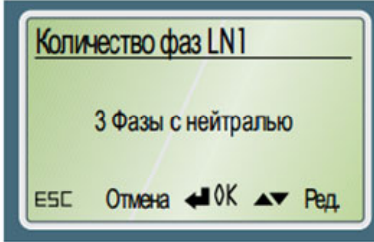
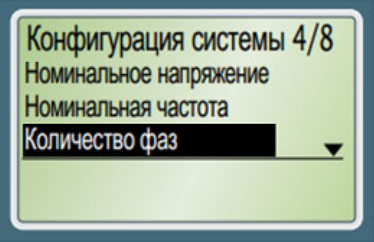
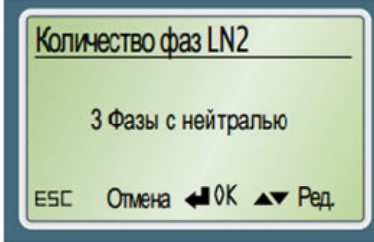
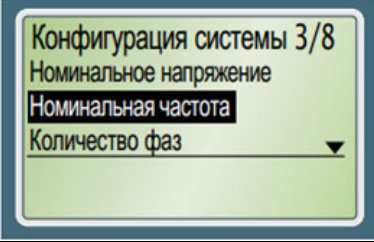
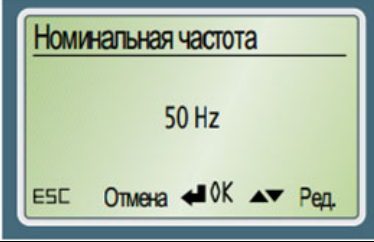
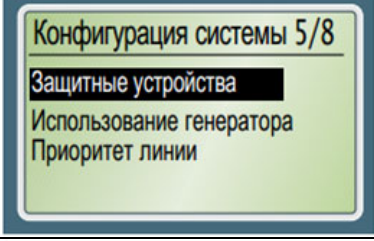
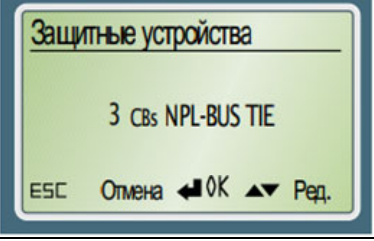
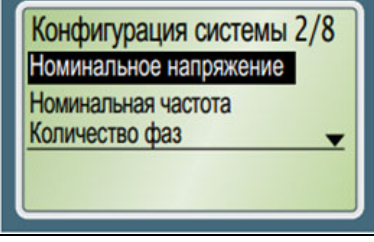
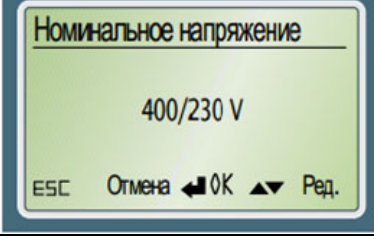
5.4 Налаштування мережі і конфігурація ATS022

Параметри мережі:

- основна лінія живлення – трансформатор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;
- резервна лінія живлення – генератор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;
- частота мережі: 50 Гц.

Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022 наведено в табл.5.3.

Таблиця 5.3 – Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022

Параметр	Конфігурація системи ATS022	
Генератор використовується		
Система розподілу 3 фази + N		
		
Номинальна частота 50 Гц		
Пристрої захисту		
Напруга мережі		

III. План роботи

1. Ввімкнути блок ATS022 згідно з рис. 5.9.

2. Налаштувати мережу згідно з табл. 5.3..
3. Налаштувати блок ATS022 згідно з табл. 5.3..

IV. Оформлення звіту

У звіті слід:

1. Вказати назву, мету і план роботи.
2. Нарисувати схему вмикання блоку ATS022 згідно з рис. 5.9.
3. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

V. Контрольні питання

1. Поясніть роботу блоку ATS022 для схеми «Секційного вимикача для відключення неперіоритетного навантаження».
2. Як виявляється аварія на основній лінії живлення для схеми «Трансформатор на основній лінії живлення і генератор на резервній лінії живлення»?
3. Яке призначення витримки часу TS?
4. Чи з'являється живлення на пріоритетному навантаженні після пуску генератора на резервній лінії?
5. Коли вмикається вимикач основної лінії?
6. Яке призначення витримки часу TCE?
7. Коли вмикається вимикач резервної лінії?
8. Коли можливе зворотне перемикання з GS1 на TV1?
9. Яке призначення витримки часу TBS?
10. Який вимикач вмикається у випадку відновлення параметрів живлення основної лінії в допустимих межах?
11. Яке призначення витримки часу TCN?
12. Яке призначення витримки часу TGoff?
13. Чому блок ATS передає команду на зупинку генератора?

6. ВИВЧЕННЯ СХЕМИ «ЗАСТОСУВАННЯ СЕКЦІЙНОГО ВИМИКАЧА В СХЕМІ З ДВОМА ТРАНСФОРМАТОРАМИ. СХЕМА АВР 2 В 2. (3CBS BUS TIE)»

I. Мета роботи

Ознайомлення з логікою перемикачів, порядком команд, схемами підключення блоків ATS, налаштуванням мережі і конфігурацією блоків ATS021 і ATS022 для схеми «Секційного вимикача в схемі з двома трансформаторами. Схема АВР 2 в 2.».

II. Теоретичні відомості

6.1 Логіка перемикачів

Обидві лінії LN1 і LN2 в нормальному режимі живлять дві незалежні секції навантаження, розділені секційним автоматичним вимикачем, який в робочому режимі вимкнений (рис. 6.1).

У випадку зникнення живлення однієї з ліній блок ATS022 вмикає секційний вимикач СВ3; таким чином друга лінія живить всю електроустановку (рис. 6.2, 6.3). У випадку відновлення живлення ATS022 повертає нормальний режим роботи установки, вимикаючи вимикач СВ3.

ATS022 отримує сигнали стану включений / виключений секційного вимикача СВ3 через відповідний вхід DI11 і керує вмиканням і вимкненням, використовуючи вихід DO11.

Схема застосування з секційним вимикачем вимагає використання двох реле часу типу CT-AWE (або CT-MFD) для реалізації команд вимкнення і вмикання СВ3.

Для забезпечення додаткового рівня безпеки роботи даної схеми рекомендується застосовувати взаємне механічне блокування між вимикачами СВ1-СВ2-СВ3.

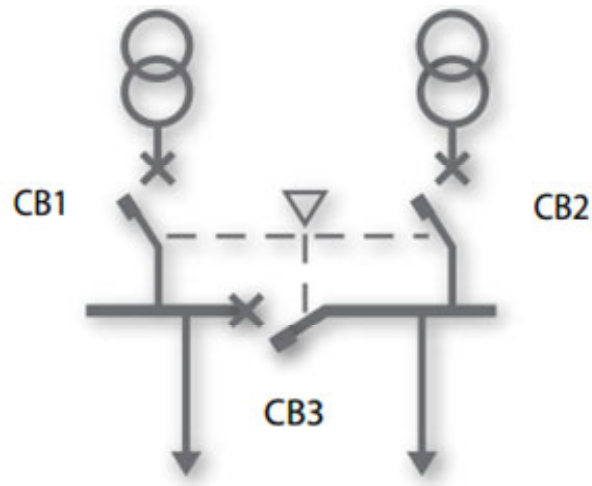


Рисунок 6.1 – Схема застосування 3CBs BUS TIE (3 вимикача, 2 вводи і секційний вимикач)

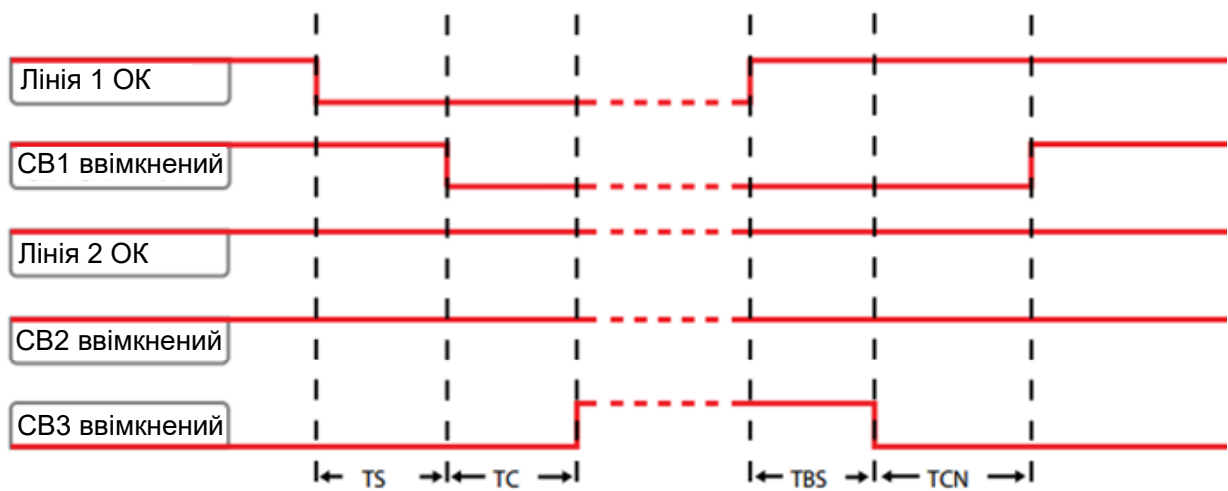


Рисунок 6.2 – Часові діаграми 3CBs BUS TIE (3 вимикача, 2 вводи і секційний вимикач) і пошкодження лінії LN1

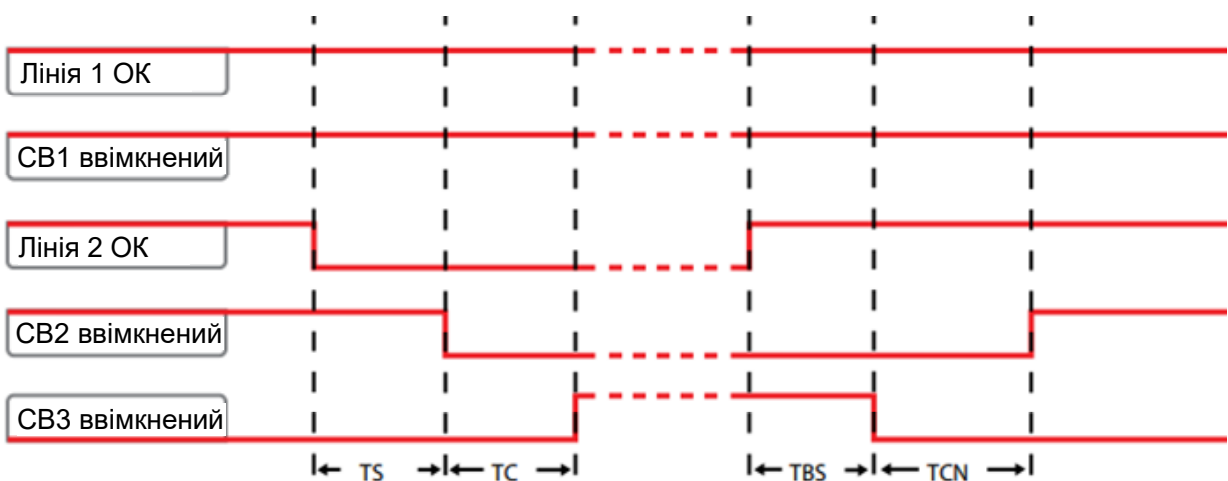


Рисунок 6.3 – Часові діаграми 3CBs BUS TIE (3 вимикача, 2 вводи і секційний вимикач) – і пошкодження лінії LN2

Згідно логіки роботи даної схеми (табл.6.1), за нормальних умов живлення кожної з секцій навантаження здійснюється від відповідного трансформатора (секційний вимикач вимкнений). У випадку аварії на одній з двох ліній живлення, вмикається секційний вимикач, і живлення навантаження обох секцій буде здійснюватися від одного непошкодженого трансформатора, який залишився в роботі.

Таблиця 6.1 – Логіка перемикавання

Електрична схема АВР	Логіка перемикавання			
		QF1	QF2	QF3
	Робочий режим			○
	Аварія TV1	○		
	Аварія TV2		○	
<p>○ – вимикач вимкнений – вимикач ввімкнений</p>				

Блок ATS контролює обидві живлячі лінії (TV1 і TV2) і у випадку виникнення збою живлення одного з трансформаторів, ATS022 починає процедуру перемикавання з витримкою часу TS. Через час TS блок ATS022 передає команду на вимкнення ввідного вимикача вводу, пошкодженого аварією.

Через витримку часу TC блок ATS вмикає секційний вимикач QF3. Таким чином навантаження будуть живитися від одного трансформатора, що працює нормально. У випадку відновлення параметрів живлення пошкодженої лінії у встановлені межі, ATS022 відраховує витримку часу TBS до пуску процедури автоповернення в нормальний режим роботи. Блок розмикає секційний вимикач QF3. І через витримку часу TCN (або TCE, якщо аварія була на другому ввіді) посилає команду на вмикання ввідного вимикача.

6.2 Схеми підключення блоків ATS

Для здійснення логіки перемикавання, додатково до блоку ATS022 автоматичні вимикачі повинні бути оснащені такими аксесуарами (на кожен вимикач):

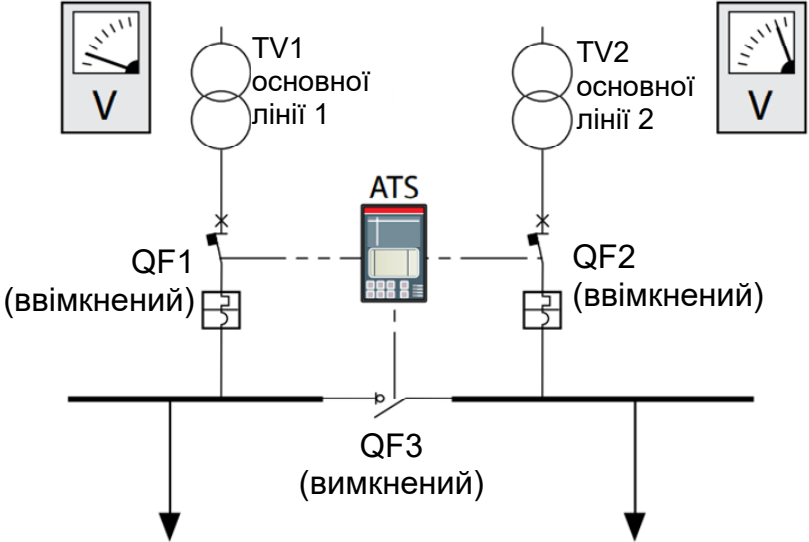
- моторний привід з блокуванням ключем від ручного управління;
- контакт стану ввімкнений/вимкнений і контакт спрацювання розчіплювача захисту аварії S51 (якщо контакт доступний);
- контакт положення вкочений/викочений для вкочених і викочених вимикачів;
- взаємна механічне блокування типу С (для серії Emax).

Додатково необхідно замовляти зовнішні пристрої, які не є аксесуарами вимикачів: для захисту вторинних кіл і організації живлення аксесуарів. Кількість і тип аксесуарів залежить не тільки від того чи використовується додаткове джерело живлення для приводів управління вимикачами, але також і від типу використовуваних вимикачів.

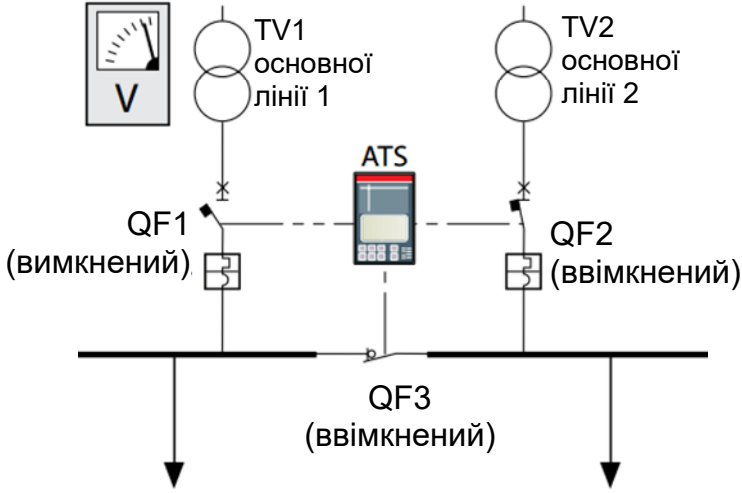
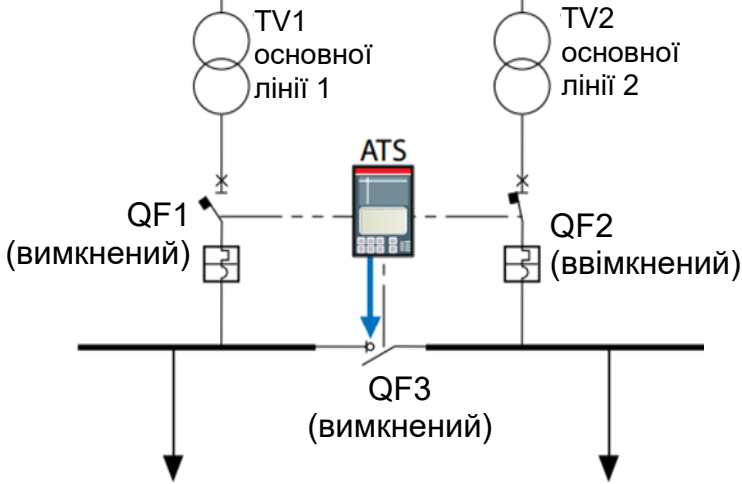
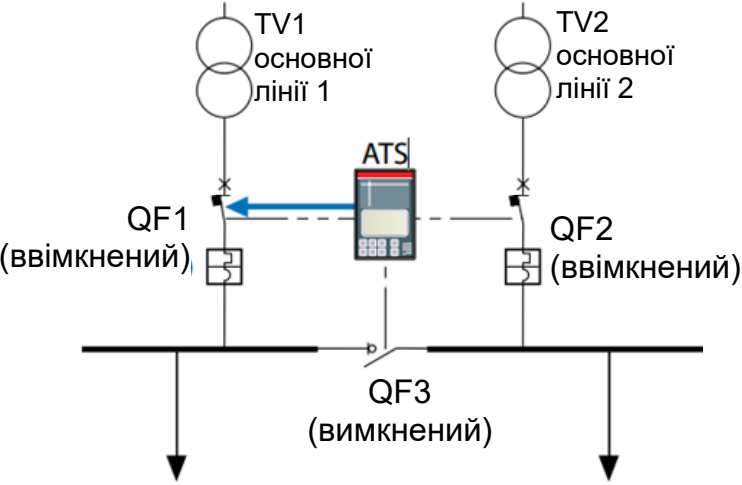
Для управління третім вимикачем, що працює як секційний вимикач, необхідно підключення додаткового реле часу.

В табл. 6.2 показаний порядок команд, які виконуються блоком ATS022 під час перемикавання у випадку аварії на лінії живлення 1.

Таблиця 6.2 – Порядок команд блоком ATS у випадку аварії на лінії живлення 1

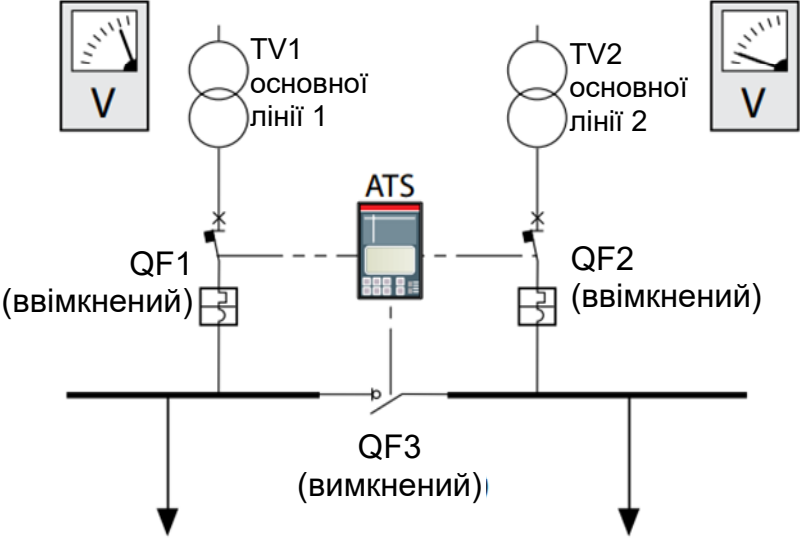
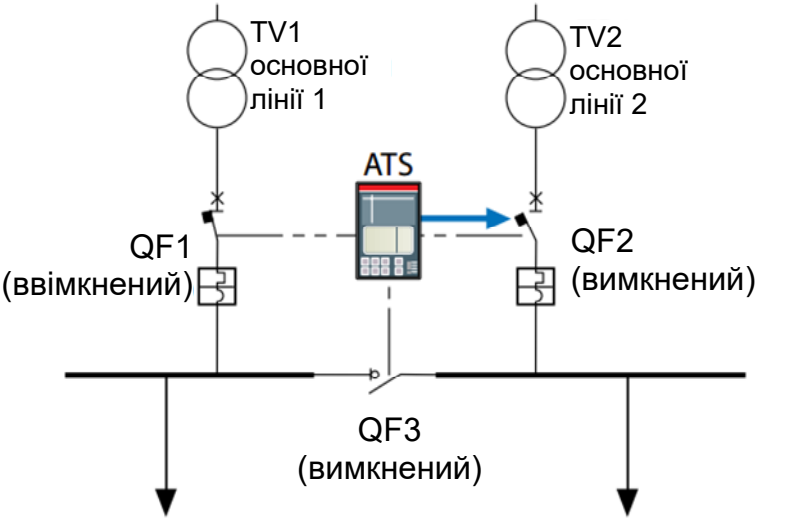
Подія	Пояснення
Перемикавання - з робочою конфігурації (TV1 і TV2) на TV2	
 <p>The diagram illustrates the switching process from TV1 to TV2. It shows two voltage meters (V) connected to TV1 (main line 1) and TV2 (main line 2). Circuit breakers QF1 and QF2 are shown in the 'off' position, and QF3 is also in the 'off' position. The ATS block is connected to the control lines of QF1 and QF2.</p>	<p>Виявлення аварії на лінії живлення 1.</p>

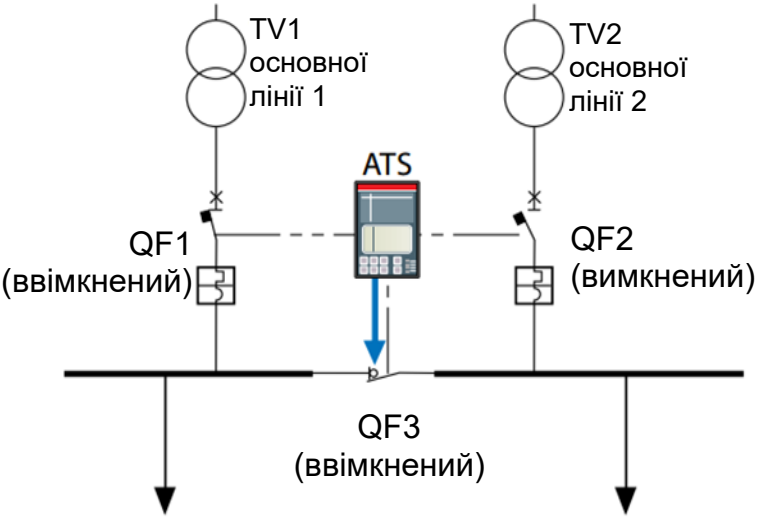
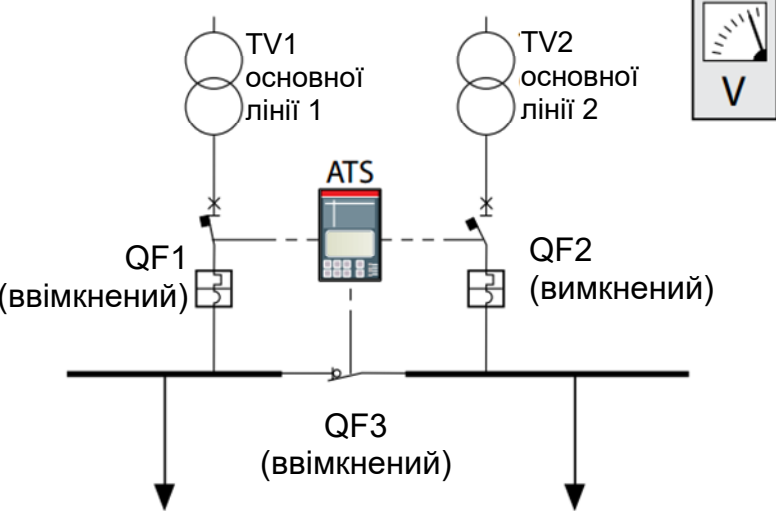
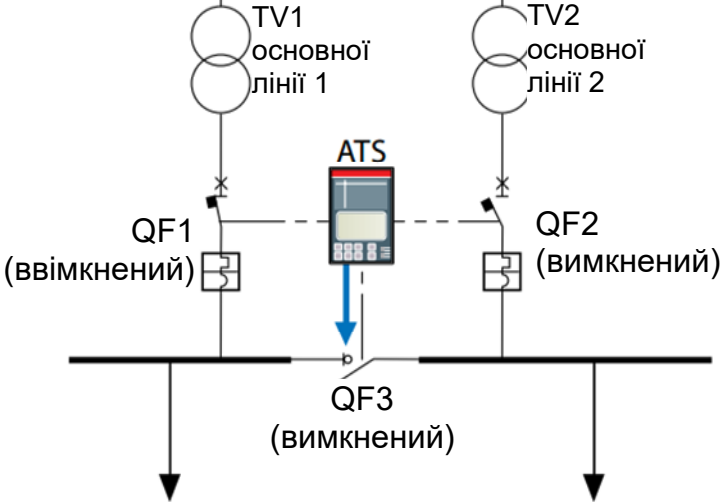
Подія	Пояснення
TS	Блок ATS вичікує витримку часу TS.
	<p>ATS передає команду на вимкнення вимикача QF1.</p>
TC	Блок ATS вичікує витримку часу TC.
	<p>ATS передає команду на вмикання вимикача QF3.</p>
<p>Зворотнє перемикання - з TV2 в робочу конфігурацію (TV1 і TV2)</p>	

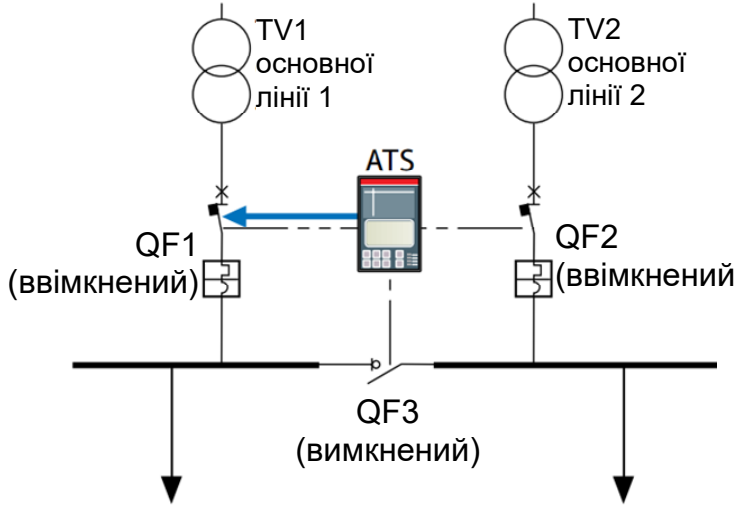
Подія	Пояснення
 <p>TV1 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 1</p> <p>TV2 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 2</p> <p>QF1 (ВИМКНЕНИЙ)</p> <p>QF2 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF3 (ВВІМКНЕНИЙ)</p>	<p>Параметри живлення лінії 1 відновлюються в допустимі межі.</p>
<p>TBS</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TBS.</p>
 <p>TV1 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 1</p> <p>TV2 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 2</p> <p>QF1 (ВИМКНЕНИЙ)</p> <p>QF2 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF3 (ВИМКНЕНИЙ)</p>	<p>ATS передає команду на вимкнення вимикача QF3.</p>
<p>TCN</p>	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TCN.</p>
 <p>TV1 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 1</p> <p>TV2 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 2</p> <p>QF1 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF2 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF3 (ВИМКНЕНИЙ)</p>	<p>ATS передає команду на вмикання вимикача QF1 лінії живлення 1.</p>

В табл. 6.3 показаний порядок команд, які виконуються блоком ATS022 під час перемикання у випадку аварії на лінії живлення 2.

Таблиця 6.3 – Порядок команд блоком ATS у випадку аварії на лінії живлення 2

Подія	Пояснення
Перемикання - з робочою конфігурації (TV1 і TV2) на TV1	
	Виявлення аварії на лінії живлення 2.
TS	Блок ATS вичікує витримку часу TS.
	ATS передає команду на вимкнення вимикача QF2.
TC	Блок ATS вичікує витримку часу TC.

Подія	Пояснення
 <p>TV1 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 1</p> <p>TV2 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 2</p> <p>QF1 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF2 (ВИМКНЕНИЙ)</p> <p>ATS</p> <p>QF3 (ВВІМКНЕНИЙ)</p>	<p>ATS передає команду на вмикання вимикача QF3.</p>
Зворотнє перемикання – з TV2 в робочу конфігурацію (TV1 і TV2)	
 <p>TV1 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 1</p> <p>TV2 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 2</p> <p>QF1 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF2 (ВИМКНЕНИЙ)</p> <p>ATS</p> <p>QF3 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>V</p>	<p>Параметри живлення лінії 2 відновлюються в допустимі межі.</p>
TBS	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TBS.</p>
 <p>TV1 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 1</p> <p>TV2 ОСНОВНОЇ ЛІНІЇ 2</p> <p>QF1 (ВВІМКНЕНИЙ)</p> <p>QF2 (ВИМКНЕНИЙ)</p> <p>ATS</p> <p>QF3 (ВИМКНЕНИЙ)</p>	<p>ATS передає команду на вимкнення вимикача QF3.</p>
TCE	<p>Блок ATS вичікує витримку часу TCE.</p>

Подія	Пояснення
 <p>The diagram illustrates an Automatic Transfer Switch (ATS) system. It features two main power lines, TV1 (Основної лінії 1) and TV2 (Основної лінії 2), each connected to a transformer. These lines feed into two circuit breakers, QF1 and QF2, which are currently in the open (deenergized) position. A central ATS unit is connected to both QF1 and QF2. A third circuit breaker, QF3, is also connected to the system and is also in the open position. A blue arrow points from the ATS unit to QF1, indicating a command to close it.</p>	<p>ATS передає команду на вмикання вимикача QF1 лінії живлення 2.</p>

На рис. 6.4 показані з'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесуарами, необхідними для перемикання у випадку трифазної системи з нейтраллю.

6.3 Налаштування мережі і конфігурація ATS022

Параметри мережі.

- перша лінія живлення - трансформатор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;
- друга лінія живлення - трансформатор 400В змінного струму, трифазна система розподілу з нейтраллю;
- частота: 50 Гц.

Налаштування мережі і конфігурація ATS022 наведено в табл.6.4.

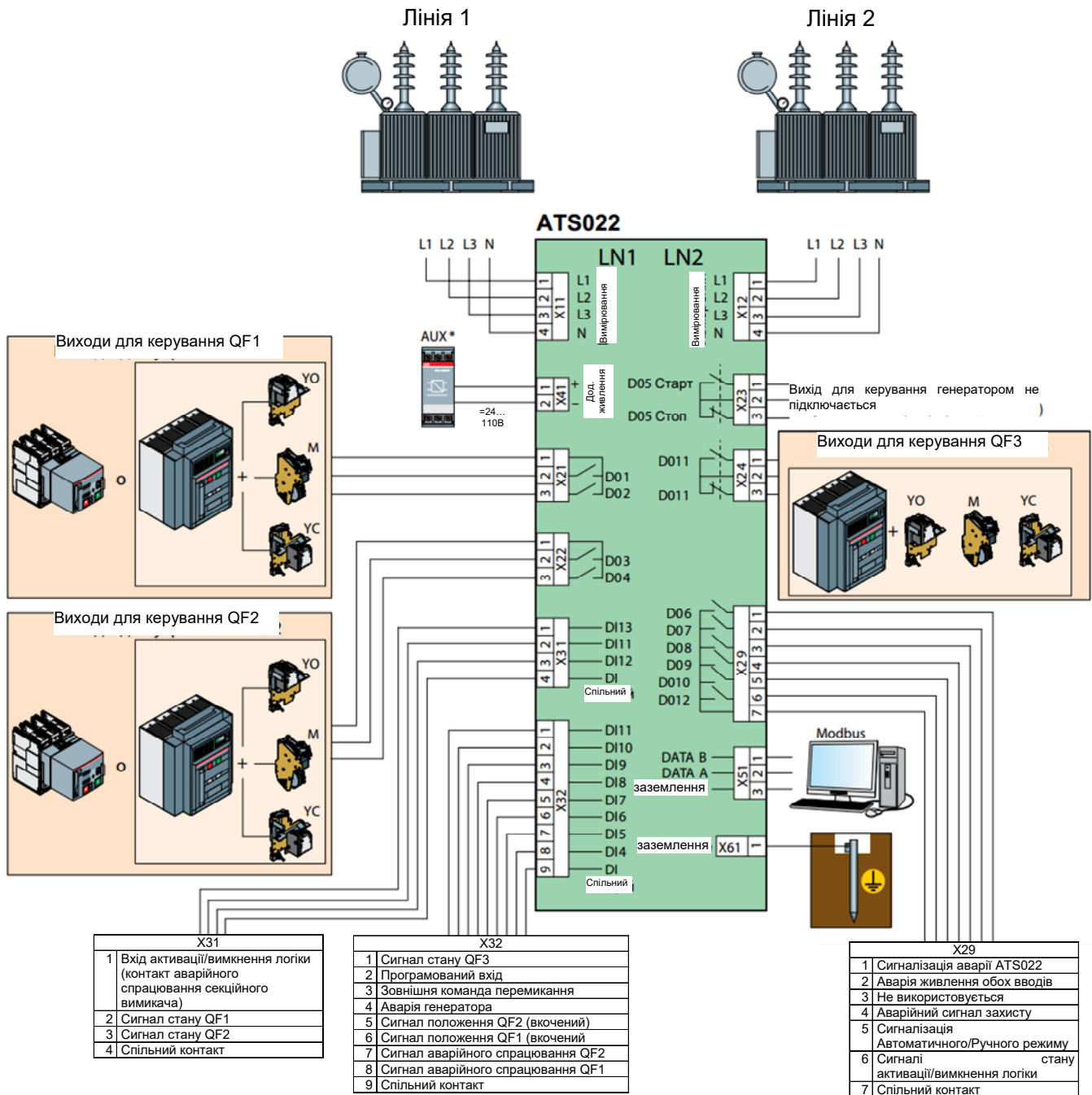
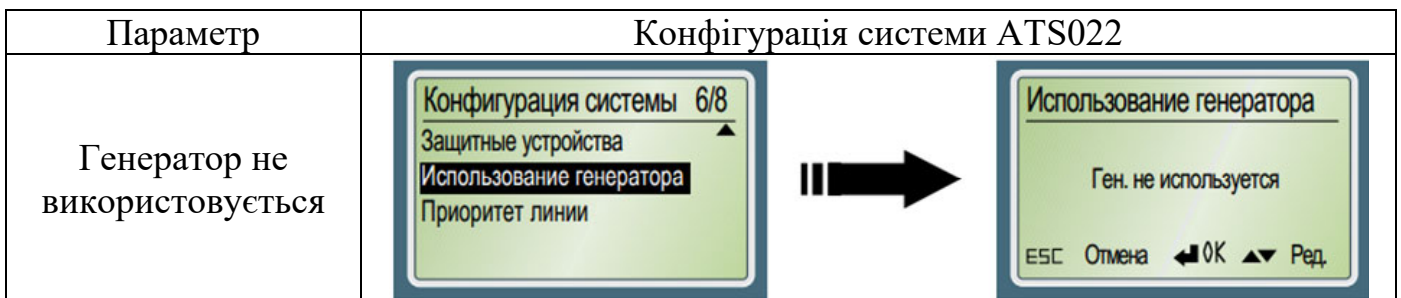
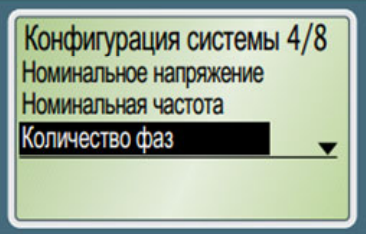
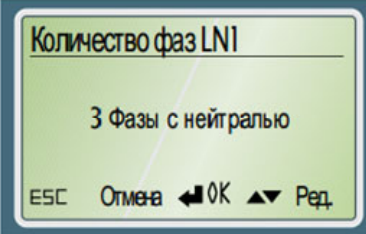
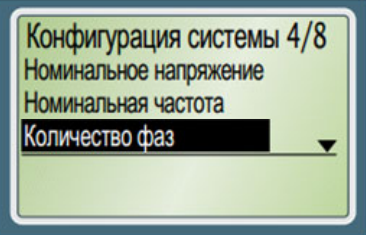
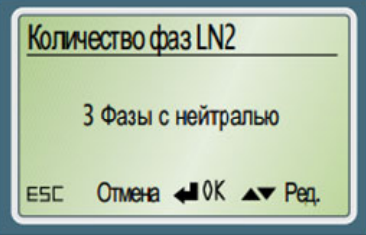
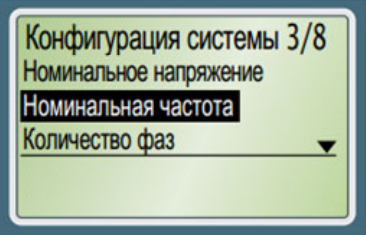
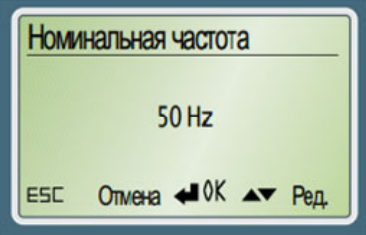
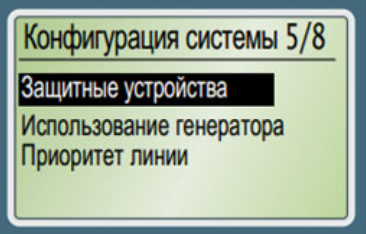
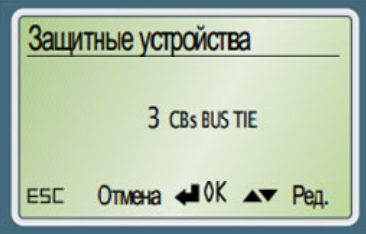
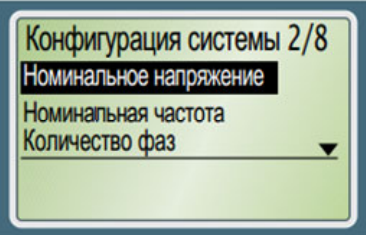
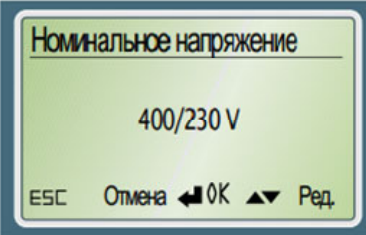


Рисунок 6.4 – З'єднання між блоком ATS022 і всіма аксесуарами

Таблиця 6.4 – Налаштування мережі і конфігурація ATS021 і ATS022



Параметр	Конфігурація системи ATS022		
Система розподілу 3 фази + N		→	
		→	
Номинальна частота 50 Гц		→	
Пристрої захисту		→	
Напруга мережі		→	

III. План роботи

1. Ввімкнути блок ATS022 згідно з рис. 6.4.
2. Налаштувати мережу згідно з табл. 6.4.
3. Налаштувати блок ATS022 згідно з табл. 6.4.

IV. Оформлення звіту

У звіті слід:

1. Вказати назву, мету і план роботи.
2. Нарисувати схему вмикання блоку ATS022 згідно з рис. 6.4.
3. Дати письмові відповіді на контрольні питання.

V. Контрольні питання

1. Поясніть роботу блоку ATS022 для схеми «Секційного вимикача в схемі з двома трансформаторами. Схема АВР 2 в 2.»
2. Як виявляється аварія на основній лінії живлення для схеми «Секційного вимикача в схемі з двома трансформаторами. Схема АВР 2 в 2.»?
3. Яке призначення витримки часу TS?
4. Коли вмикається вимикач основної лінії?
5. Яке призначення витримки часу TC?
6. Коли вмикається секційний вимикач?
7. Коли можливе зворотне перемикання з TV2 на TV1?
8. Яке призначення витримки часу TCN?
9. Який вимикач вмикається у випадку відновлення параметрів живлення основної лінії в допустимих межах?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Automatic transfer switch ATS022. Manual ATS022 1SDH000760R0002 L5785. ABB.
2. Голота А.Д. Автоматика в електроенергетичних системах. URL:: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/18267/1/Methodichka_LR_RZA_EV-ED_1.pdf
3. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О.С. Яндульський, О.О. Дмитренко; НТУУ <КПІ>. - Київ: НТУУ <КПІ>, 2016. - 103с.
4. Правила улаштування електроустановок / Міністерство палива та енергетики України. К. : Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики, 2017. 736 с.

П75 **Пристрої захисту та автоматики електрообладнання** [Текст] : методичні вказівки до лабораторних занять для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» галузі знань 6 Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності 63 Електрична інженерія денної та заочної форм навчання / уклад. А.В. Гадай. Луцьк : ЛНТУ, 2026. 82 с.

Комп'ютерний набір: А. Гадай

Підп. до друку __. __. 2026р.

Формат 60×84/16. Папір офс. Гарн. Таймс.

Ум. друк.арк. 6,56. Обл.-вид.арк. 3,5.

Наклад 50 прим.

Відділ іміджу та промоції

Луцького національного технічного університету

43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75

Друк – Відділ іміджу та промоції ЛНТУ