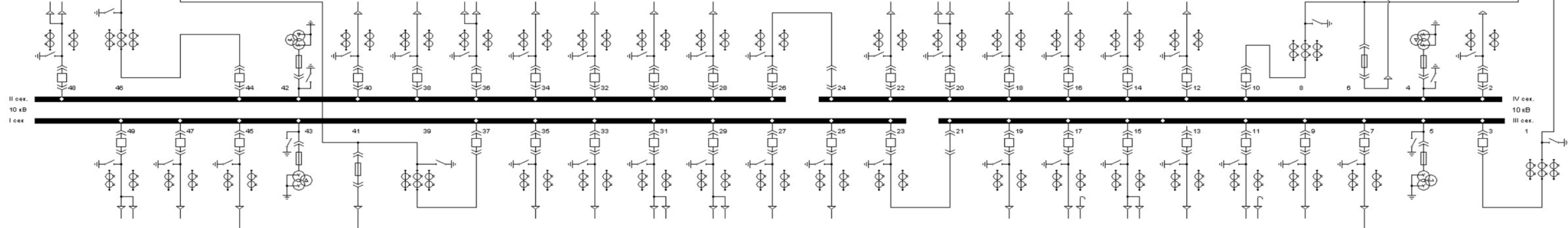


[illegible][illegible]

						141.EK0127.013.TK1			
						Головна схема електричних з'єднань ПС 110/10 кВ		Лист	Масштаб
									1:1
Зин.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата				Аркуш 1	Аркушів 1
Розробив	Шербілін О. С.								
Перевіряв	Нестерко А. Б.								
Т.контр.									
Н.контр.	Шоловський О.Г.							НТУУ «КПІ» ФЕА зр. ЕК-01	
Завер.	Марченко А. А.								

Розрахунок струмів КЗ

Спрощена схема підстанції

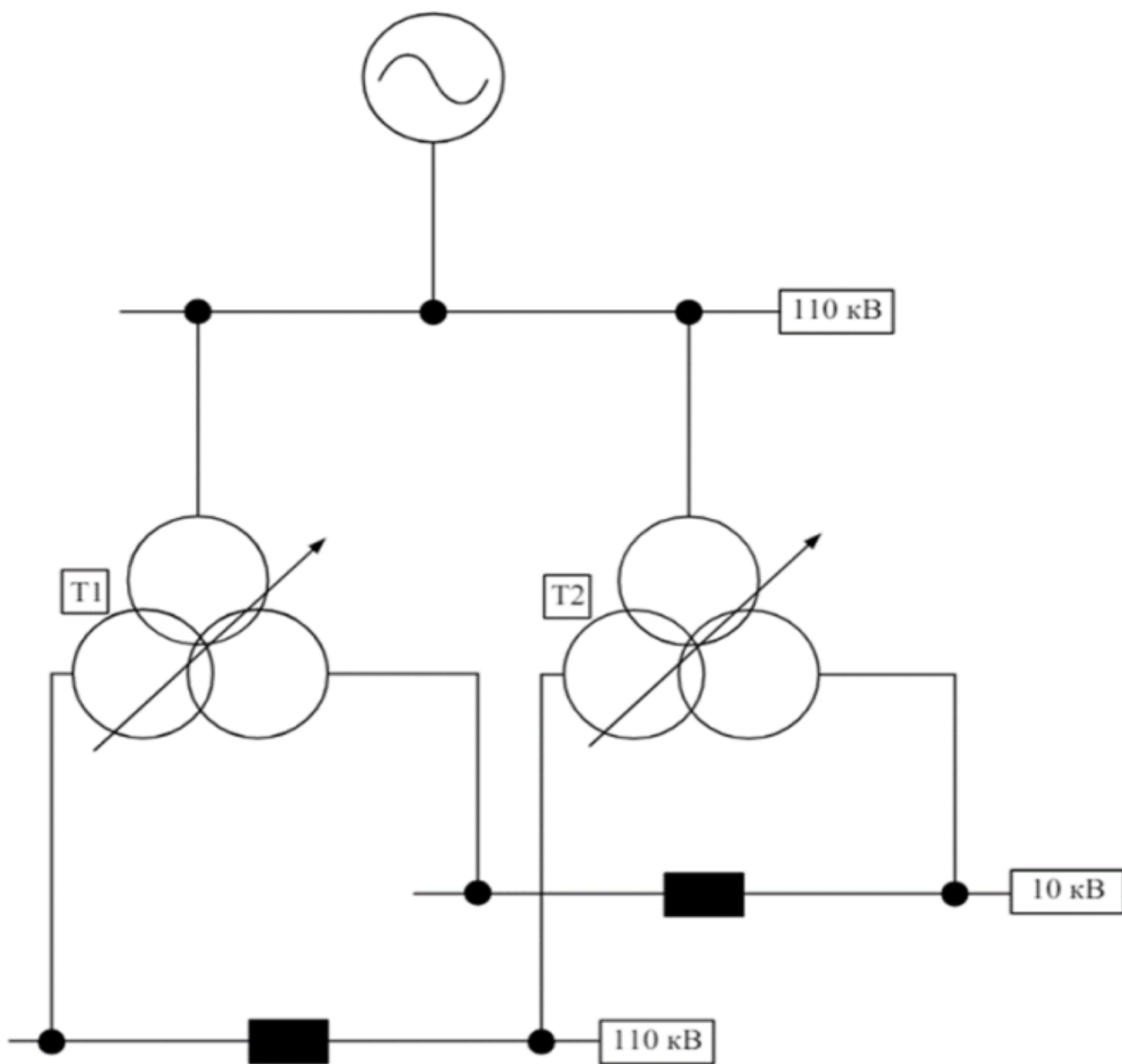
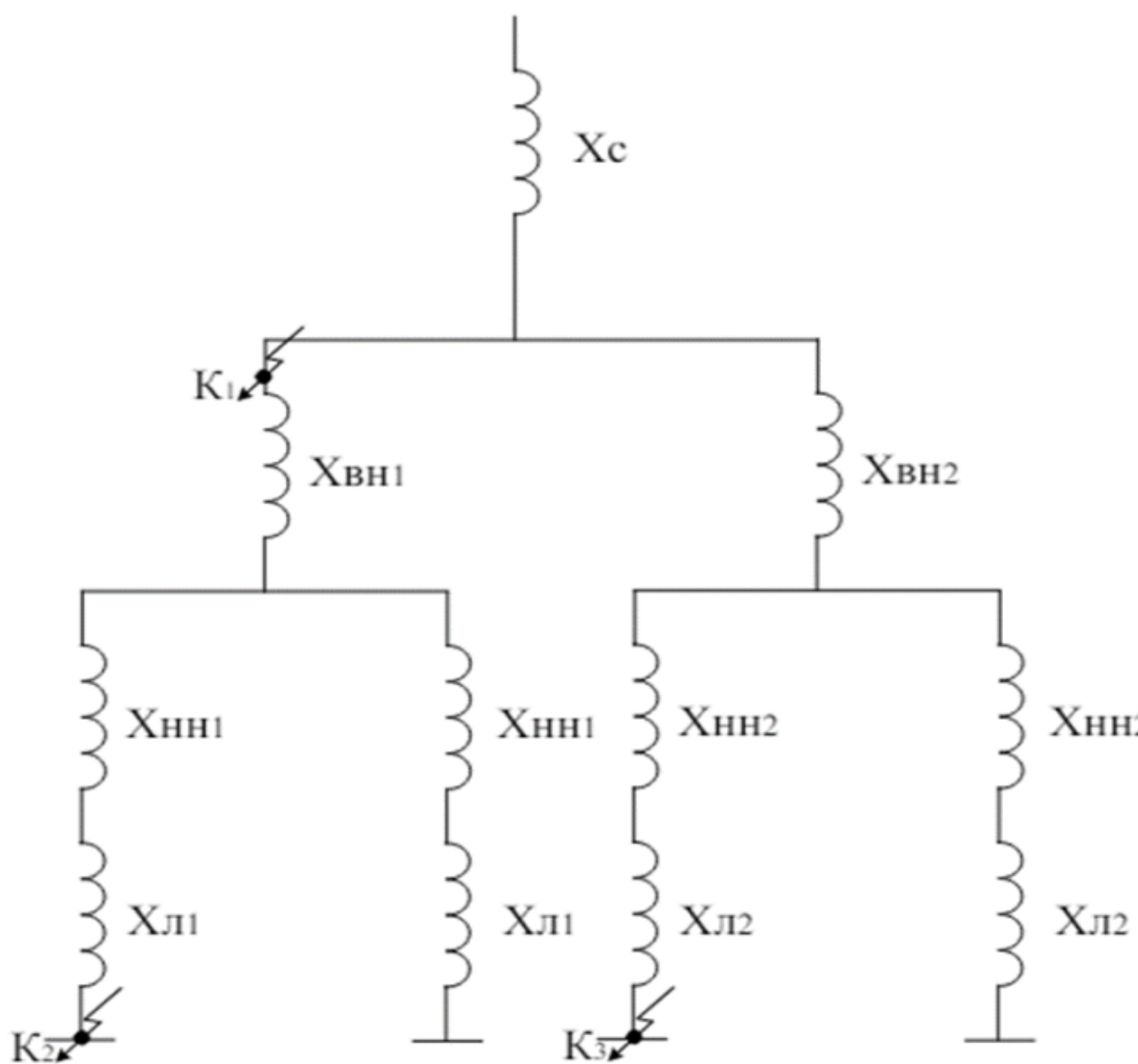
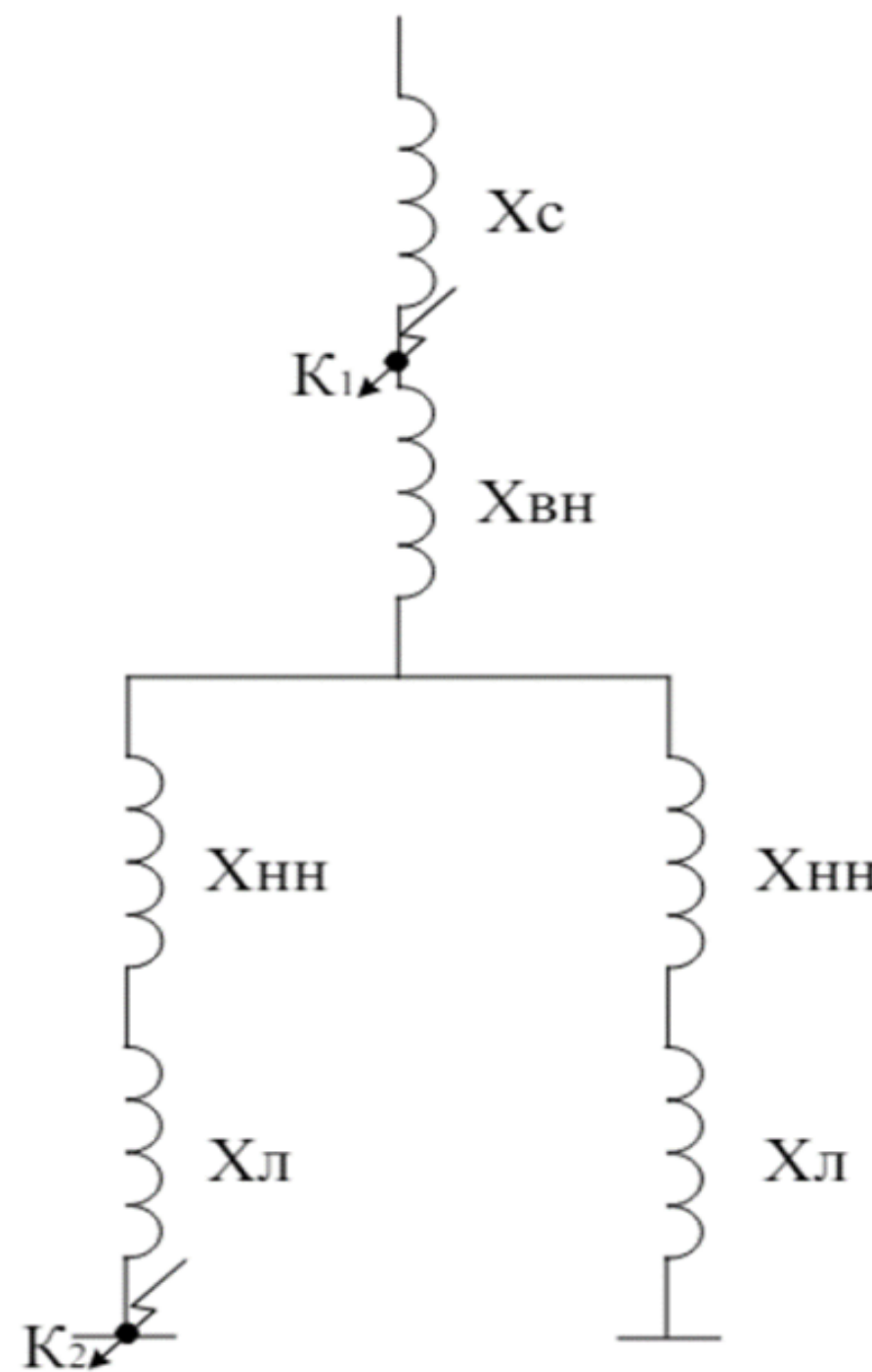


Схема заміщення підстанції



Спрощена схема заміщення підстанції



Базисна потужність
 $S_B = 1000 \text{ МВА}$
Базисна напруга ВН
 $U_{Б.ВН} = 115 \text{ кВ}$
Базисна напруга НН
 $U_{Б.НН} = 10.5 \text{ кВ}$
Напруга КЗ трансформатора
 $U_K = 10.5 \%$

Базисний струм НН та ВН

$$I_{Б.ВН} = \frac{S_B}{\sqrt{3} * U_{Б.ВН} * 10^3} = \frac{100 * 10^6}{\sqrt{3} * 115 * 10^3} = 502.04 \text{ кА}$$
$$I_{Б.НН} = \frac{S_B}{\sqrt{3} * U_{Б.НН} * 10^3} = \frac{100 * 10^6}{\sqrt{3} * 10.5 * 10^3} = 5498.57 \text{ кА}$$

Опір системи, трансформатора та лінії

$$X_C^* = \frac{I_{Б.ВН}}{I_{НОМ.ВИМ}} = \frac{502.04}{1000} = 0.502 \text{ в. о.}$$
$$X_T^* = \frac{U_K * S_B}{100 * S_T} = \frac{10.5 * 100 * 10^6}{100 * 40 * 10^6} = 0.2625 \text{ в. о.}$$
$$X_L^* = \frac{x_0 * l * S_B}{U_{Б.НН}^2} = \frac{0.318 * 2 * 100 * 10^6}{(10.5 * 10^3)^2} = 0.577 \text{ в. о.}$$

Еквівалентний опір для точки К2

$$X_{ЕК2}^* = X_C^* + X_T^* + X_L^* = 0.502 + 0.2625 + 0.577 = 1.342 \text{ в. о.}$$

Струм КЗ для точки К1 у відносних та іменованих одиницях

$$I_{ПО1} = \frac{1}{X_{ЕК1}^*} = \frac{1}{0.502} = 1.99 \text{ в. о.}$$
$$I_{К1} = I_{ПО1} * I_{Б.ВН} = 1.99 * 502.04 = 1000 \text{ А}$$

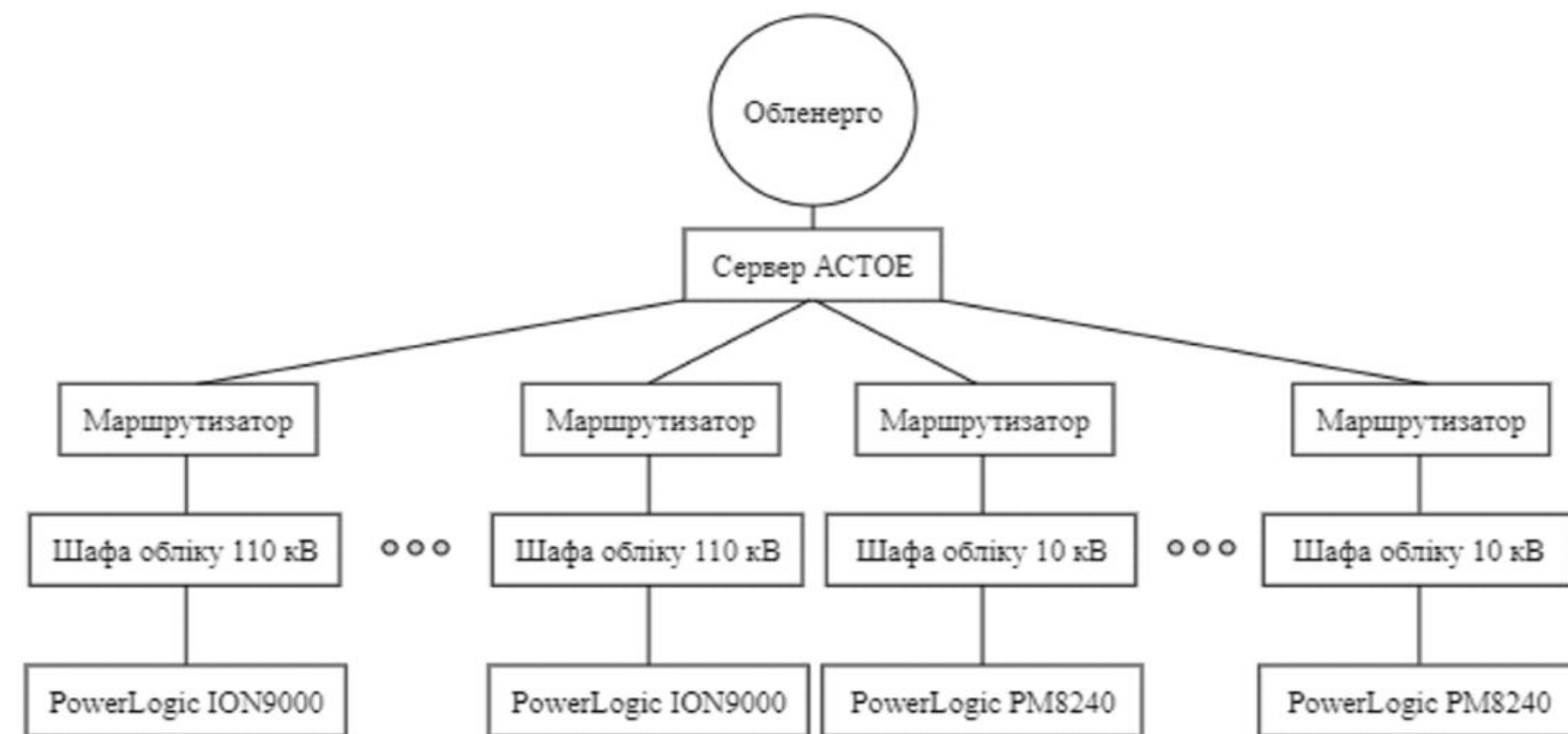
Ударний струм КЗ для точки К1 та К2

$$I_{ПО2} = \frac{1}{X_{ЕК2}^*} = \frac{0.96}{1.342} = 0.72 \text{ в. о.}$$
$$I_{К2} = I_{ПО2} * I_{Б.НН} = 0.72 * 5498.57 = 3.96 \text{ кА}$$

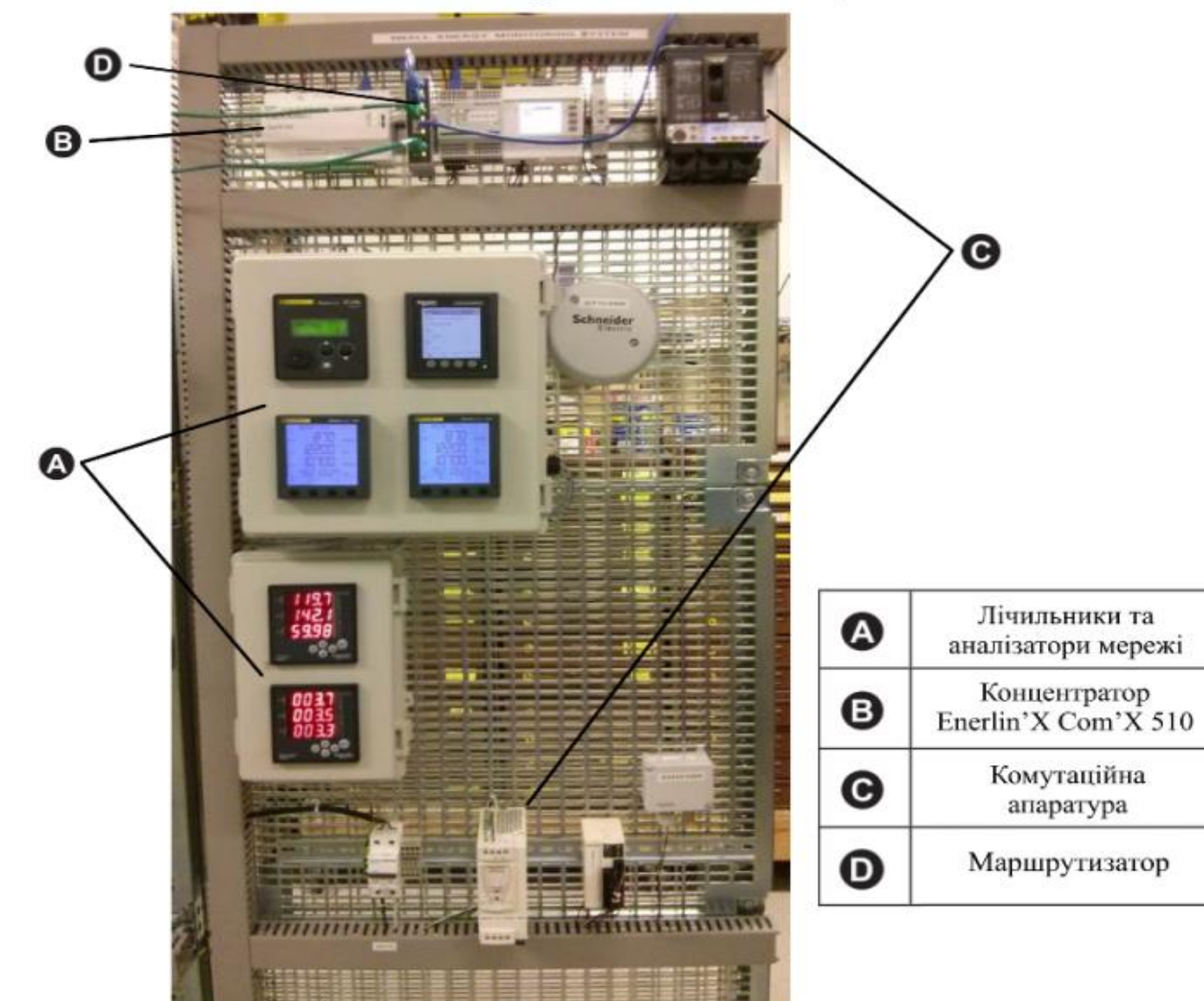
Струм КЗ для точки К2 у відносних та іменованих одиницях

$$I_{уд1} = \sqrt{2} * K_{уд1} * I_{К1} = \sqrt{2} * 1.7 * 1000 = 2.404 \text{ кА}$$
$$I_{уд2} = \sqrt{2} * K_{уд2} * I_{К2} = \sqrt{2} * 1.9 * 3.96 = 10.64 \text{ кА}$$

Схема АСТОЕ

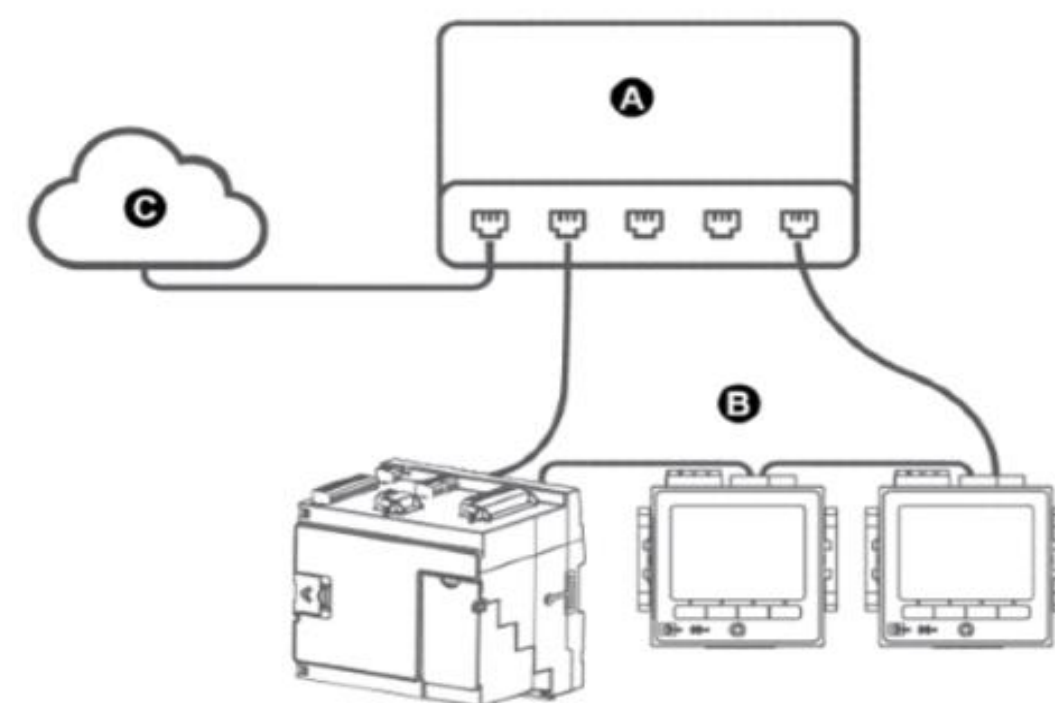


Вигляд шафи обліку



Топологія локальної мережі

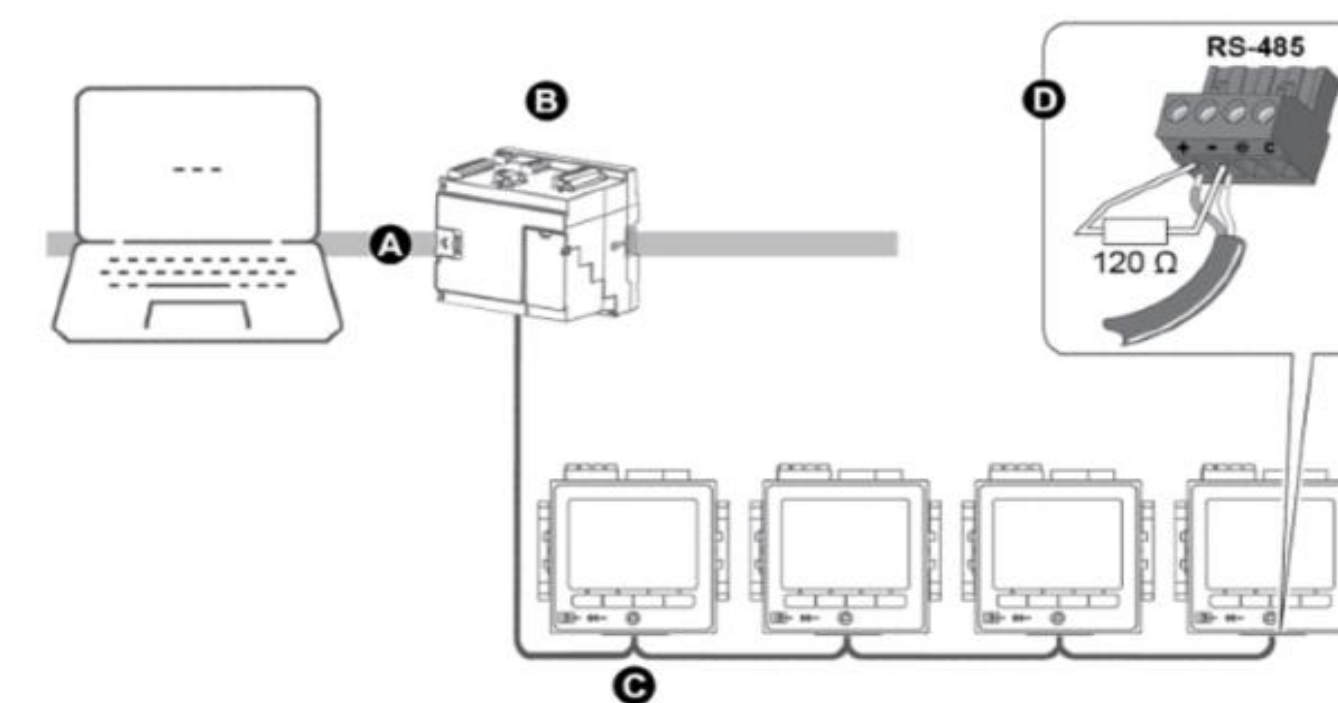
Топологія Ethernet петлі



A Ethernet комутатор або концентратор
B Лічильники підключені через Ethernet
C Локальна/глобальна мережа (LAN/WAN)

Ethernet-петля - лічильники підключені до Ethernet комутатора через Ethernet-кабелі. Комутатор підключений до мережі LAN/WAN. Ethernet-петля дозволяє створювати мережу з резервуванням. У разі розриву зв'язку на одній ділянці мережа автоматично переключається на резервний шлях.

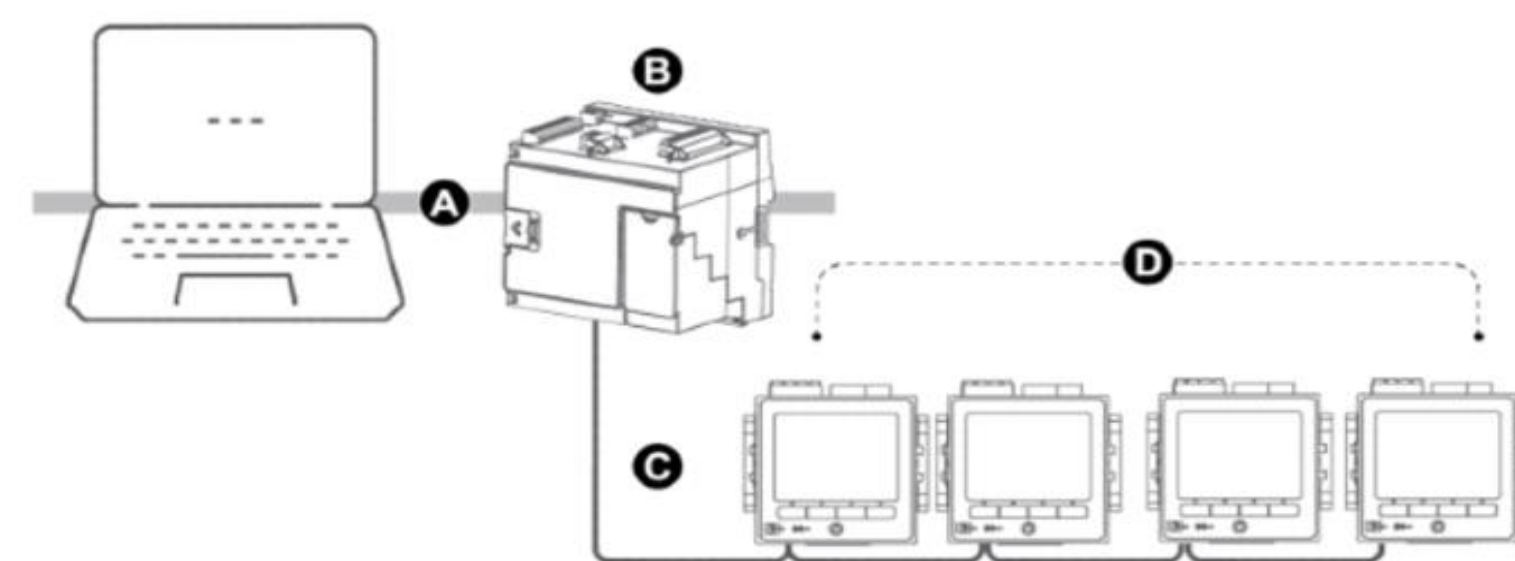
Ethernet-шлюз



A	Локальна/глобальна мережа (LAN/WAN)
B	Лічильник-шлюз Ethernet
C	Послідовна мережа пристроїв RS-485
D	Кінцевий резистор

Ethernet-шлюз - лічильник функціонує як шлюз, він може передавати дані з послідовної мережі RS-485 до Ethernet-мережі, забезпечуючи взаємодію між різними типами мереж. Ethernet-шлюз інтегрує різні протоколи зв'язку в єдину Ethernet-мережу, виконуючи перетворення даних між різними протоколами. Це забезпечує взаємодію між пристроями, що використовують різні стандарти зв'язку забезпечуючи гнучкість у побудові складних систем, де необхідна інтеграція різних технологій та протоколів.

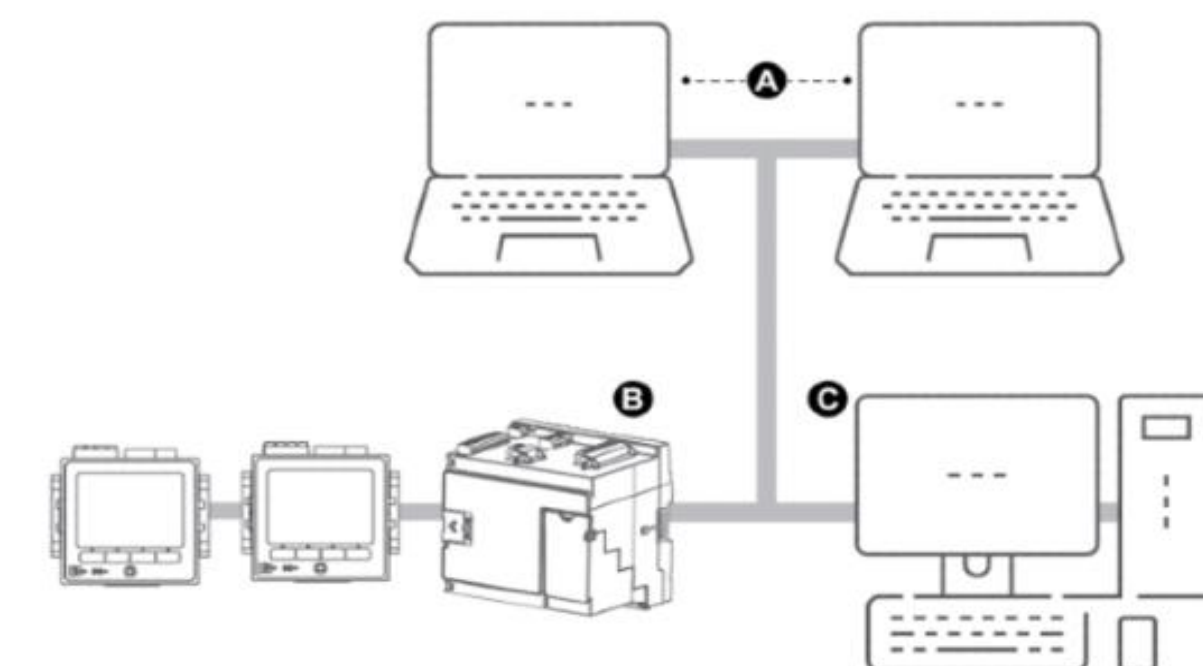
Топологія Modbus RTU



A	Ethernt
B	Лічильники
C	RS-485 Modbus RTU
D	Modbus клієнт

Modbus RTU - лічильники підключені до сервера через послідовний порт RS-485. Modbus RTU підходить для невеликих підстанцій або локальних мереж на великих підстанціях, де важлива економічність, стійкість до перешкод і простота інтеграції. Це хороший вибір для систем, де немає необхідності в передачі великих обсягів даних на великі відстані.

Топологія SNMP

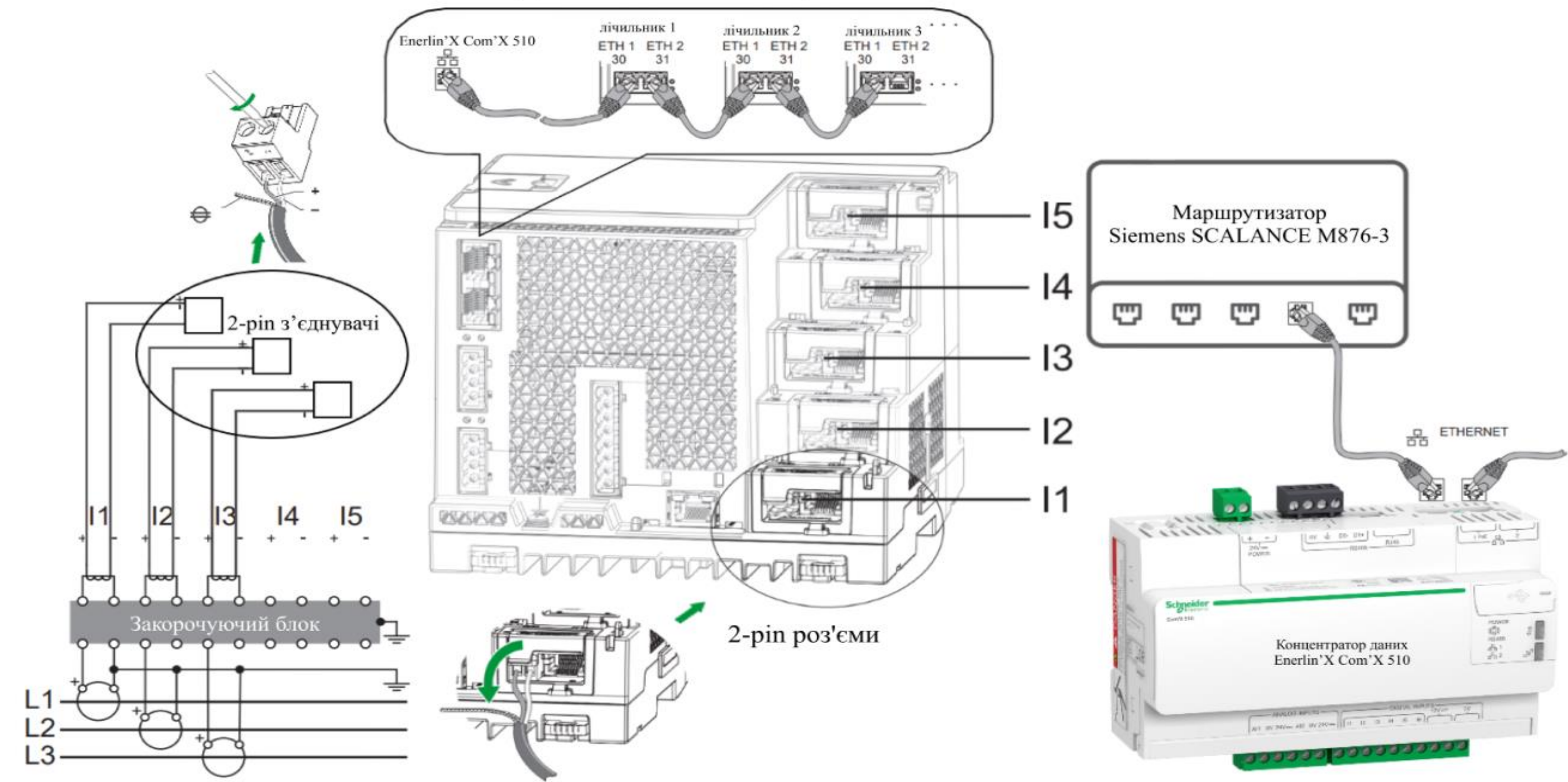


A	Приймачі "Тгар" повідомлень
B	Агент SNMP (лічильник)
C	NMS із встановленим п.з. менеджера SNMP

SNMP - лічильники, оснащені агентами SNMP, передають дані на сервер управління мережею через асинхронні повідомлення, інформуючи про події або зміни стану в керованому пристрої. SNMP підходить для великих підстанцій або мереж, де необхідний централізований моніторинг і керування великою кількістю пристроїв. Це найкращий вибір для ситуацій, де важливий віддалений доступ і автоматичне сповіщення про події.

						141.EK0127.013.TK3										
						Структурна схема АСТОЕ						Лит.			Масштаб	
															1:1	
Зм.	Арк.	На докум			Підпис							Дата				
		Розробив			Щербінін О. С.											
		Перевірив			Нестерко А. Б.											
		Т.контр									Аркуш 1		Аркуші 1			
		Н.контр.			Шполянський О.Г.											
		Затверд.			Марченко А. А.								ФТУУ «КІП» НЕА зр. ЕК-01			

Схема підключень обраних елементів



На схемі представлено підключення елементів АСТОЕ підстанції. Лічильники підключені до концентратора даних Enerlin'X Com'X 510 через Ethernet-кабелі. Концентратор даних Enerlin'X Com'X 510, в свою чергу, підключений до маршрутизатора Siemens SCALANCE M876-3 для забезпечення зв'язку з віддаленим сервером. Також зображено підключення фазних провідників L1, L2, L3 до закорочуючого блоку, який з'єднаний з лічильниками через 2-ріп з'єднувачі. Лічильники мають входи для підключення струмів (I1, I2, I3, I4, I5), забезпечуючи вимірювання електричних параметрів у мережі.

Розрахунок параметрів вторинного навантаження трансформаторів

Загальний опір приладів

$$r_{\text{прил}} = \frac{S_{\text{прил}}}{I_{2\text{ном}}^2} = \frac{0.01}{5^2} = 0.0004 \text{ Ом}$$

Опір всіх проводів

$$r_{\text{пр}} = r_{2\text{ном}} - r_{\text{прил}} - r_{\text{к}} = 1.2 - 0.0004 - 0.01 = 1.19 \text{ Ом}$$

Перетин для мідного провідника

$$q = \frac{\rho * l}{r_{\text{пр}}} = \frac{0.0175 * 100}{1.19} = 1.471 \text{ мм}^2$$

Опір для перетину проводів q = 1.5 мм

$$r_{\text{пр}} = \frac{\rho * l}{q} = \frac{0.0175 * 100}{1.5} = 1.167 \text{ Ом}$$

Навантаження вторинної обмотки трансформатора

$$r_2 = r_{\text{пр}} + r_{\text{прил}} + r_{\text{к}} = 1.167 + 0.0004 + 0.01 = 1.181 \text{ Ом}$$

Максимальне споживання по фазі лічильника

$$S_2 = 18 * 10 = 180 \text{ ВА}$$

Номінальна потужність трансформатора напруги НТМИ-10-66 у класі точності 0,5 становить 120 ВА

$$S_2 = 180 \text{ ВА} < S_{\text{ном}} = \sqrt{3} * 120 = 207.8 \text{ ВА}$$

Схема підключення вимірювальних трансформаторів струму до лічильника PowerLogic ION9000

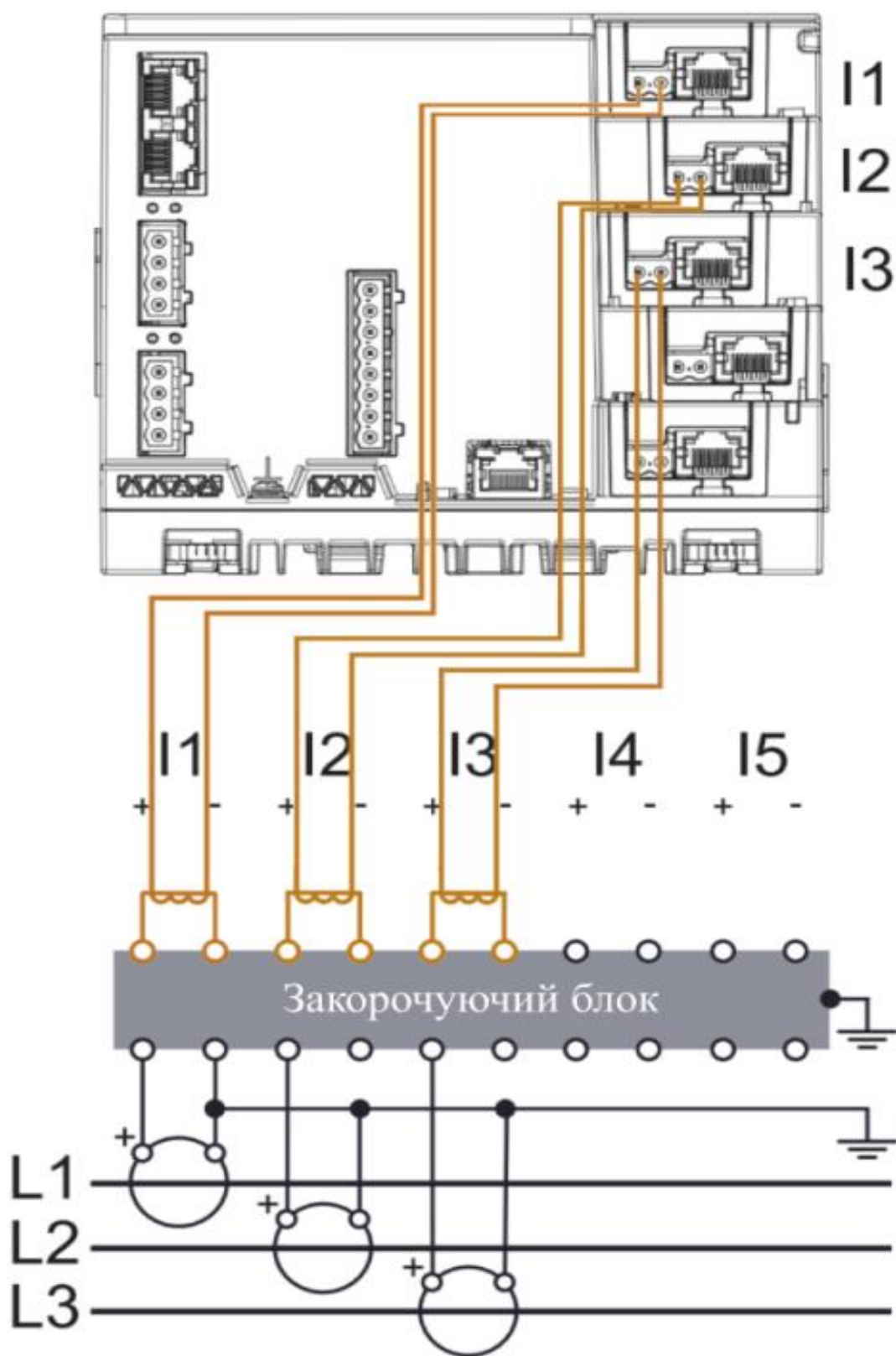
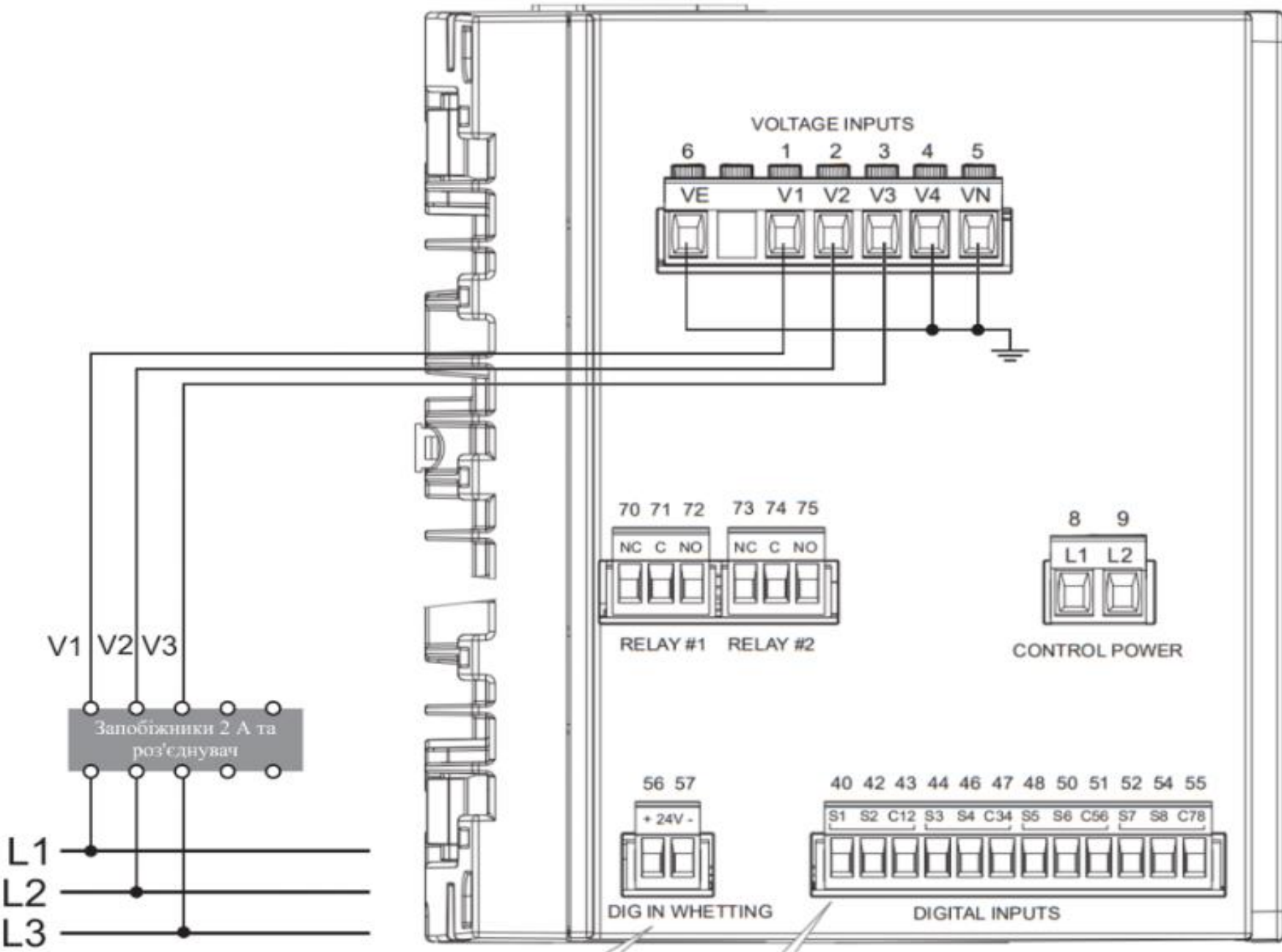


Схема підключення вимірювальних трансформаторів напруги до лічильника PowerLogic ION9000



				141.EK0127.013.TK4			
Схема під'єднання лічильника електроенергії в АСТОЕ				Лист		Масштаб	
						1:1	
				Аркуш 1		Аркушів 1	
				НТУУ «КПІ» ФЕА зр. ЕК-01			
Змн. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Щербінін О. С.						
Перевірив	Нестерко А. Б.						
Т.контр							
Н.контр	Школярський О. Г.						
Затверд.	Марченко А. А.						