



КОМПАРАТОР СА507

Керівництво з експлуатації

Частина 1

Технічна експлуатація

АМАК.411439.001 КЕ

Київ

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ	7
1.1 Призначення	7
1.2 Область і умови застосування	7
2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	8
2.1 Вимірювані величини, діапазони вимірювань і тривалість вимірювань	8
2.2 Похибки вимірювань.....	11
2.3 Конструктивні характеристики і живлення.....	17
3 КОМПЛЕКТНІСТЬ	19
4 ВКАЗІВКИ ЩОДО ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ	22
5 БУДОВА І РОБОТА КОМПАРАТОРА	24
5.1 Робота компаратора при визначенні метрологічних характеристик трансформатора напруги.....	24
5.2 Робота Компаратора при визначенні метрологічних характеристик трансформатора струму	25
5.3 Опис схем Компаратора СА507 і Джерела струму СА3600.....	27
5.4 Конструкція Компаратора СА507	31
6 ПІДГОТОВКА КОМПАРАТОРА ДО РОБОТИ	35
6.1 Підготовка Компаратора до роботи і включення живлення.....	35
6.2 Введення дати і часу.....	36
6.3 Введення назви об'єкта	37
6.4 Налаштування звуку.....	39
7 РОБОТА З КОМПАРАТОРОМ	40
7.1 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів	40
7.1.1 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів напруги	41
7.1.1.1 Підготовка до роботи	41
7.1.1.2 Вимірювання відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг двох трансформаторів напруги в режимі стеження	43
7.1.1.3 Вимірювання відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг двох трансформаторів напруги з накопиченням результатів вимірювань	45
7.1.1.4 Вимірювання потужності і провідності навантаження вторинного кола трансформатора напруги при його повірці або калібруванні в режимі стеження.....	48
7.1.1.5 Вимірювання потужності і провідності навантаження вторинного кола трансформатора напруги при його повірці або калібруванні з накопиченням результатів вимірювань.....	49

7.1.1.6 Вимірювання вторинної напруги еталонного трансформатора напруги	51
7.1.2 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів струму при ручному регулюванні джерела живлення.....	52
7.1.2.1 Підготовка до роботи	52
7.1.2.2 Вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів і різниці фаз вторинних струмів двох трансформаторів струму в режимі стеження.....	55
7.1.2.3 Вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів і різниці фаз вторинних струмів двох трансформаторів струму в режимі накопичення результатів вимірювань	56
7.1.2.4 Вимірювання потужності і опору навантаження у вторинному колі трансформатора струму при його повірці або калібруванні в режимі стеження.....	58
7.1.2.5 Вимірювання потужності і опору навантаження у вторинному колі трансформатора струму при його повірці або калібруванні з накопиченням результатів вимірювань	59
7.1.2.6 Вимірювання сили вторинного струму еталонного трансформатора струму.....	60
7.1.3 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів струму при автоматичному регулюванні джерела живлення.....	62
7.1.3.1 Підготовка до роботи	62
7.2 Вимірювання параметрів навантажень трансформаторів.....	78
7.2.1 Вимірювання параметрів магазину навантажень ТН або навантаження ТН, відключеного від його вторинного кола	78
7.2.2 Вимірювання параметрів магазину навантажень ТС або навантаження ТС, відключеного від його вторинного кола	79
7.3 Вимірювання напруги і сили струму в колах, що живляться від мережі	80
7.3.1 Вимірювання напруги в колах, що живляться від мережі	80
7.3.2 Вимірювання сили струму в колах, що живляться від мережі	82
7.4 Додаткові функції.....	83
7.4.1 Збереження результатів вимірювань в пам'яті Компаратора.....	83
7.4.2 Визначення додаткового опору, що вноситься Компаратором в кола навантажень еталонного ТС і ТС, що повіряється	86

8 ХАРАКТЕРНІ ПОМИЛКИ ОПЕРАТОРА І МЕТОДИ ЇХ УСУНЕННЯ...	87
9 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ.....	89
10 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	89

Додаток 1. Схеми підключення Магазина навантажень СА5018 при повірці (калібруванні) ТС.....	90
Додаток 2 Визначення метрологічних характеристик трансформаторів напруги з заземленою вторинною обмоткою.....	91
Додаток 3 Структурна схема Компаратора.....	92

f_{DU} – відносна різниця вторинних напруг, %
 δ_{DU} – різниця фаз вторинних напруг, хвилини
 Δ_{fDU} – основна абсолютна похибка при вимірюванні відносної різниці вторинних напруг, %
 $\Delta_{\delta DU}$ – основна абсолютна похибка при вимірюванні різниці фаз вторинних напруг, хвилини
 f_{DI} – відносна різниця сил вторинних струмів, %
 δ_{DI} – різниця фаз вторинних струмів, хвилини
 Δ_{fDI} – основна абсолютна похибка при вимірюванні відносної різниці сил вторинних струмів, %
 $\Delta_{\delta DI}$ – основна абсолютна похибка при вимірюванні різниці фаз вторинних струмів, хвилини
 f_i – струмова похибка ТС, %
 δ_i – кутова похибка ТС, хвилини
 U_{2H} – номінальна вторинна напруга ТН, що повіряється, та еталонного, В
 $U_{2э}$ – вторинна напруга еталонного ТН, В
 U_{2x} – вторинна напруга ТН, що повіряється, В
 ΔU – різниця вторинних напруг ТН, що повіряється, та еталонного, В
 $U_{пов}$ – напруга завади загального виду, В
 I_{1H} – номінальна сила первинного струму ТС, що повіряється, та еталонного, А
 I_{2H} – номінальна сила вторинного струму ТС, що повіряється, та еталонного за умови рівних номінальних вторинних струмів, А
 $I_{2э}$ – сила вторинного струму еталонного ТС, А
 I_{2x} – сила вторинного струму ТС, що повіряється, А
 $I_{2эH}$ – номінальна сила вторинного струму еталонного ТС при співвідношенні номінального вторинного струму еталонного СТ до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, як 5:1, А
 I_{xH} – номінальна сила вторинного струму ТС, що повіряється, при співвідношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, як 5:1, А
 ΔI – різниця сил вторинних струмів ТС, що повіряється, та еталонного, А
 P – активна потужність, Вт
 Q – реактивна потужність, В·А
 S – повна потужність, В·А
 Δ_P – основна абсолютна похибка при вимірюванні активної потужності навантаження, Вт
 Δ_Q – основна абсолютна похибка при вимірюванні реактивної потужності навантаження, В·А
 G – активна провідність, См
 B – реактивна провідність, См
 Δ_G – основна абсолютна похибка при вимірюванні активної провідності навантаження, См

Δ_B – основна абсолютна похибка при вимірюванні реактивної провідності, См

R – активний опір, Ом

X – реактивний опір, Ом

Δ_R – основна абсолютна похибка при вимірюванні активного опору навантаження у вторинному колі трансформатора струму, що повіряється, Ом

Δ_X – основна абсолютная похибка при вимірюванні реактивного опору навантаження у вторинному колі трансформатора струму, що повіряється, Ом

$Z_{внтге}$ – повний опір на частоті 50 Гц, що вноситься Компаратором у вторинне коло еталонного трансформатора струму, Ом

$Z_{внттх}$ – повний опір на частоті 50 Гц, що вноситься Компаратором у вторинне коло трансформатора струму, що повіряється, Ом

γ_U – основна відносна похибка при вимірюванні напруги в електричних колах, що живляться від промислової мережі, %

γ_I – основна відносна похибка при вимірюванні сили струму в електричних колах, що живляться від промислової мережі, %

СКВ – середньоквадратичне відхилення

УВАГА!

ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИМІРЮВАНЬ, КАК В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ, ТАК І В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ:

- для підключення КОМПАРАТОРА ДО МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ 220/230 В 50 Гц **СЛІД ВИКОРИСТОВУВАТИ РОЗЕТКУ, ЯКА МАЄ ЗАТИСК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ**, ПЕРЕД ВКЛЮЧЕННЯМ СЛІД ВПЕВНИТИСЬ, ЩО ЦЕЙ ЗАТИСК ПОДКЛЮЧЕНИЙ ДО КОНТУРУ ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ;
- НЕ ПОДКЛЮЧАТИ ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ ДО ЗАТИСКУ "⊥" НА ЗАДНІЙ ПАНЕЛІ КОМПАРАТОРА!
- МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМИ ЗНАЧЕННЯ НАПРУГИ, ЩО ПОДАЄТЬСЯ НА ВИМІРЮВАЛЬНІ ВХОДИ, УКАЗАНІ ПОРЯД З ВІДПОВІДНИМИ ВХОДАМИ НА ЗАДНІЙ ПАНЕЛІ КОМПАРАТОРА;
- МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМИ ЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ НА ВХОДАХ КОМПАРАТОРА НАВЕДЕНІ В РОЗДІЛІ 2 ЦЬОГО КЕРІВНИЦТВА;
- У СКЛАДІ ПЕРЕСУВНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ КОМПАРАТОР ДЛЯ ДОДАТКОВОЇ АМОРТИЗАЦІЇ ПОВИНЕН ТРАНСПОРТУВАТИСЬ В СУМЦІ УКЛАДОЧНІЙ АМАК.323382.007.

З питань технічного обслуговування звертатися за наступними адресами:

Поштова адреса: Україна, 04128, м. Київ, а/с 33, ТОВ "ОЛТЕСТ"
Юридична адрес: Україна, 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37/1,
кв. 11, ТОВ "ОЛТЕСТ"

E-mail: info@oltest.ua

Web-адрес: www.oltest.ua

Тел.: 380-44-537-08-01, 380-44-227-66-65, 380-44-331-46-21

Керівництво з експлуатації (далі - КЕ) Компаратора СА507 (далі – Компаратор) затверджене 4.11.2013 р. ДП "Укртестметрстандарт".

КЕ складається з трьох частин.

Перша частина КЕ містить відомості, необхідні для правильної та безпечної експлуатації Компаратора.

Друга частина КЕ містить відомості щодо методів і засобів повірки Компаратора.

Третя частина КЕ містить відомості щодо роботи компаратора при управлінні від персонального комп'ютера.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Призначення

Компаратор призначений для вимірювання величин, що використовуються при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів струму (ТС) і напруги (ТН) і процесі їх повірки і калібрування у відповідності з ГОСТ 8.217 та ГОСТ 8.216.

В комплект поставки компаратора може бути включене джерело змінного струму СА3600 (далі – джерело струму СА3600), призначене для живлення вимірювальної схеми змінним струмом під час проведення повірок (калібрування) вимірювальних ТС з номінальним первинним струмом до 5000 А.

1.2 Область і умови застосування

1.2.1 Область застосування Компаратора – підприємства та організації, які здійснюють перевірку і калібрування вимірювальних трансформаторів напруги, магазинів опорів і провідностей при їх розробці, виробництві і експлуатації, а також вимірювання навантажень ТН і ТС безпосередньо в місцях установок.

1.2.2 Компаратор може експлуатуватись в виробничих цехах, стаціонарних і пересувних лабораторіях.

1.2.3 Нормальними умовами застосування Компаратора є:

- температура навколишнього повітря – від 10 °С до 30 °С;
- відносна вологість повітря – до 80 % при температурі 25 °С;
- форма кривої напруги, приложенного к измерительной схеме, (далее – рабочее напряжение) – синусоїдна;
- частота рабочего напряжения от 48 Гц до 62 Гц;
- коефіцієнт гармонік робочої напруги – не більше 5 %.

1.2.4 Робочими умовами застосування Компаратора є:

- температура навколишнього повітря – від 0 °С до плюс 40 °С;
- відносна вологість повітря – до 80 % при температурі 25 °С.

2 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Вимірювані величини, діапазони вимірювань і тривалість вимірювань

2.1.1 Компаратор забезпечує можливість автоматичного вимірювання наступних величин:

- відносної різниці вторинних напруг двох ТН з рівними номінальними значеннями їх вторинних напруг;
- різниці фаз вторинних напруг двох ТН з рівними номінальними значеннями їх вторинних напруг;
- відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС з рівними номінальними значеннями їх вторинних струмів;
- різниці фаз вторинних струмів двох ТС з рівними номінальними значеннями їх вторинних струмів;
- відносної різниці між силою вторинного струму ТС, що повіряється, і силою вторинного струму еталонного ТС при співвідношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, як 5:1 (тут і далі під відносною різницею вторинних струмів при їх співвідношенні, як 5:1, слід розуміти відносну різницю між силою вторинного струму ТС, що повіряється, приведеною до значення сили вторинного струму еталонного ТС, і силою вторинного струму еталонного ТС - див. 5.2);
- різниці фаз вторинних струмів двох ТС при співвідношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, як 5:1 (див. 5.2);
- активної і реактивної потужностей (далі - потужності) навантаження у вторинному колі ТС, що повіряється;
- активної і реактивної потужностей (далі - потужності) навантаження у вторинному колі ТН, що повіряється;
- активного і реактивного опору навантаження у вторинному колі ТТ, що повіряється;
- активної і реактивної провідностей навантаження у вторинному колі ТН, що повіряється;
- середньоквадратичного значення першої гармоніки (далі – СКЗГ) сили вторинного струму еталонного ТС і його частоти¹;
- СКЗГ вторинної напруги еталонного ТН і його частоти;
- активних і реактивних потужностей, електричного опору і електричної провідності магазинів навантажень;
- СКЗГ напруги і його частоти в колах, що живляться від мережі;
- СКЗГ сили струму і його частотм в колах, що живляться від мережі.

¹ Тут і далі при вимірюванні напруги і струму параметром, що вимірюється є діюче значення першої гармоніки.

2.1.2 Компаратор забезпечує такі діапазони вимірювань:

- відносної різниці вторинних напруг двох ТН від мінус 15 до плюс 15 % для значень вторинних напруг від 6 до 240 В;
- різниці фаз вторинних напруг двох ТН від мінус 300 до плюс 300 хвилин для значень вторинних напруг від 6 до 240 В;
- відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС від мінус 15 % до плюс 15% для значень сил вторинних струмів еталонного трансформатора від 0,01 до 7 А;
- різниці фаз вторинних струмів двох ТС від мінус 300 до плюс 300 хвилин для значень сил вторинних струмів еталонного трансформатора від 0,01 до 7 А;
- активної потужності навантаження у вторинному колі ТН, що перевіряється, від 0 до 500 Вт, за умови, що напруга на навантаженні знаходиться в діапазоні від 0,5 до 240 В, а сила струму – в діапазоні від 0 до 5 А;
- реактивної потужності навантаження у вторинному колі ТН, що перевіряється, від 0 до 500 Вт, за умови, що напруга на навантаженні знаходиться в діапазоні від 0,5 до 240 В, а сила струму – в діапазоні від 0 до 5 А;
- активної провідності навантаження у вторинному колі ТН, що перевіряється, від 0 до $5 \cdot 10^{-2}$ См, за умови, що напруга на навантаженні знаходиться в діапазоні від 6 до 240 В, а сила струму – в діапазоні від 0 до 5 А;
- реактивної провідності навантаження у вторинному колі ТН, що перевіряється, від 0 до $5 \cdot 10^{-2}$ См, за умови, що напруга на навантаженні знаходиться в діапазоні від 6 до 240 В, а сила струму – в діапазоні від 0 до 5 А;
- активної потужності навантаження у вторинному колі ТС, що перевіряється, від 0 до 500 Вт при значеннях напруги на навантаженні в діапазоні від 0 до 100 В і сили струму в діапазоні від 0,01 до 7 А;
- реактивної потужності навантаження у вторинному колі ТС, що перевіряється, від 0 до 500 В·А при значеннях напруги на навантаженні в діапазоні від 0 до 100 В і сили струму в діапазоні від 0,01 до 7 А;
- активного опору потужності навантаження у вторинному колі ТС, що перевіряється, від 0 до 200 Ом, за умови, що напруга на навантаженні знаходиться в діапазоні від 0 до 100 В, а сила струму – від 0,01 до 7 А;
- реактивного опору потужності навантаження у вторинному колі ТС, що перевіряється, від 0 до 200 Ом, за умови, що напруга на навантаженні знаходиться в діапазоні від 0 до 100 В, а сила струму – від 0,01 до 7 А;
- СКЗГ вторинної напруги еталонного ТН від 0,1 до 240 В;

- СКЗГ сили вторинного струму еталонного ТС від 0,01 до 7 А;
- частоти вторинних струму і напруги еталонних ТС і ТН від 48 до 62 Гц;
- СКЗГ напруги в колах, що живляться від мережі, від 0,1 до 500 В;
- СКЗГ сили струму в колах, що живляться від мережі, від 0,05 до 5 А;
- частоти струму і напруги в колах, що живляться від мережі, від 48 до 62 Гц.

Діапазони вимірювання активної і реактивної потужностей, електричного опору і електричної провідності навантаження відповідають діапазонам вимірювання, які вказані для навантаження вторинного кола ТН і ТС при їх калібруванні або повірці.

2.1.3 Різниця вторинних напруг двох ТН, підключених до трансформатора узгодження СА5072, не повинна перевищувати 10 В.

2.1.4 Діапазони регулювання сили змінного струму джерела струму СА3600 відповідають наведеним в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

№ п/п	Діапазон регулювання сили змінного струму, А	Напруга на виході джерела струму при відключеному навантаженні, не менше, В
1	От 0,005 до 36	40
2	От 0,05 до 720	5
3	От 0,05 до 3000	1
4	От 0,1 до 6000	2

2.1.5 Для вимірювання напруги в електричних колах, що живляться від мережі, в Компараторі передбачений диференційний вхід "Ux". Диференційний повний вхідний опір Компаратора становить не менше 3 МОм на частоті 50 Гц.

2.1.6 Синфазний повний вхідний опір Компаратора (опір між з'єднаними між собою затисками "x, U_x" і "a, U_x" та затиском "⊥" Компаратора) становить не менше 3 МОм на частоті 50 Гц.

2.1.7 Ізоляція затисків "a, I_x" і "U₁, I_x", призначених для вимірювання сили струму в колах, що живляться від мережі, відносно затиска "⊥" Компаратора має опір постійному струму не менше 10 МОм і розрахована на подачу змінної напруги 460 В з частотою мережі.

2.1.8 Повний вхідний опір Компаратора між затисками "a, I_x" і "U₁, I_x" при вимірюванні сили струму в колах, що живляться від мережі, не перевищує 0,1 Ом на частоті 50 Гц.

2.1.9 Повна провідність на частоті 50 Гц, що вноситься Компаратором у вторинне коло еталонного ТН, не перевищує $3 \cdot 10^{-7}$ См.

2.1.10 Повна провідність на частоті 50 Гц, що вноситься Компаратором у вторинне коло ТН, що повіряється, не перевищує $3 \cdot 10^{-7}$ См.

2.1.11 Повний опір на частоті 50 Гц, в омах, що вноситься Компаратором у вторинне коло еталонного ТС, не перевищує:

а) за умови рівних номінальних вторинних струмах двох ТС

$$Z_{внТТэ} = (20 \pm 1, 1 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де f_{DI} – числове значення результату вимірювання відносної різниці вторинних струмів, в процентах;

б) при співвідношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, 5:1

$$Z_{внТТэ} = (30 \pm 1, 1 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

де f_{DI} – числове значення результату вимірювання відносної різниці вторинних струмів, в процентах

2.1.12 Повний опір на частоті 50 Гц, в омах, що вноситься Компаратором у вторинне коло ТС, що повіряється, не перевищує:

а) за умови рівних номінальних вторинних струмах двох ТС

$$Z_{внТТх} = (10 \pm 1, 1 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

де f_{DI} – числове значення результату вимірювання відносної різниці вторинних струмів, в процентах;

б) при співвідношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, 5:1

$$Z_{внТТх} = (55 \pm 2 \cdot f_{DI}) \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

де f_{DI} – числове значення результату вимірювання відносної різниці вторинних струмів, в процентах.

2.1.13 Тривалість першого вимірювання будь-якої з величин, що вимірюються Компаратором, в режимі стеження не перевищує 5 с, а тривалість кожного повторного вимірювання в цьому режимі – 1 с.

Тривалість першого вимірювання в режимі накопичування результатів не перевищує 7 с, а кожного повторного вимірювання в цьому режимі – 1 с.

2.2 Похибки вимірювань

2.2.1 Границі допустимої основної абсолютної похибки, в процентах, при вимірюванні відносної різниці вторинних напруг двох ТН Δf_{DU} відповідають значенням, які вказані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Діапазони вторинних напруг, В	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δf_{DU} , %		
от 20 до 240	$\pm(0,005 \cdot f_{DU} + 1 \cdot 10^{-4} + 0,03 \cdot \delta_{DU} / \delta_{DU \max})$		
от 6 до 20	$\pm(0,005 \cdot f_{DU} + 1 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DU} / \delta_{DU \max})$		

f_{DU} – числове значення результату вимірювання відносної різниці вторинних напруг двох ТН, в процентах,

δ_{DU} – числове значення результату вимірювання різниці фаз вторинних напруг двох ТН, в хвилинали,

$\delta_{DU \max}$ – числове значення верхньої межі діапазону вимірювання різниці фаз вторинних напруг двох ТН, що дорівнює 300 хвилинали.

2.2.2 Границі допустимої основної абсолютної похибки, в хвилинали, при вимірюванні різниці фаз вторинних напруг двох ТН $\Delta \delta$ відповідають значенням, які вказані в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Діапазони вторинних напруг, В	Границі допустимої основної абсолютної похибки $\Delta \delta_{DU}$, хвилинали		
от 20 до 240	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DU} + 0,05 + 0,7 \cdot f_{DU} / f_{DU \max})$		
от 6 до 20	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DU} + 0,1 + 0,7 \cdot f_{DU} / f_{DU \max})$		

δ_{DU} – числове значення результату вимірювання різниці фаз вторинних напруг двох ТН, в хвилинали,

f_{DU} – числове значення результату вимірювання відносної різниці вторинних напруг двох ТН, в процентах,

$f_{DU \max}$ – числове значення верхньої межі діапазону вимірювання відносної різниці вторинних напруг двох ТН, що дорівнює 15 %.

2.2.3 Границі допустимої основної абсолютної похибки, в процентах, при вимірюванні відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС Δf_{DI} відповідають:

а) при їх рівних номінальних вторинних струмах, значенням, вказаним в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Діапазони сил вторинних струмів, А	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δf_{DI} , %		
от 1 до 7	$\pm(0,005 \cdot f_{DI} + 2 \cdot 10^{-4} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max})$		
от 0,05 до 1	$\pm(0,005 \cdot f_{DI} + 3 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max})$		
от 0,01 до 0,05	$\pm(0,005 \cdot f_{DI} + 1,5 \cdot 10^{-2} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max})$		

б) при співвідношенні їх номінальних вторинних струмів як 5:1 значенням, вказаним в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

Діапазони сил вторинних струмів, А		Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_{fDI} , %			
ТСе	ТСх				
от 0,5 до 7	от 0,1 до 1,4	$\pm(0,005 \cdot f_{DI}$	$+2 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max}$)	
от 0,05 до 0,5	от 0,01 до 0,1	$\pm(0,005 \cdot f_{DI}$	$+4 \cdot 10^{-3} + 0,03 \cdot \delta_{DI} / \delta_{DI \max}$)	

f_{DI} – числове значення результату вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС, в процентах,

δ_{DI} – числове значення результату вимірювання різниці фаз вторинних струмів двох ТС, в хвилинах,

$\delta_{DI \max}$ – числове значення верхньої межі діапазону вимірювання різниці фаз вторинних струмів двох ТС, що дорівнює 300 хвилин'.

2.2.4 Границі допустимої основної абсолютної похибки, в хвилинах, при вимірюванні різниці фаз вторинних струмів двох ТС $\Delta_{\delta DI}$ відповідають:

а) при їх рівних номінальних вторинних струмах, значенням, вказаним в таблиці 2.6;

Таблиця 2.6

Діапазони сил вторинних струмів, А	Границі допустимої основної абсолютної похибки $\Delta_{\delta DI}$, хвилини
от 0,25 до 7	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,03 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$
от 0,01 до 0,25	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,5 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$

б) при співвідношенні їх номінальних вторинних струмів як 5:1 значенням, вказаним в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Діапазони сил вторинних струмів, А		Границі допустимої основної абсолютної похибки $\Delta_{\delta DI}$, хвилини	
ТСе	ТСх		
от 0,25 до 7	от 0,05 до 1,4	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,1 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$)
от 0,05 до 0,25	от 0,01 до 0,05	$\pm(0,005 \cdot \delta_{DI} + 0,6 + 0,7 \cdot f_{DI} / f_{DI \max})$)

δ_{DI} – числове значення результату вимірювання різниці фаз вторинних струмів двох ТС, в хвилинах,

f_{DI} – числове значення результату вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС, в процентах,

$f_{DI \max}$ – числове значення верхньої межі діапазону вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС, що дорівнює 15 %.

2.2.5 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні активної потужності навантаження у вторинному колі ТН при його калібруванні або повірці, в ватах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Діапазони вторинних напруг, В	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_P , Вт
от 50 до 240	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-7})$
от 0,5 до 30	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-6})$

U_{2H} – числове значення номінальної вторинної напруги еталонного ТН, в вольтах,

P – числове значення результату вимірювання активної потужності, в ватах,

Q – числове значення результату вимірювання реактивної потужності, в вольт-амперах.

2.2.6 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні реактивної потужності навантаження у вторинному колі ТН при його калібруванні або повірці, в вольт-амперах, , відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9

Діапазони вторинних напруг, В	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_Q , В·А
от 50 до 240	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 2 \cdot 10^{-7})$
от 0,5 до 30	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + U_{2H}^2 \cdot 10^{-6})$

U_{2H} – числове значення номінального вторинного напруги еталонного ТН, вираженого в вольтах,

P – числове значення результату вимірювання активної потужності, вираженого в ватах,

Q – числове значення результату вимірювання реактивної потужності, вираженого в вольт-амперах.

2.2.7 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні активної провідності навантаження у вторинному колі ТН при його калібруванні або повірці, в сіменсах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10

Діапазони вторинних напруг, В	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_G , См
от 50 до 240	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 2 \cdot 10^{-7})$
от 6 до 30	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-6})$

G – числове значення результату вимірювання активної провідності, в сіменсах;
 B – числове значення результату вимірювання реактивної провідності, в сіменсах

2.2.8 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні реактивної провідності навантаження у вторинному колі ТН при його калібруванні або повірці, в сіменсах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11

Діапазони вторинних напруг, В	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_B , См
от 50 до 240	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-7})$
от 30 до 50	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 2 \cdot 10^{-7})$
от 6 до 30	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{G^2 + B^2} + 10^{-6})$

G – числове значення результату вимірювання активної провідності, в сіменсах;
 B – числове значення результату вимірювання реактивної провідності, в сіменсах

2.2.9 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні активної потужності навантаження у вторинному колі ТС, що повіряється, в ватах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12

Діапазони сил вторинних струмів, А	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_P , Вт
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + I_{2н}^2 \cdot 0,0003)$

$I_{2н}$ – числове значення номінальної сили вторинного струму еталонного ТС, в амперах;
 P – числове значення результату вимірювання активної потужності, в ватах;
 Q – числове значення результату вимірювання реактивної потужності, в вольт-амперах

2.2.10 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні реактивної потужності навантаження у вторинному колі ТС, що повіряється, у вольт-амперах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13

Діапазони сил вторинних струмів, А	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_Q , В·А
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{P^2 + Q^2} + I_{2н}^2 \cdot 0,0003)$

$I_{2н}$ – числове значення номінальної сили вторинного струму еталонного ТС, в амперах;
 P – числове значення результату вимірювання активної потужності, в ватах;
 Q – числове значення результату вимірювання реактивної потужності, в вольт-амперах

2.2.11 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні активного опору навантаження у вторинному колі ТС, що повіряється, в омах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.14.

Таблиця 2.14

Діапазони сил вторинних струмів, А	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_R , Ом
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{R^2 + X^2} + 0,0003)$

R – числове значення результату вимірювання активного опору навантаження, в омах,
 X – числове значення результату вимірювання реактивного опору навантаження, в омах.

2.2.12 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні реактивного опору навантаження у вторинному колі ТС, що повіряється, в омах, відповідають значенням, вказаним в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15

Діапазони сил вторинних струмів, А	Границі допустимої основної абсолютної похибки Δ_X , Ом
от 0,01 до 7	$\pm (0,005 \cdot \sqrt{R^2 + X^2} + 0,0003)$

R – числове значення результату вимірювання активного опору навантаження, в омах,
 X – числове значення результату вимірювання реактивного опору навантаження, в омах.

2.2.13 Границі допустимої основної відносної похибки при вимірюванні СКЗГ вторинної напруги еталонного ТН, становлять $\pm 0,5$ %.

2.2.14 Границі допустимої основної відносної похибки при вимірюванні СКЗГ сили вторинного струму еталонного ТС, становлять $\pm 0,5$ %.

2.2.15 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні частоти вторинних струму і напруги еталонного трансформатора, становлять $\pm 0,1$ Гц.

2.2.16 Границі допустимої основної відносної похибки при вимірюванні СКЗГ напруги в колах, що живляться від мережі, з використанням диференційних входів, в процентах, становлять

$$\gamma_U = \pm(0,5 + 0,1 \cdot U_{\text{пов}}/U_x), \quad (5)$$

де $U_{\text{пов}}$ – числове значення напруги завади загального виду (синусоїдальної напруги з частотою мережі між з'єднаними між собою затисками "х, U_x ", "а, U_x " і затиском "⊥" Компаратора), в вольтгах, U_x – числове значення результату вимірювання напруги в колах, що живляться від мережі, в вольтгах.

Сума значень вимірюваної напруги U_x і напруги завади загального виду $U_{\text{пов}}$ не повинна перевищувати 500 В. Значення напруги завади загального виду в точці вимірювання не повинна перевищувати 460 В.

2.2.17 Границі допустимої основної відносної похибки при вимірюванні СКЗГ сили струму в колах, що живляться від мережі, с $\gamma_I = \pm 0,5 \%$.

При цьому значення напруги з частотою мережі, прикладеної між затиском "⊥" Компаратора і ділянкою кола, в якому вимірюється струм, не повинно перевищувати 460 В.

2.2.18 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні частоти струму і напруги в колах, що живляться від мережі, становлять $\pm 0,1$ Гц.

2.2.19 Границі допустимої основної абсолютної похибки при вимірюванні активної і реактивної потужностей, електричного опору і електричної провідності навантажень відповідають значенням, вказаним в 2.2.5- 2.2.12.

2.2.20 Границі допустимих додаткових похибок при вимірюваннях відносної різниці сил вторинних струмів двох ТС, відносної різниці вторинних напруг двох ТН; різниці фаз между вторинними струмами двох ТС, різниці фаз между вторинними напругами двох ТН, потужності, електричного опору і електричної провідності навантажень; напруг і сил струмів в колах, що живляться від мережі, які викликані зміною температури навколишнього повітря від меж нормального діапазону температур (від 10 до 30 °С) на кожні 10 °С до меж робочого діапазону температур (від 0 до 40 °С), дорівнюють границям основних похибок відповідно.

2.3 Конструктивні характеристики і живлення

2.3.1 Конструктивно Компаратор виконано в одному корпусі.

2.3.2 Управління Компаратором реалізовано за допомогою клавіатури та рідкокристалічного індикатора, що має 4 рядки по 20 символів кожен.

2.3.3 Компаратор може зберігати 1000 результатів вимірювань в енергонезалежній пам'яті, а також дозволяє перегляд збережених результатів. Збережені результати можуть бути переписані в пам'ять

персонального комп'ютера для наступної обробки стандартними засобами Windows.

2.3.4 Компаратор має попереджувальну звукову сигналізацію:

– при неправильному включенні трансформатора, що перевіряється;
– якщо значення відносної різниці сил вторинних струмів (або напруг) двох трансформаторів виходить за межі діапазону – від мінус 15 до плюс 15 %;

– якщо значення різниці фаз двох трансформаторів виходить за межі діапазону – від мінус 600 до плюс 600 хвилин.

2.3.5 Комплект джерела змінного струму СА3600 з автоматичним-регулюванням сили змінного струму включає:

- блок комутації (авт.) – 1 шт.
- трансформатор силовий ТС1 – 1 шт.;
- трансформатор силовий ТС2 – 1 шт.;
- трансформатор силовий ТС3 – 1 шт.

2.3.6 Маса пристроїв, що входять до комплекта Компаратора, в кілограмах, становить:

- Компаратора – не більше 5;
- Джерела струму СА3600, в тому числі:

- блока комутацій (авт.) – не більше 20;
- трансформатора силового ТС1 – не більше 17;
- трансформатора силового ТС2 – не більше 17;
- трансформатора силового ТС3 – не більше 19.

2.3.7 Габаритні розміри пристроїв, що входять до комплекта Компаратора, становлять

- Компаратора – не більше (240×130×300) мм;
- Джерела струму СА3600, в тому числі:

- блока коммутацій (авт.) – не більше (480×260×180) мм,
- трансформатора силового ТС1 – не більше (300×200×165) мм;
- трансформатора силового ТС2 – не більше (300×200×165) мм;
- трансформатора силового ТС3 – не більше (352×210×188) мм.

2.3.8 Корпуси пристроїв, що входять до комплекта Компаратора, за ступенем захисту від проникнення твердих предметів і води відповідають IP20 згідно з ГОСТ 14254.

2.3.9 Електроживлення Компаратора і джерела струму СА3600 здійснюється від мережі змінного струму з напругою від 198 В до 242 В і частотою від 49 Гц до 51 Гц.

2.3.10 Потужність, споживана Компаратором від мережі живлення, становить не більше 15 В·А.

2.3.11 Потужність, споживана джерелом струму СА3600 від мережі живлення, становить не більше 10 кВ·А

3 КОМПЛЕКТНІСТЬ

Комплект поставки Компаратора СА507 повинен відповідати таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Найменування	Позначення	Кіл. ²	Примітка
Базова комплектація	АМАК.311439.001		
Компаратор СА507	АМАК.411439.018	1	
Кабель вимірювальний КИ(У)	АМАК.685611.008	1	
Кабель вимірювальний КИ(І)	АМАК.685611.009	1	
Кабель живлення	Покупний виріб	1	
Перемичка з U-подібними наконечниками	АМАК.741224.253	1	
U-подібний наконечник, Ø8,	Покупний виріб	10	
Кабель USB2AB/2	Покупний виріб	1	
Міра відношення струмів МОТ-2	АМАК.411639.002	1	
Міра ємності МЕ-1	АМАК.411634.060	1	
Сумка СА507	АМАК.323382.036	1	
Програмне забезпечення компаратора (диск інсталяційний)	АМАК.411439.001 К	1	
Керівництво з експлуатації. Частина 1. Технічна експлуатація	АМАК.411439.001 КЕ	1	
Керівництво з експлуатації. Частина 2. Методика перевірки	АМАК.411439.001 КЕ1	1	
Керівництво з експлуатації. Частина 3. Робота компаратора під управлінням ПК	АМАК.411439.001 КЕ2	1	
Паспорт	АМАК.411439.001 ПС	1	

² Записи о количестве изделий, входящих в комплект поставки, должны быть сделаны четко черными чернилами: наличие – цифра, отсутствие – прочерк

Найменування	Позначення	Кіл. ²	Примітка
Додаткова комплектація			кількість компонентів визначається при замовленні
Трансформатор узгоджувачий СА5072	АМАК.411439.003		
Джерело струму СА3600. Блок комутацій (авт.)	АМАК.468349.010		
Джерело струму СА3600. Трансформатор силовий ТС1	АМАК.671221.004		
Джерело струму СА3600. Трансформатор силовий ТС2	АМАК.671221.005		
Джерело струму СА3600. Трансформатор силовий ТС3	АМАК.671221.006		
Токовід U1 (шина)	АМАК.745231.014		
Токовід U2 (шина)	АМАК.745231.015		
Токовід I1 (шина)	АМАК.745231.016		
Підставка токовода	АМАК.746134.003		
З'єднувальна планка	АМАК.745312.064		
Токовід 6000 А (0,7 м)	АМАК.685618.002		
Токовід 3000 А (2,5 м)	АМАК.685618.001		
Токовід 3000 А (1,0 м)	АМАК.685618.001-01		
Токовід 720 А (1 м)	АМАК.685616.001		
Токовід 720 А (0,3 м)	АМАК.685616.001-01		
Токовід 36 А (1 м)	АМАК.685615.006		
Кабель силовий КС3600	АМАК.686694.001		
Кабель живлення КП3600	АМАК.685612.013		
Кабель GND	АМАК.685615.008		
Перемичка GND	АМАК.685615.008-01		

Найменування	Позначення	Кіл. ²	Примітка
Кабель вимірювальний КИ ТТх	АМАК.685611.146		
Кабель інтерфейсний послідовного порту RS232	Покупний виріб		
Кабель заземлення	АМАК.685614.085		
Кабель функційного заземлення	АМАК.685611.239		
Кабель живлення	Покупний виріб		
Кабель живлення КП (джерело)	АМАК.685612.013-01		
Кабель живлення КП (прилади)	АМАК.685612.013-02		
Кабель живлення КП3600-1	АМАК.685612.072		
Сумка кабельна	АМАК.323382.010		
Сумка 3600 БК	АМАК.323382.019		
Сумка 3600 ТС	АМАК.323382.017		
Сумка 3600 ТСЗ	АМАК.323382.018		

4 ВКАЗІВКИ ЩОДО ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ

4.1 Загальні положення

Одним з найважливіших факторів при роботі з електричним обладнанням є безпека.

Пам'ятайте, обладнання ТОВ "ОЛТЕСТ" і тестоване обладнання генерує напругу, яка може бути небезпечною для життя!

Робота з електричною апаратурою на всіх стадіях випробувань і експлуатації вимагає знань і виконання правил безпеки, викладених в цьому документі, а також інших документах, передбачених нормами техніки безпеки.

Компаратор СА507 відповідає загальним вимогам безпеки за способом захисту людини від ураження електричним струмом ГОСТ 12.2.091-2002 і ДСТУ ІЕС 61010-1. Розетка електроживлення, до якої підключається Компаратор, повинна мати затиск захисного заземлення. Перед підключенням компаратора слід переконатися, що цей затиск підключений до ланцюга захисного заземлення.

Проводи і розетка, які використовуються для підключення блоку комутацій Джерела струму СА3600 до мережі змінного струму 220/230 В 50 Гц, повинні бути розраховані на протікання струму не менше 40 А.

Особи, які здійснюють експлуатацію та обслуговування обладнання, обов'язково повинні бути ознайомлені з правилами і рекомендаціями, викладеними нижче.

4.2 Запобіжні заходи

При роботі:

- допускається використовувати прилад тільки в умовах, що відповідають робочим умовам, зазначеним в 1.2.4;
- заборонено використовувати прилад при наявності опадів у вигляді дощу або снігу тощо.;
- заборонено підключати прилад до працюючого обладнання;
- перед підключенням вимірювальне коло повинне бути знеструмлене;
- не торкайтеся під час проведення вимірювання до затисків на задній панелі СА507 і до підключених до них елементів вимірювального кола. Вони можуть перебувати під небезпечною для життя напругою, що надходить із зовнішнього кола;
- не розмикайте первинне і вторинне коло трансформаторів під час проведення вимірювання;
- під час роботи з приладом, не виконуйте одночасно іншу роботу, не пов'язану з вимірюваннями;

– не залишайте прилад без нагляду під час проведення вимірювань;

- не вмикайте прилад, якщо він пошкоджений;
- не вмикайте прилад, якщо є ймовірність вибуху;
- не намагайтеся ремонтувати та обслуговувати прилад самостійно, крім випадків, описаних в цьому керівництві.

4.3 Висновки

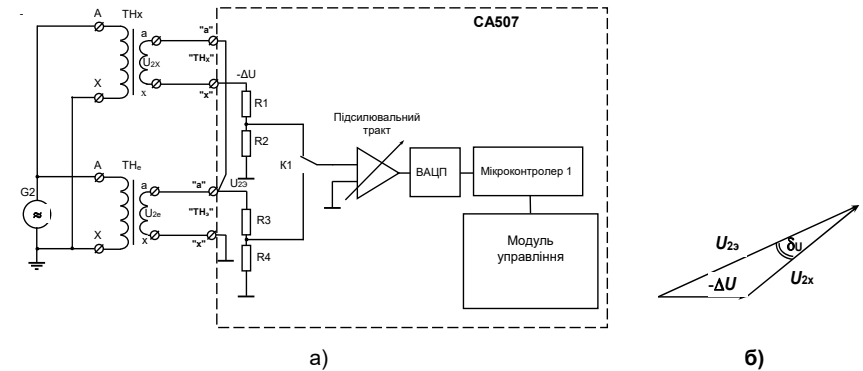
Неможливо запобігти всі потенційні ризики при використанні обладнання і передбачити кожну небезпеку, яка може виникнути при різних варіантах використання приладу. Отже, для роботи користувачу необхідно розглянути всі можливі аспекти проведення вимірювань в доповнення до правил, що викладені в цьому розділі.

ТОВ "ОЛТЕСТ" і її торгові представники не несуть відповідальності за прямий або непрямий збиток, нанесений людям і / або майну, причиною якого є недотримання правил безпеки, зазначених в даному розділі, або використання обладнання, що постачається, не за призначенням.

5 БУДОВА і РОБОТА КОМПАРАТОРА

5.1 Робота компаратора при визначенні метрологічних характеристик трансформатора напруги

Процес вимірювання відносної різниці вторинних напруг f_{DU} і різниці фаз між вторинними напругами δ_{DU} двох ТН ілюструють структурна схема і векторна діаграма, наведені на рисунку 5.1 а, б.



а) $TН_x$ – трансформатор, що повіряється, $TН_e$ – еталонний трансформатор, G_2 – генератор напруги

б) Рисунок 5.1.

У наведеній схемі (рисунок 5.1) на вхід "x" (" $TН_x$ ") Компаратора подається напруга, що дорівнює різниці вторинних напруг еталонного трансформатору (U_{2E}) і трансформатора, що повіряється (U_{2X})

$$U_{2E} - U_{2X} = -\Delta U,$$

а на вхід "a" (" $TН_e$ ") - вторинна напруга еталонного трансформатора U_{2a} .

Вимірювання виконується в два етапи. На першому етапі, напруга ΔU через дільник R_1, R_2 надходить на вхід Підсилювального тракту. Мікроконтролер 1 встановлює коефіцієнт передачі Підсилювального тракту таким чином, щоб найбільш повно реалізувалися можливості Векторного аналого-цифрового перетворювача (ВАЦП). Підсилювальний тракт має чотири фіксованих значення коефіцієнта підсилення - 1, 10, 100 або 1000, перемикання яких здійснює Мікроконтролер 1. В результаті перетворення на виході ВАЦП формуються коди, пропорційні ортогональним складовим вхідного сигналу ΔU , які заносяться в пам'ять Мікроконтролера 1. На другому етапі комутатор K_1 , яким керує Мікроконтролер 1, підключає вихід дільника R_3, R_4 до входу Підсилювального тракту. В результаті вторинна напруга еталонного трансформатора U_{2E} також перетворюється ВАЦП в коди і заносяться в пам'ять Мікроконтролера 1.

Далі Мікроконтролер 2, що входить до складу Модуля управління, виконує розрахунок відносної різниці вторинних напруг двох ТН, у процентах,

$$f_{DU} = \frac{|\dot{U}_{2X}| - |\dot{U}_{2Э}|}{|\dot{U}_{2Э}|} \cdot 100 = \frac{|\dot{U}_{2Э} + \Delta\dot{U}| - |\dot{U}_{2Э}|}{|\dot{U}_{2Э}|} \cdot 100, \quad (6)$$

і різниці фаз між вторинними напругами двох ТН, в хвилинах,

$$\delta_{DU} = \arctg \frac{\text{im}(\dot{U}_{2Э} + \Delta\dot{U})}{\text{re}(\dot{U}_{2Э} + \Delta\dot{U})} - \arctg \frac{\text{im}(\dot{U}_{2Э})}{\text{re}(\dot{U}_{2Э})} \quad (7)$$

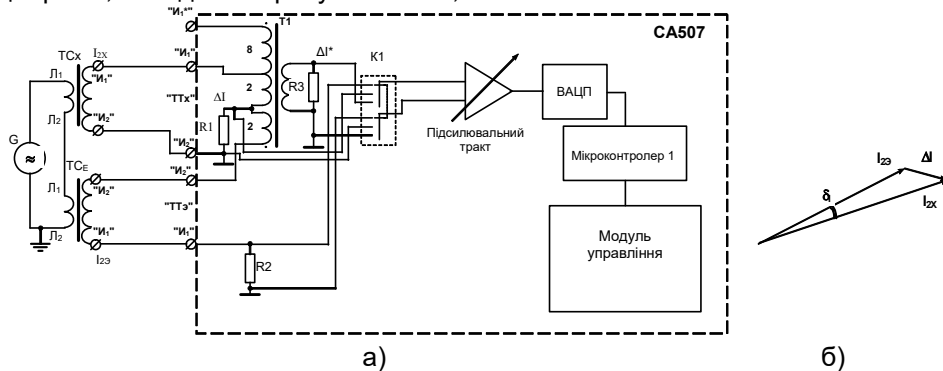
Причому модулі відповідних напруг обчислюються за кодами їх ортогональних складових на виході ВАЦП, як $K \times \sqrt{A^2 + B^2}$, де А і В – коди ортогональних складових на виході ВАЦП, К – коефіцієнт пропорційності.

Результати вимірювань виводяться на екран рідкокристалічного індикатора Модуля управління.

5.2 Робота Компаратора при визначенні метрологічних характеристик трансформатора струму

Вимірювання відносної різниці вторинних струмів f_{DI} і різниці фаз між вторинними струмами двох ТС δ_{DI} може виконуватись, як при рівних значеннях їх номінальних вторинних струмів, так і при відношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, як 5: 1

Процес вимірювань f_{DI} і δ_{DI} при рівних значеннях номінальних вторинних струмів двох ТС ілюструють структурна схема і векторна діаграма, наведені на рисунках 5.2 а, б.



ТС_х – трансформатор, що повіряється, ТС_е – еталонний трансформатор, G – генератор струму

Рисунок 5.2

Принципова відмінність схеми для вимірювання відносної різниці вторинних струмів f_{DI} від вищеписаної схеми для вимірювання відносної різниці вторинних напруг f_{DU} полягає в тому, що в струмових входах компаратора встановлені низькоомні резистори R1, R2, які перетворюють вхідні струми в напруги, що надходять через комутатор на вхід

Підсилювального тракту. Для реалізації чотирьохзажимного включення вхідних резисторів R1, R2, вхід Підсилювального тракту зроблений диференціальним, а комутатор K1 має дві перемикаючі групи.

У наведеній схемі (рисунок 5.2) трансформатори підключені так, що через резистор R1 подається струм $\Delta I = I_{2X} - I_{2Э}$, який дорівнює різниці сил вторинних струмів трансформатора, що повіряється, (I_{2X}) і еталонного ($I_{2Э}$), а через резистор R2 протікає вторинний струм еталонного трансформатора $I_{2Э}$. Так само, як і при вимірюванні відносної різниці вторинних напруг f_{DU} , вимірювання виконуються в два етапи. На першому етапі до входу Підсилювального тракту прикладається падіння напруги на резисторі R1, викликане протіканням струму ΔI . Мікроконтролер 1 встановлює коефіцієнт передачі Підсилювального тракту таким чином, щоб найбільш повно реалізувалися можливості ВАЦП (є можливість вибору одного з чотирьох значень коефіцієнта передачі - 1, 10, 100 або 1000). В результаті перетворення на виході ВАЦП формуються коди, пропорційні ортогональним складовим вхідного сигналу ΔI , які заносяться в пам'ять Мікроконтролера 1. На другому етапі падіння напруги на резисторі R2 підключається до входу Підсилювального тракту за допомогою Комутатора K1, керованого Мікроконтролером 1. В результаті вторинний струм еталонного трансформатора $I_{2Э}$ також перетворюється ВАЦП в коди і заноситься в пам'ять Мікроконтролера 1.

Далі Мікроконтролер 2, що входить до складу Модуля управління, виконує розрахунок відносної різниці вторинних струмів, в процентах,

$$f_{DI} = \frac{|i_{2X}| - |i_{2Э}|}{|i_{2Э}|} \cdot 100 = \frac{|i_{2Э} + \Delta I| - |i_{2Э}|}{|i_{2Э}|} \cdot 100 \quad (8)$$

і різниці фаз між вторинними струмами еталонного СТ і ТТ, що повіряється, в хвилинах,

$$\delta_{DI} = \arctg \frac{\text{im}(i_{2Э} + \Delta i)}{\text{re}(i_{2Э} + \Delta i)} - \arctg \frac{\text{im}(i_{2Э})}{\text{re}(i_{2Э})} \quad (9)$$

Причому модулі відповідних струмів обчислюються за кодами їх ортогональних складових на виході ВАЦП, як $K \times \sqrt{A^2 + B^2}$, де А і В – коди ортогональних складових на виході ВАЦП, К – коефіцієнт пропорційності.

Результати вимірювань виводяться на екран рідкокристалічного індикатора Модуля управління.

Процес вимірювання відносної різниці вторинних струмів f_{DI} і різниці фаз між вторинними струмами двох ТС δ_{DI} , при відношенні номінального вторинного струму еталонного ТС до номінального вторинного струму ТС, що повіряється, як 5: 1, ілюструє структурна схема, наведена на рисунку 5.3.

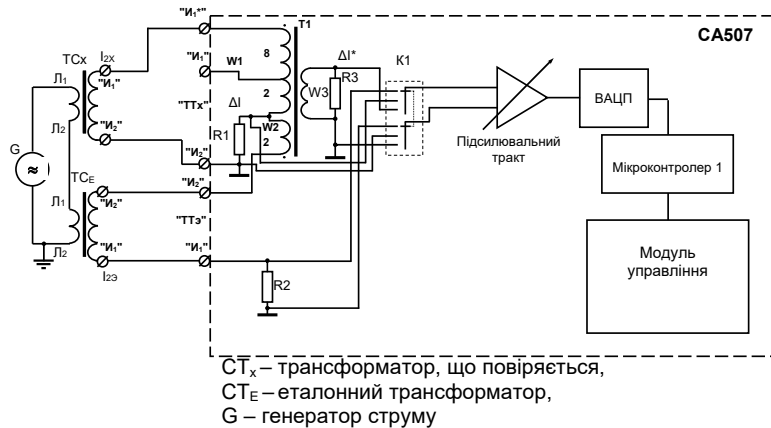


Рисунок 5.3

Відмінність цієї схеми від схеми, наведеної на рисунку 5.2, в організації вхідних кіл. Трансформатори TC_x і TC_Е включені так, що через обмотку W1 трансформатора T1 протікає вторинний струм I_{2x} трансформатора TC_x, а через обмотку W2 протікає вторинний струм еталонного трансформатора I_{2E} . Оскільки відношення чисел витків обмоток W1 і W2 становить 5:1, струм в обмотці W3 визначається виразом: $\Delta I = 5 \cdot I_{2x} - I_{2E}$. На першому етапі цей струм, протвкуючи через резистор R3, створює на ньому падіння напруги, яке за допомогою комутатора K1 надходить на вхід Підсилювального тракту. Мікроконтролер 1 встановлює значення коефіцієнта передачі таким, щоб найбільш повно реалізувалися можливості ВАЦП. Після перетворення отримані коди заносяться в пам'ять Мікроконтролера 1.

На другому етапі процес вимірювання відносної різниці вторинних струмів f_{D1} і різниці фаз між вторинними струмами двох ТС δ_{D1} аналогічний процесу вимірювання при рівних номінальних вторинних струмах двох ТС, який описаний вище.

5.3 Опис схем Компаратора CA507 і Джерела струму CA3600

5.3.1 Структурна схема Компаратора

Структурна схема Компаратора наведена в Додатку 3.

До складу Компаратора входять такі основні складові:

1. *Модуль ВКК* – модуль вимірювальних кіл і контролера, що забезпечує обробку і вимірювання сигналів, які поступають на входи Компаратора.

2. *Модуль управління*, що забезпечує управління процесом вимірювання за допомогою 15-кнопочної мембранної клавіатури, математичну обробку вимірювань, а також відображення діалогової інформації і результатів вимірювань на рідкокристалічному індикаторі.

3. *Модуль живлення*, що забезпечує формування напруг живлення для модуля ВКК і модуля управління.

Розглянемо докладніше будову основного вузла компаратора Модуля ВКК. До складу модуля ВКК входять:

R1, R2 – низькоомні резистори, які використовуються для перетворення струму, рівного різниці вторинних струмів TC_Е і TC_x в напругу.

R3 – низькоомний резистор, який забезпечує перетворення вторинного струму еталонного ТС в напругу.

R4, R5, R6, R7 – складові дільника напруги, що використовується для масштабування напруги на навантаженні TC_x.

R8, R9 – складові дільника, який використовується для масштабування напруги ΔU , що дорівнює різниці вторинних напруг ТН_x і ТН_Е.

T1, R10 – трансформатор струму і низькоомний резистор, які спільно забезпечують масштабування і перетворення струму, що протікає через навантаження ТН_x, а також струму, що вимірюється в колах, які живляться від мережі, в напругу.

R11, R12, R13, R14 – складові дільника, який використовується для масштабування вторинної напруги еталонного ТН, а також напруги в колах, що живляться від мережі.

K1 – реле, що забезпечує захист низькоомного резистора R1 при неправильному включенні TC_x.

K2, K3 – мультиплексор, що забезпечує вибір і підключення вимірюваних сигналів до Підсилювального тракту.

T2 – компаратор струмів, призначений для приведення вторинного струму TC_x до вторинного номінального струму еталонного TC_Е і виконання їх взаємного віднімання.

R15 – призначений для перетворення струму, що протікає через вторинну обмотку компаратора T2, в напругу.

ФСІ – формувач синхроімпульсів, призначений для формування імпульсів, синхронних з вимірювальним сигналом.

ВАЦП – вектормірний аналого-цифровий перетворювач, до складу якого входять синхронний детектор з взаємно-квадратурними опорними коливаннями і аналого-цифровий перетворювач (АЦП). На виході ВАЦП забезпечується формування кодів, пропорційних відповідним квадратурним складовим вимірюваного сигналу.

K4 – мультиплексор, що забезпечує вибір і підключення вимірювального сигналу для формування імпульсів синхронізації ВАЦП за допомогою ФСІ.

У1, У2 – Підсилювальний тракт, що забезпечує підсилення вимірюваного сигналу до рівня, що необхідний для ефективної роботи ВАЦП.

Мікроконтролер 1 – забезпечує перетворення команд, що надходять з Модуля управління, в сигнали управління вузлами Модуля ВКК, синхронізацію роботи ВАЦП, а також передає в Модуль управління значення кодів, що виробляються ВАЦП.

5.3.2 Джерело струму CA3600

Структурна схема Джерела струму показана на рисунку 5.4.

У схемі (рисунок 5.6) регулювання сили змінного струму виконується автоматично компаратором за програмою, заданою оператором. Якщо до компаратора підключений персональний комп'ютер, то вибір програми вимірювань здійснюється за допомогою комп'ютера.

Діапазони регулювання сили змінного струму джерела струму CA3600 при автоматичному регулюванні сили струму, також як і при ручному регулюванні, визначаються видом і кількістю *Трансформаторів силових*, підключених до *Блоку комутації*. Значення діапазонів і найменування трансформаторів, що можуть бути підключені, наведені в таблиці 5.1.

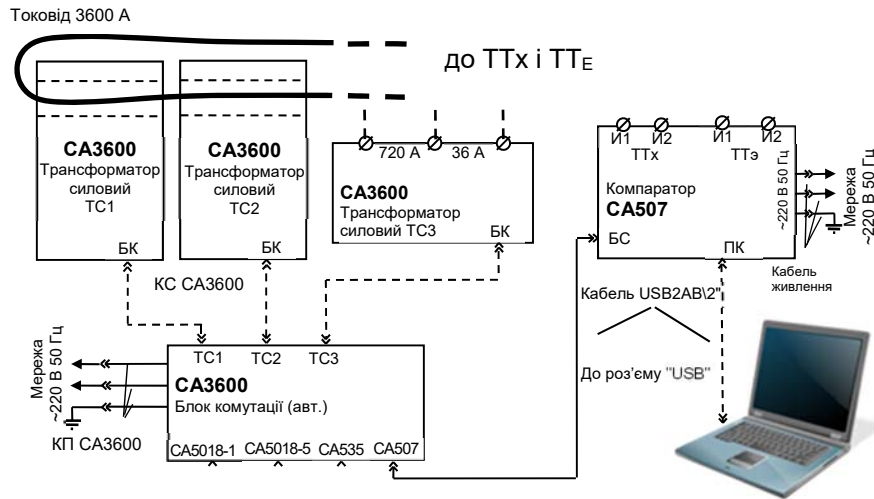


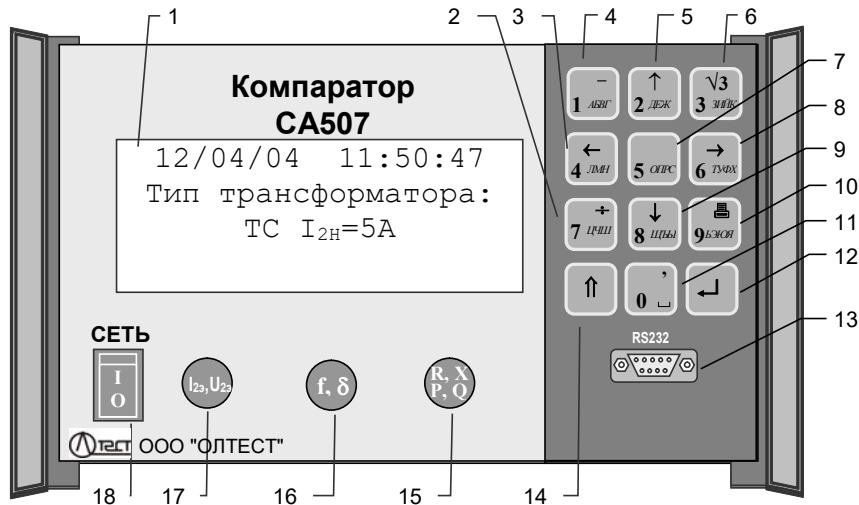
Рисунок 5.4

Таблиця 5.1

№ п/п	Діапазон регулювання сили змінного струму, А	Напруга на виході джерела струму при відключеному навантаженні, не менше, В	Найменування Трансформаторів силових, які підключаються до Блоку комутації
1	От 0,005 до 36	40	Трансформатор силовий TC3
2	От 0,05 до 720	5	Трансформатор силовий TC3
3	От 0,05 до 3000	1	Трансформатор силовий TC1
4	От 0,1 до 6000	2	Трансформатор силовий TC1 и Трансформатор силовий TC2

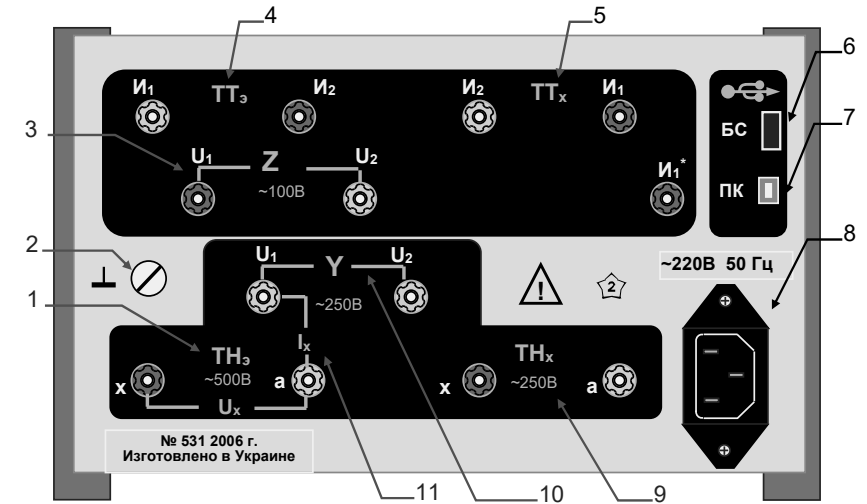
5.4 Конструкція Компаратора СА507

5.4.1 На рисунку 5.5 показано зовнішній вигляд передньої панелі, а на рисунку 5.6 – задньої панелі Компаратора.



- 1 – чотирирядковий рідкокристалічний індикатор для виводу інформації;
- 2 – кнопка для вводу цифри "7", літер "УФХЦ" і символу ділення "+";
- 3 – кнопка для вводу цифри "4", літер "ІЙК" і переміщення курсора;
- 4 – кнопка для вводу цифри "1", літер "АВВГ" і символу "-";
- 5 – кнопка для вводу цифри "2", літер "ДЕЄ" і переміщення курсора;
- 6 – кнопка для вводу цифри "3", літер "ЖЗИ" і символу " $\sqrt{3}$ ";
- 7 – кнопка для вводу цифри "5" і літер "ЛМНО";
- 8 – кнопка для вводу цифри "6", літер "ПРСТ" і переміщення курсора;
- 9 – кнопка для вводу цифри "8", літер "ЧШЩ" і переміщення курсора;
- 10 – кнопка для вводу цифри "9", літер "ЬЮЯ", апострофа "' і включення друку;
- 11 – кнопка для вводу цифри "0", розділювача "," і символу "Пробіл";
- 12 – кнопка "Ввод";
- 13 – роз'єм RS232;
- 14 – кнопка зміни регістру (для кнопок с подвійним призначенням);
- 15 – кнопка для вимірювання повної потужності, повного електричного опору і повної електричної провідності навантаження;
- 16 – кнопка для вимірювання відносної різниці вторинних струмів (напрэг) ТС (ТН) еталонного і того, що повіряється, і різниці їх фаз;
- 17 – кнопка для вимірювання вторинного струму ТС (напрэги ТН);
- 18 – вимикач живлення

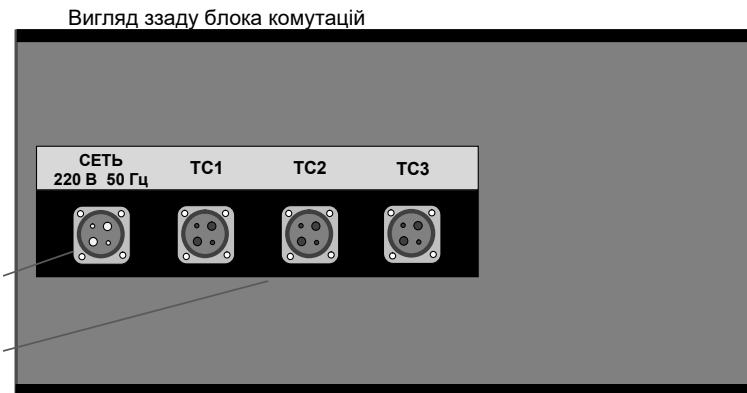
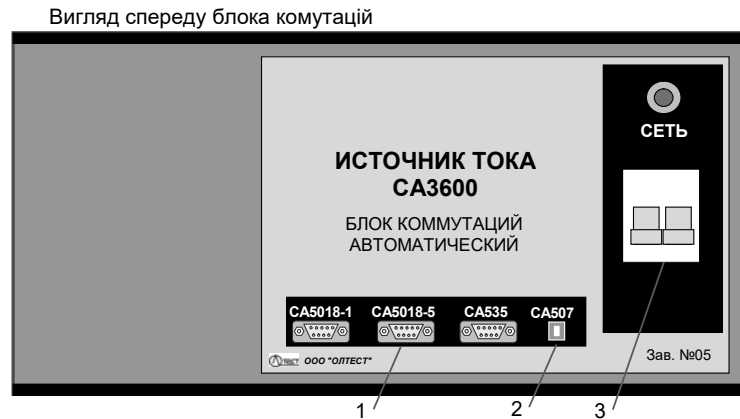
Рисунок 5.5



- 1 – затиск x, a (ТН₃, U_x) для підключення вторинної обмотки еталонного ТН або кабеля вимірювального КИ(U), АМАК.685611.008, при вимірюванні напруги в колах, що живляться від мережі;
- 2 – корпусний затиск;
- 3 – затиски U₂, U₁ (Z) для підключення навантаження ТС, що повіряється;
- 4 – затиски I₁, I₂ (ТТ₃) для підключення вторинної обмотки еталонного ТС;
- 5 – затиски I₁, I₂, I₁* (ТТ_x) для підключення вторинної обмотки ТС_x:
 - при рівних номінальних значеннях вторинних струмів ТС_Е і ТС_Х трансформатор, що повіряється, слід підключати до затисків I₁, I₂,
 - при співвідношенні номінальних вторинних струмів як 5:1 трансформатор, що повіряється, слід підключати до затисків I₁*, I₂,
- 6 – раз'єм для підключення блока комутацій (авт.) за допомогою кабеля USB2AB/2;
- 7 – раз'єм для підключення персонального комп'ютера за допомогою кабеля USB2AB/2;
- 8 – раз'єм для підключення кабеля живлення;
- 9 – затиски x, a (ТН_x) для підключення вторинної обмотки ТН_x;
- 10 – затиски U₁, U₂ (Y_.) для підключення навантаження ТН_x;
- 11 – затиски U₁, a (I_x) для підключення кабеля вимірювального КИ(I) АМАК.685611.009 при вимірюванні сили струму в колах, що живляться від мережі

Рисунок 5.6

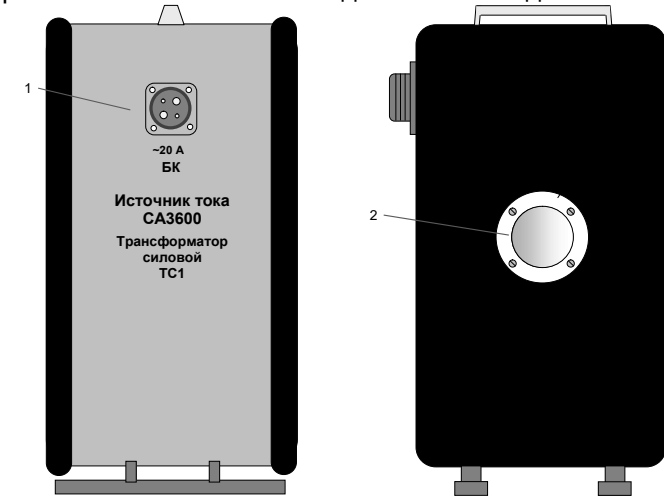
5.4.2 На рисунку 5.7 показаний блок комутацій.



- 1 – роз'єми для підключення СТ CA535, магазину навантажень CA5018 за допомогою кабеля інтерфейсного послідовного порту (RS232);
- 2 – роз'єм для підключення до Компаратора CA507 за допомогою кабеля USB2AB/2;
- 3 – індикатор і вимикач живлення блока;
- 4 – роз'єм для підключення до мережі 220 В 50 Гц за допомогою кабеля живлення КП3600 АМАК.685616.001;
- 5 – роз'єми для підключення трансформаторів силових за допомогою кабелів силових КС3600 АМАК.686694.001;

Рисунок 5.7

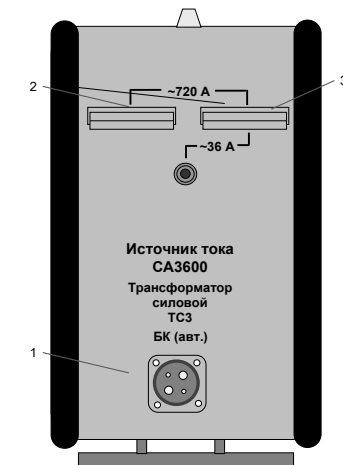
5.4.3 На рисунку 5.8 показані вигляд спереду і вигляд збоку трансформатора силового ТС1 з комплекту джерела струму СА3600. Трансформатори силові ТС1 і ТС2 мають однаковий вигляд.



- 1 – роз'єм для підключення до роз'єму "ТС" блока комутацій;
- 2 – отвір для розміщення вторинної обмотки

Рисунок 5.8

5.4.4 На рисунку 5.9 показаний вигляд спереду трансформатора силового ТС3.



- 1 – роз'єм для підключення до блока коммутації;
- 2 – вихід джерела струму "~ 720 А";
- 3 – вихід джерела струму "~ 36 А"

Рисунок 5.9

6 ПІДГОТОВКА КОМПАРАТОРА ДО РОБОТИ

6.1 Підготовка Компаратора до роботи і включення живлення

Підготовку до роботи і включення живлення виконувати у відповідності з таблицею 6.1


















Таблиця 6.1

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Включити живлення Компаратора, для чого:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) установити вимикач "СЕТЬ", розташований на передній панелі Компаратора в положення "О"; 2) під'єднати кабель живлення до роз'єму "~220 В 50 Гц" (поз.6, рисунок 5.5), розташованому на задній панелі Компаратора; 3) включити кабель живлення в мережу 220 В 50Гц, при цьому розетка повинна мати захисне заземлення; 4) встановить вимикач "СЕТЬ" в положення "І". 	<p>На екрані з'явиться варіант основного вікна, що при ньому Компаратор був відключений в попередньому сеансі роботи.</p> <p>1-ий варіант</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2H}=100В</p> </div> <p>Номінальна вторина на- пряга ТН_Е і ТН_Х</p> <p>2-ий варіант (використання ТС_Е і ТС_Х з рівними номінальними вторинними струмами)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТС I_{2H}=5А</p> </div> <p>Номінальний вторинний струм ТС_Е і ТС_Х</p> <p>3-ій варіант (використання ТС_Е і ТС_Х зі співвідношенням номіналь- них вторинних струмів як 5:1)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: ТС I_{2eH}=5А I_{2xH}=1А</p> </div> <p>Номінальні вторинні струми ТС_Е і ТС_Х</p>


6.2 Введення дати і часу

Введення дати і часу виконувати згідно з таблицею 6.2.

Таблиця 6.2

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Ввійти в меню і обрати режим "Дата/Час" для чого:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) натиснути кнопку ; 2) за допомогою кнопок  і , встановити курсор > на потрібний рядок 	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Меню: Назва об'єкта >Дата/Час Архів</p> </div>
2	<p>Включити режим "Дата/Час" для чого натиснути кнопку .</p> <p>Курсор знакоместа</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Введення дати/часу: Дата: 26/01/04 Час: 16:10:12</p> </div>
3	<p>Ввести актуальні дату і час для чого:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) встановити курсор на рядок "Дата" або "Час" кнопками            2) ввести дату і час, користуючись кнопками   (після вводу цифри курсор переходить на сусіднє знакомісце, цей перехід відбувається циклічно). 	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Введення дати/часу: Дата: 11/01/05 Час: 12:10:12</p> </div>

³ Знак "+" між зображеннями кнопок означає їх одночасне натискання




№ п/п	Дії	Вигляд екрану
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	<p>На екрані з'явиться один з варіантів основного вікна, наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: TC I_{2ен}=5A I_{2хн}=1A</p> </div>












6.3 Введення назви об'єкта

Записи результатів вимірювань можуть ідентифікуватись за датою і часом вимірювання. Поряд з цим, для спрощення ідентифікації об'єктам можуть бути присвоєні назви (не більше 18 знаків). Рекомендується включати до складу назви значення навантаження, яке підключається, і назви виводів вторинних обмоток ТН, якщо об'єктом вимірювання є трифазний ТН. Після введення назви об'єкта всі наступні вимірювання будуть зберігатися в пам'яті Компаратора з цією назвою. Для зміни назви об'єкта потрібно виконати дії, описані в таблиці 6.3. Після виключення Компаратора назви об'єктів не зберігаються і при наступному включенні їх необхідно вводити повторно.

Введення назви об'єкта вивиконувати згідно з таблицею 6.3.

Таблиця 6.3






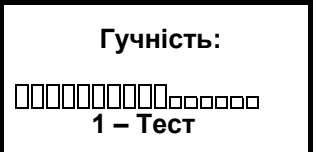
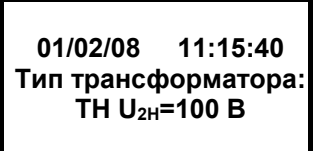
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Війти в меню і обрати режим "Назва об'єкта", для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку  ;</p> <p>2) кнопками  2 ДЕК і  8 ЩІЬЫ, установити курсор > на рядок "Назва об'єкта".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Меню: Вибір трансф. >Назва об'єкта Дата/Час</p> </div>

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
2	<p>Включити режим "Назва об'єкта", для чого натиснути кнопку .</p> <p>Курсор знакомісія</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Введіть назву об'єкта</p> <p>< _ ></p> <p>< - - - - ></p> </div>
3	<p>Ввести назву об'єкта:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перемещення курсора по знакомісцям здійснюється: <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px; margin: 10px 0;">   + 4 ЛМН   + 6 ГУХХ </div> – введення цифр 0 – 9 здійснюється однократним натисканням на одну з кнопок <div style="display: flex; justify-content: center; align-items: center; gap: 10px; margin: 10px 0;">  0 ≤ ...  9 ЪЮЯ </div> – Введення літер здійснюється багатократним натисканням на кнопки  0 ≤ ...  9 ЪЮЯ ; – видалення символу перед курсором – за допомогою . 	<p><i>Наприклад:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Введіть назву об'єкта</p> <p>< ТНЗФ 100 СА ></p> <p><ЗЗИЙК></p> </div> <p><u>Підказка при наборі літер</u></p> <p>В цьому рядку показані всі символи, розміщені на кнопці, яка була натиснутою.</p>
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	<p>На екрані з'явиться один з варіантів основного вікна, наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: TC I_{2ен}=5A I_{2хн}=1A</p> </div>

6.4 Налаштування звуку

В процесі вимірювання можуть з'являтися попереджувальні сповіщення: мовне повідомлення або звуковий сигнал. Вибір виду сповіщення і його гучність регулюють згідно з таблицею 6.5.

Таблиця 6.5

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Ввійти в меню і обрати режим "Звук", для чого: 1) натиснути кнопку  ; 2) кнопками  і  , встановити курсор > на рядок "Звук".	
2	Включити режим "Звук", для чого натиснути кнопку  .	
3	Включити режим регулювання гучності попереджувальних сповіщень, для чого при знаходженні курсора на рядку "Гучність" натиснути кнопку  . Регулювання гучності виконати за допомогою кнопок  і  .	
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	

7 РОБОТА З КОМПАРАТОРОМ









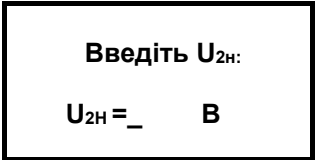

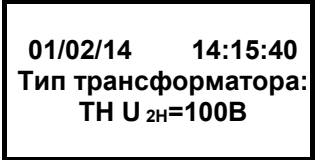
7.1 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів

Відносна різниця вторинних напруг f_{DU} (струмів f_{DI}) і різниці фаз вторинних напруг δ_{DU} (струмів δ_{DI}) двох ТН (ТС), потужність і провідність (опір) навантаження у вторинному колі ТН (ТС) можуть бути виміряні в режимі стеження або в режимі накопичення результатів вимірювань.

Режим стеження дозволяє значно прискорити процес вимірювання. Вимірювання здійснюється безперервно з оновленням результатів не менше ніж 1 раз за секунду. Цей режим рекомендується застосовувати для трансформаторів класу точності 0,1 і менш точних.

Режим з накопиченням результатів вимірювань рекомендується використовувати у випадках, коли вплив випадкової складової похибки не дозволяє провести вимірювання з достатньою точністю. В цьому режимі Компаратор накопичує результати вимірювань і обчислює їх середнє арифметичне значення. Кількість накопичуваних результатів встановлюється оператором в діапазоні від 1 до 10. На екран також виводиться інформація про середньквдратичні відхилення (СКВ) результатів вимірювань f_{DU} (f_{DI}) і Δ_{DU} (Δ_{DI}). Режим з накопиченням результатів вимірювань рекомендується застосовувати при роботі в умовах великого рівня перешкод і нестабільності напруги мережі, яка живить вимірювальну схему, або при визначенні метрологічних характеристик високоточних трансформаторів, класів точності 0,1 і вище.



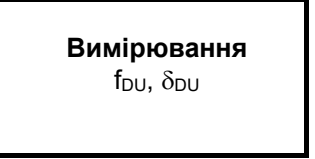
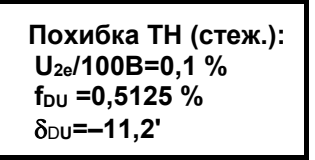
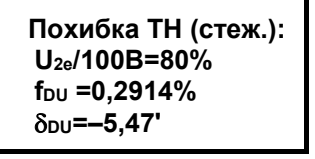


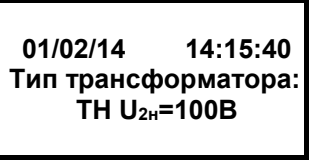
При вимірюваннях потужності і провідності (опору) навантаження у вторинному ланцюзі ТН (ТС) навантаження повинне бути підключене безпосередньо до Компаратора, до затискачів U_1 , U_2 (Y), при визначенні метрологічних характеристик ТН і до затискачів U_1 , U_2 (Z), I_2 (ТТх) при визначенні метрологічних характеристик ТС. При вимірюванні потужності і опору навантаження у вторинному колі ТС застосовується чотирьохзажимна схема підключення. Таке підключення дозволяє виключити з результату вимірювання значення опору провідників, за допомогою яких навантаження включається в вимірювальне коло.

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
3)	<p>Якщо обраний пункт меню "Інше", натиснути  і ввести необхідне значення U_{2H} (кількість знаків – не більше 8):</p> <ul style="list-style-type: none"> – переміщення курсора по знакомісцям:  +  4 ЛМН +  +  6 ТУФХ – введення цифр 0 – 9 здійснюється однократним натисканням на одну з кнопок  ,  – видалення символу перед курсором здійснюється за допомогою  	
3	<p>Підтвердити вибір значення U_{2H}, для чого натиснути кнопку .</p>	<p>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</p> 
4	<p>Далі може бути введено назву об'єкта, згідно з розділом 6.3, якщо це не було виконано попередньо.</p>	

7.1.1.2 Вимірювання відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг двох трансформаторів напруги в режимі стеження

- 1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.1.1.
- 2) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.2.




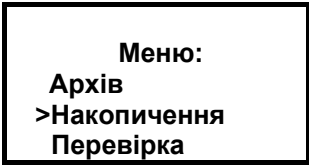

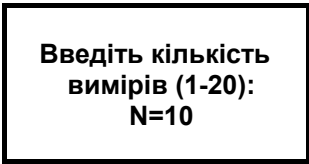


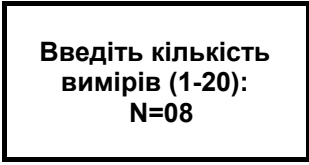

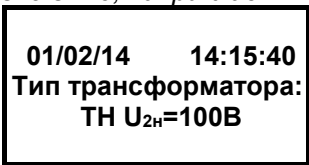
Таблиця 7.2


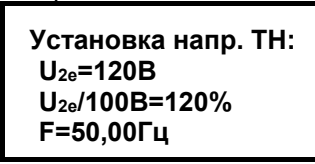
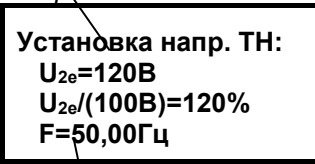

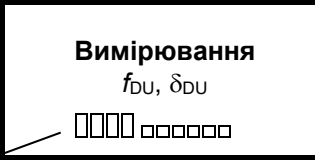
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Почати вимірювання f_{DU} і δ_{DU} в режимі стеження, натиснувши кнопки  + </p> <p>Умовні позначення: $U_{2\partial}/100V$ – відносне значення вторинної напруги еталонного трансформатора. f_{DU} – відносна різниця вторинних напруг двох ТН; δ_{DU} – різниця фаз вторинних напруг двох ТН.</p>	 <p>На екрані з'являться результати вимірювань, що постійно оновлюються</p> 
2	<p>Встановити відносне значення вторинної напруги еталонного трансформатора U_{2E}/U_{2H}, відповідно до вказівок, наведених у нормативній документації на трансформатор, що перевіряється, регулюючи величину напруги за допомогою регульованого джерела напруги (РДН) і спостерігаючи повідомлення на екрані Компаратора. Після установки значення $U_{2\partial}/U_{2H}$ зчитати показання f_{DU} і δ_{DU}.</p>	
3	<p>Для збереження поточного результату вимірювання, натиснути . Результат буде записано в пам'ять Компаратора.</p>	<p>Про закінчення запису результатів вимірювань Компаратор сигналізує звуковим сигналом.</p>
4	<p>Для повернення в основне вікно натиснути кнопку .</p> <p>Для перегляду збережених результатів виконати вказівки розделу 7.4.1.</p>	<p>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</p> 




7.1.1.3 Вимірювання відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг двох трансформаторів напруги з накопиченням результатів вимірювань

- 1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.1.1.
- 2) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.3.

Таблиця 7.3

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Ввійти в меню і обрати режим "Накопичення", для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку ;</p> <p>2) кнопками  і , встановити курсор > на рядок "Накопичення".</p>	
2	<p>Включити режим накопичення, для чого натиснути кнопку .</p> <p><u>До відома:</u> Після включення Компаратора число накопичуваних вимірювань автоматично встановлюється рівним 10.</p>	
3	<p>Ввести кількість накопичуваних вимірювань, користуючись кнопками  і  (після введення цифри курсор автоматом переміщується на сусіднє знакомісце, переміщення здійснюється циклічно).</p>	<p>Наприклад:</p> 
4	<p>Підтвердити обране значення, для чого натиснути кнопку .</p>	<p>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</p> 

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
5	<p>Включити режим вимірювання значення вторинної напруги еталонного трансформатора $U_{2э}$, натиснувши кнопку .</p> <p>Показання при вимірюванні вторинної напруги еталонного трансформатора $U_{2н}$</p>	<p>Наприклад:</p> 
6	<p>Встановити відносно значення вторинної напруги еталонного трансформатора $U_{2E} / U_{2н}$, відповідно до вказівок, наведених у нормативній документації на еталонний трансформатор, регулюючи величину напруги за допомогою регульованого джерела напруги (РДН) і спостерігаючи повідомлення на екрані.</p>	<p>Наприклад:</p>  <p>Номінальне значення вторинної напруги еталонного трансформатора $U_{2н}$</p>
7	<p>Виміряти f_{DU} і δ_{DU}, натиснувши кнопку .</p> <p>При цьому результат вимірювання буде автоматично записаний в пам'ять Компаратора (розділ 7.4.1).</p> <p>Число міток дорівнює заданому числу накопичуваних вимірювань</p>	






№ п/п	Дії	Вигляд екрану
8	<p>Для перегляду результатів вимірювань використовувати кнопки  .</p> <p>Умовні позначення: $U_{2\%}/100V$ – відносне значення вторинної напруги еталонного трансформатора. f_{DU} – відносна різниця вторинних напруг двох ТН; δ_{DU} – різниця фаз вторинних напруг двох ТН; СКВ – середньоквадратичне відхилення.</p>	<p>Через кілька секунд на екрані з'явиться результат вимірювання:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Похибка ТН: $U_{2\%}/100V=120\%$ $f_{DU}=0,2131\%$ $\delta_{DU}=-12,15'$</p> </div> <p>Продовження:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Похибка ТН: $\delta_{DU}=-12,15'$ СКВ(f_{DU})= 0,001% СКВ(δ_{DU})=0,01'</p> </div>
9	<p>Для проведення повторних вимірювань цього ж об'єкта повторити п. 7 цієї таблиці.</p>	
10	<p>Для повернення в основне вікно натиснути кнопку .</p>	<p>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН $U_{2H}=100V$</p> </div>

7.1.1.4 Вимірювання потужності і провідності навантаження вторинного кола трансформатора напруги при його повірці або калібруванні в режимі стеження

1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.1.1.

2) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.4.

Таблиця 7.4






№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Включити режим вимірювання значення вторинної напруги еталонного трансформатора $U_{2\%}$, натиснувши кнопку .</p> <p>Встановити значення вторинної напруги еталонного трансформатора $U_{2\%}$ у відповідності з п.6 таблиці 6.3.</p>	<p>Наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Установка напр. ТН: $U_{2\%}=120V$ $U_{2\%}/100V=120\%$ $F=50,00Гц$</p> </div>
2	<p>Включити режим вимірювання потужності і провідності навантаження в режимі стеження, для чого натиснути  + .</p> <p>Для перегляду результатів вимірювання використовувати кнопки  .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Вимірювання потужності та провідності</p> </div> <p>На екрані з'являться результати вимірювань, що постійно оновлюються, наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Пар. нав. ТН (ст.): $U_{2\%}/100V=100,2\%$ $P=1,000Вт$ $Q=0,00012 ВА$</p> </div>


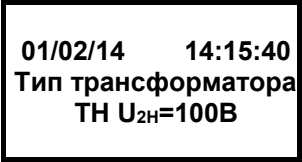
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
	<p>Умовні позначення: P – активна потужність; Q – реактивна потужність; S – повна потужність; G – активна провідність; B – реактивна провідність; Y – повна провідність; cos φ – коефіцієнт потужності.</p>	<p><i>Продовження:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Пар. нав. ТН (ст.): $U_{2e}/100V=100,2\%$ $S=1,000VA$ $G=100,01 \text{ мкСм}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Пар. нав. ТН (ст.): $U_{2e}/100V=100,2\%$ $B=0,023 \text{ мкСм}$ $Y=100,01 \text{ мкСм}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Пар. нав. ТН (ст.): $U_{2e}/100V=100,2\%$ $B=0,023 \text{ мкСм}$ $\cos \varphi=1,000 \text{ інд.}$ </div>
3	<p>Для збереження поточного результату вимірювання натиснути . Результат вимірювання буде записано в пам'ять Компаратора.</p>	<p>Характер навантаження – індуктивний</p>
4	<p>Для повернення в основне вікно натиснути кнопку . Для перегляду збережених результатів виконати вказівки розделу 7.4.1.</p>	<p><i>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН $U_{2H}=100V$ </div>

7.1.1.5 Вимірювання потужності і провідності навантаження вторинного кола трансформатора напруги при його повірці або калібруванні з накопиченням результатів вимірювань

- 1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.1.1.
- 2) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.5.

Таблиця 7.5




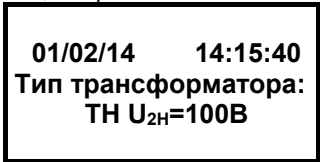
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Ввести число накопичуваних результатів вимірювань і встановити відносно значення вторинної напруги еталонного трансформатора U_{2E}/U_{2H}, виконавши п.п.1-6 таблиці 7.3.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН $U_{2H}=100V$ </div>
2	<p>Включити режим вимірювання значення вторинної напруги еталонного трансформатора U_{2E}, натиснувши кнопку . Встановити значення вторинної напруги еталонного трансформатора U_{2E} згідно п.6 таблиці 6.3.</p>	<p><i>Наприклад:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Установка напр. ТН: $U_{2e}=120V$ $U_{2e}/100V=120\%$ $F=50,00\text{Гц}$ </div>
3	<p>Включити режим вимірювання потужності і провідності навантаження, натиснувши . При цьому результат вимірювання буде автоматично записаний в пам'ять Компаратора (п 7.4.1).</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Вимірювання потужності та провідності  </div>
	<p>Для перегляду результатів вимірювань використовувати кнопки  . Через кілька секунд на екрані з'являться результати вимірювання., наприклад:</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Парам. навантаж. ТН: $U_{2e}/100V=100,2\%$ $P=1,000Vt$ $Q=0,00012 \text{ ВА}$ </div> <p><i>Продовження:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Парам. навантаж. ТН: $S=1,000VA$ $G=100,02 \text{ мкСм}$ $B=0,012 \text{ мкСм}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Парам. навантаж. ТН: $B=0,012 \text{ мкСм}$ $Y=100,02 \text{ мСм}$ $\cos \varphi=1,000 \text{ інд}$ </div>
	<p>Умовні позначення: P – активна потужність; Q – реактивна потужність; S – повна потужність; G – активна провідність; B – реактивна провідність; Y – повна провідність; cos φ – коефіцієнт потужності..</p>	

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	На екрані з'явиться основне вікно, наприклад: 

7.1.1.6 Вимірювання вторинної напруги еталонного трансформатора напруги

- 1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.1.1.
- 2) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.6.

Таблиця 7.6

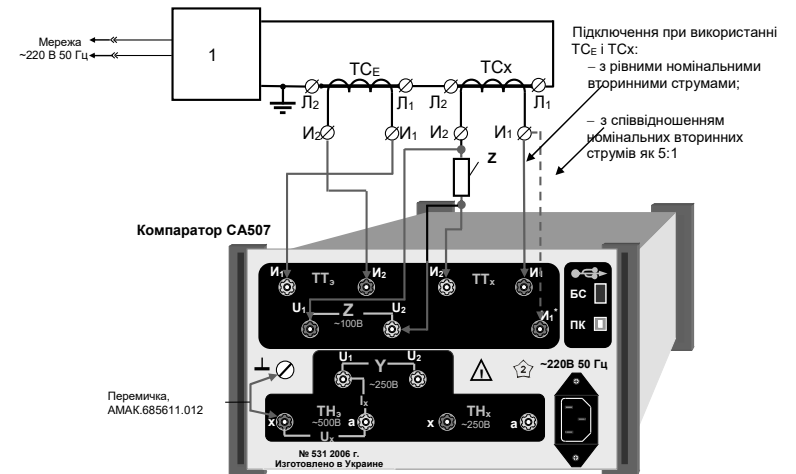
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Для вимірювання вторинної напруги еталонного ТН натиснути кнопки  +  .	Вимірювання напруги: $U_{2e}=3,32В$ $F=49,99Гц$
2	Для завершення процесу вимірювання і повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	На екрані з'явиться основне вікно, наприклад: 

7.1.2 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів струму при ручному регулюванні джерела живлення

7.1.2.1 Підготовка до роботи

- 1) Зібрати схему згідно з рисунком 7.2

Всі пристрої попередньо повинні бути відключені від мережі!



- 1 – джерело струму, що включає регулятор напруги і силовий трансформатор;
- ТСЕ – трансформатор струму еталонний;
- ТСХ – трансформатор струму, що повіряється;
- Z – навантаження

Рисунок 7.2



- 2) Підготувати Компаратор до роботи и включити живлення Компаратора, у відповідності з розділом 6.1, 6.3.
- 3) Встановити на нульову позначку ручку регулятора напруги, що входить до складу джерела струму.
- 4) Включити джерело струму.
- 5) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.7.



При підключенні джерела струму до мережі живлення 220 В 50 Гц слід враховувати, що споживана ним потужність може становити до 10 кВА. Тому підключення повинно виконуватися за допомогою спеціальної розетки або клем.

7.1.2.2 Вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів і різниці фаз вторинних струмів двох трансформаторів струму в режимі стеження

1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.2.1. Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.8.

Таблиця 7.8

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Почати вимірювання f_{D1} і δ_{D1} в режимі стеження, натиснувши  f, δ  . Умовні позначення: $I_{2E}/5A$ – відносне (до номінального) значення сили вторинного струму еталонного трансформатора; f_{D1} – відносна різниця сил вторинних струмів двох ТС; δ_{D1} – різниця фаз вторинних струмів двох ТС.	На екрані з'являться результати вимірювань, що постійно оновлюються, наприклад <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Похибка ТС (стеж.): $I_{2E}/5A=0,1\%$ $f_{D1}=0,00064\%$ $\delta_{D1}=-0,05889'$</div>
2	Встановити відносне значення сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E}/I_{2H} , відповідно до вказівок, наведених у нормативній документації на трансформатор, що перевіряється, регулюючи величину сили струму за допомогою джерела живлення з ручним регулюванням сили вихідного струму і спостерігаючи показання на екрані Компаратора. Після установки значення I_{2E}/I_{2H} зчитати показання f_{D1} і δ_{D1} .	<i>Наприклад:</i> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Похибка ТС (стеж.): $I_{2E}/5A=120\%$ $f_{D1}=0,5154\%$ $\delta_{D1}=-10,15'$</div> <p>Паспортне значення сили номінального вторинного струму еталонного трансформатора I_{2H}</p>


№ п/п	Дії	Вигляд екрану
3	При бажанні зберегти поточний результат вимірювання, натиснути f, δ  . Результат буде записано в пам'ять Компаратора.	
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  . Для перегляду збережених результатів виконати вказівки розділу 7.4.1.	На екрані з'явиться основне вікно, наприклад: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТС $I_{2E}=5A$ $I_{2XH}=1A$</div>

7.1.2.3 Вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів і різниці фаз вторинних струмів двох трансформаторів струму в режимі накопичення результатів вимірювань

1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.2.1.

2) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.9.

Таблиця 7.9

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Ввести кількість накопичуваних вимірювань, виконавши п.п.1-4 таблиці 7.3	На екрані – основне вікно: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТС $I_{2E}=5A$ $I_{2XH}=1A$</div>
2	Включити режим вимірювання сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E} , натиснувши кнопку I_{2E}, U_{2E}  .	<i>Наприклад:</i> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;">Установка струму ТС: $I_{2E}=62,32$ mA $I_{2E}/(5A)=1,2\%$ $F=50,00$ Гц</div>

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
3	Встановити відносне значення сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E}/I_{2H} , відповідно до вказівок, наведених у документації на трансформатор, що повіряється, регулюючи струм за допомогою джерела живлення з ручним регулюванням сили вихідного струму і спостерігаючи показання на екрані компаратора.	<p>Наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Установка струму ТС: $I_{2E}=6A$ $I_{2E}/5A=120\%$ $F=50,00Гц$ </div> <p>Паспортное значение силы номинального вторичного тока эталонного трансформатора I_{2H}</p>
4	<p>Виміряти f_{D1} і δ_{D1}, натиснувши кнопку f, δ. При цьому результат вимірювання буде автоматично записаний в пам'ять Компаратора.</p> <p>Умовні позначення:</p> <p>$I_{2E}/5A$ – відносне значення сили вторинного струму еталонного трансформатора; f_{D1} – відносна різниця сил вторинних струмів двох ТС; δ_{D1} – різниця фаз вторинних струмів двох ТС.; СКВ – середньоквадратичне відхилення.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Вимірювання f_{D1}, δ_{D1} □□□□ □□□□ </div> <p>Через кілька секунд на екрані з'явиться результат вимірювань, наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Похибка ТС: $I_{2E}/5A=120\%$ $f_{D1}=0,5154\%$ $\delta_{D1}=-10,15'$ </div> <p>Продовження:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Похибка ТС: $\delta_{D1}=-10,15'$ СКВ(f_{D1})=0,02% СКВ(δ_{D1})=0,1' </div>
5	<p>Для повернення в основне вікно натиснути кнопку </p> <p>Для перегляду збережених результатів виконати вказівку розделу 7.4.1.</p>	<p>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТС $I_{2EH}=5A$ $I_{2XH}=1A$ </div>



7.1.2.4 Вимірювання потужності і опору навантаження у вторинному колі трансформатора струму при його повірці або калібруванні в режимі стеження

1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.2.1. Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.10.

Таблиця 7.10

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Включити режим вимірювання сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E} , натиснувши кнопку I_{2E}, U_{2E} і встановити потрібне значення сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E} , у відповідності з п. 3 таблиці 7.11.	<p>Наприклад:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Установка струму ТС: $I_{2E}=62,32 mA$ $I_{2E}/5A=1,2\%$ $F=50,00Гц$ </div>
2	<p>Включити режим вимірювання потужності і опору навантаження, натиснувши + </p> <p>Для перегляду результатів вимірювання використовувати кнопки і .</p> <p>Умовні позначення: P - активна потужність; Q - реактивна потужність; S - повна потужність; R - активний опір; X - реактивний опір; Z - повний опір; $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Вимірювання потужності та опору </div> <p>на екрані з'явиться результат вимірювань, наприклад.:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Парам. навант.ТС: $I_{2E}/5A=100,2\%$ $P=1,000 Вт$ $Q=0,00045 В \cdot А$ </div> <p>Продовження</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Пар. нав. ТС (ст.): $I_{2E}/5A=100,2\%$ $S=1,000 ВА$ $R=1,000 Ом$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Пар. нав. ТС (ст.): $I_{2E}/5A=100,2\%$ $X=522,05мкОм$ $Z=1,000 Ом$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> Пар. нав. ТС (ст.): $I_{2E}/5A=100,2\%$ $Z=1,000 Ом$ $\cos \varphi=1,000 инд.$ </div>





Вимірювання характеристик СТ при ручному регулюванні джерела живлення

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
3	При бажанні зберігти поточний результат вимірювання, натиснути  . Результат буде записано в пам'ять Компаратора	
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: TC I_{2eH}=5A I_{2xH}=1A


7.1.2.5 Вимірювання потужності і опору навантаження у вторинному колі трансформатора струму при його повірці або калібруванні з накопиченням результатів вимірювань

1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.2.1. Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.11.

Таблиця 7.11

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Ввести кількість накопичуваних вимірювань, виконавши п.п.1-4 таблиці 7.3	На екрані – основне вікно: <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: TC I_{2H}=5A </div>
2	Включити режим вимірювання сили вторинного струму еталонного трансформатора I _{2e} , натиснувши кнопку  і встановити потрібне значення вторинного струму еталонного трансформатора I _{2e} , у відповідності з п. 3 таблиці 7.11.	Наприклад: <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Установка тока ТТ: I_{2e}=62,32 mA I_{2e}/5A=1,2% F=50,00Гц </div>
3	Для вимірювання потужності і опору навантаження, натиснути  . При цьому результат вимірювання буде автоматично записаний в пам'ять Компаратора (п 7.4.1). Для перегляду результатів використовувати кнопки  і  .	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> Вимірювання потужності та опору <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> □□□□ □□□□ </div> </div> <p>Через кілька секунд на екрані з'являться результати вимірювань, наприклад:</p>




Вимірювання характеристик СТ при ручному регулюванні джерела живлення

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
	Умовні позначення: P - активна потужність; Q - реактивна потужність; S - повна потужність; R - активний опір; X - реактивний опір; Z - повний опір; cos φ - коефіцієнт потужності.	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Парам. навантаж. ТС: I_{2e}/5A=100,2% P=1,000 Вт Q=0,00033 ВА </div> <p style="text-align: center;"><i>Продовження:</i></p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> Парам. навантаж. ТС: S=1,000 ВА R=1,000 Ом X=0,330 мкОм </div> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;"> Парам. навантаж. ТС: X=0,330 мкОм Z=1,000 Ом cos φ=1,000 інд. </div>
4	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: TC I_{2eH}=5A I_{2xH}=1A </div>

7.1.2.6 Вимірювання сили вторинного струму еталонного трансформатора струму

1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.2.1. Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.12

Таблиця 7.12

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Для вимірювання сили вторинного струму еталонного ТС натиснути кнопки  +  .	Вимірювання струму: $I_{2E}=3,32A$ $F=49,99Гц$
2	Для завершення процесу вимірювання і повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТС $I_{2EH}=5A$ $I_{2XH}=1A$

7.1.3 Вимірювання при визначенні метрологічних характеристик трансформаторів струму при автоматичному регулюванні джерела живлення

Для автоматичного регулювання струму в первинному колі еталонного ТС і ТС, що повіряється, слід використовувати джерело струму СА3600, яке входить до комплекту Компаратора.

Застосування інших автоматичних джерел струму разом з Компаратором СА507 має бути погоджено з його виробником – ТОВ "ОЛТЕСТ".

Як еталонний трансформатор в вимірювальній схемі рекомендується використовувати трансформатори струму еталонні СА535 і розширювач діапазону РД564 (всі прилади виробництва ТОВ "ОЛТЕСТ"). Також може бути застосований будь-який інший еталонний ТС, який має необхідні технічні характеристики

Для створення навантаження во вторичній цепі поверяемого СТ рекомендується використовувати магазини нагрузок СА5018-1(-5) производства ООО "ОЛТЕСТ" или другие магазины нагрузок, предназначенные для этой цели.

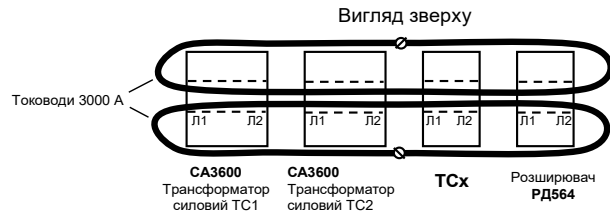
Для створення навантаження у вторинному колі ТС, що повіряється, рекомендується використовувати магазини навантажень СА5018-1 (-5) виробництва ТОВ "ОЛТЕСТ" або інші магазини навантажень, призначені для цієї мети.

7.1.3.1 Підготовка до роботи

При підключенні джерела струму до мережі живлення 220/230 В 50 Гц необхідно враховувати, що споживана ним потужність може становити до 10 кВА. Тому підключення повинно виконуватися за допомогою спеціальної розетки або клем.

1) Зібрати одну зі схем (рисунки 7.3-7.6), в залежності від номінального первинного струму трансформатора, що повіряється. Діапазони номінальних значень первинного струму і відповідні їм модифікації еталонних трансформаторів, наведені в таблицях під рисунками. При роботі з ТС_Е і ТС_Х з відношенням номінальних вторинних струмів, як 5:1, необхідно вивід I_1 ТС_Х підключити до затиска I_1^* на задній панелі Компаратора, як показано на рисунку 7.2.

Всі пристрої попередньо повинні бути відключені від мережі!



Для зменшення індуктивного опору контура і отримання більш високого значення сили струму в контурі тоководи 3000 А слід розташовувати симетрично і максимально близько до корпусів трансформаторів

Рисунок 7.7

2) Підготувати Компаратор до роботи і включити його у відповідності з розділом 6.1, 6.3.

3) Включити еталонний ТС СА535, для чого встановить вимикач "СЕТЬ" в положення "І".

4) Включити Магазин навантажень СА5018-1(-5) у відповідності з вказівками розделу 6 документа "Керівництво з експлуатації. Магазин навантажень СА5018. Частина 1. Технічна експлуатація" АМАК.411640.001 РЭ.

5) Включити джерело струму. Якщо використовується СА3600, встановить вимикач живлення "СЕТЬ" блока комутацій (авт.) (рисунок 5.12, поз.4) в положення "І".

6) Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.13.

Таблица 7.13

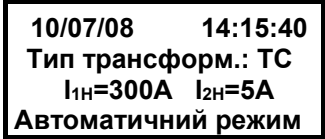






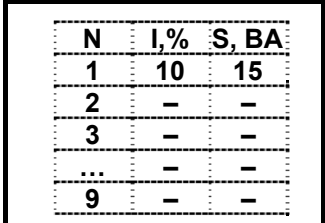
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Ввійти в меню і обрати режим "Устаткування", для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку ;</p> <p>2) кнопками і , встановити курсор > на рядок "Устаткування".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Меню: Звук >Устаткування Вибір трансф.</p> </div>

№	Дії	Вигляд екрану
2	<p>Позначити пристрої, які входять в вимірювальну схему, для чого:</p> <p>1) Натиснути кнопку .</p> <p>2) Кнопками і , встановити курсор > на рядок, наприклад, "СА3600 вимкн".</p> <p>3) Натиснути кнопку . Таким чином позначити решту пристроїв, що входять до складу схеми, і повернутись в меню, натиснувши .</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Устаткування: СА3600 увімкн СА3600А1 вимкн СА535, РД564 увімкн >СА5018-5 увімкн СА5018-1 вимкн</p> </div>
3	<p>Встановити тип трансформатора, що повіряється для чого:</p> <p>1) кнопками і , встановити курсор > на рядок "Вибір трансф.". 2) включити режим "Вибір трансф.", для чого натиснути кнопку .</p> <p>3) кнопками і , встановити курсор > на рядок "Трансф. струму".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Меню: Устаткування >Вибір трансф. Назва об'єкта</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>Вибір трансф.: >Трансф. струму Трансф. напруги</p> </div>
4	<p>Вибрати один з варіантів паспортного значення сил первинних струмів $I_{1Н}$ ТС еталонного і ТС, що повіряється, для чого</p> <p>1) натиснути кнопку ;</p> <p>2) кнопками і , встановити курсор > на потрібний варіант;</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Введення $I_{1Н}$: $I_{1Н}=5А$ $I_{1Н}=7,5А$ $I_{1Н}=10А$ >$I_{1Н}=300А$ $I_{1Н}=2000А$ $I_{1Н}=3000А$</p> </div>

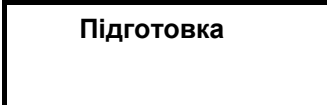
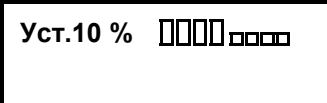
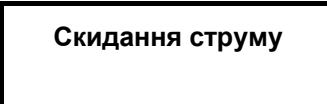
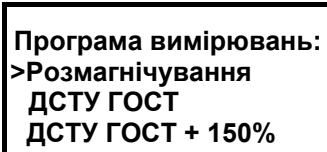




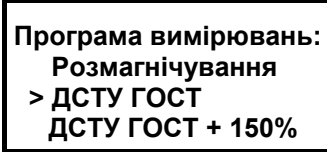
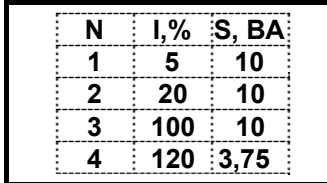
7.1.3.2 Вимірювання відносної різниці сил вторинних струмів і різниці фаз вторинних струмів двох трансформаторів струму










1) Підготувати Компаратор до роботи у відповідності з розділом 7.1.2.1. Подальші дії виконувати у відповідності з таблицею 7.14.






Таблиця 7.14

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Ввести кількість накопичуваних вимірювань, виконавши п.п.1-4 таблиці 7.3	
2	<p>Якщо це необхідно, виконати розмагнічування трансформатора (розмагнічування виконується при розімкнутій вторинній обмотці трансформатора ТСх, при цьому через первинну обмотку пропускається струм, що дорівнює 10 % номінального і потім плавно знижується до нульового значення)⁴, для чого:</p> <p>1) від'єднати провід від затиску "I2"(ТТх) Компаратора; 2) натиснути кнопку  ;</p> <p>3) кнопками  і  , обрати рядок "Розмагнічування"; 4) натиснути кнопку  або  .</p>	 



⁴ Розмагнічування виконується у відповідності з рекомендаціями розділу 4.3.3 (другий спосіб розмагнічування ТС) ГОСТ 8.217.


№ п/п	Дії	Вигляд екрану
		   
	5) Після появи на екрані меню під'єднати провід до затиску "I2"(ТТх) Компаратора	
3	<p>Вибрати варіант програми вимірювань:</p> <p>1) кнопками  і  , встановить курсор > на потрібний варіант програми (в цьому прикладі ДСТУ ГОСТ),</p> <p>а) натиснути  або  ;</p>	 <p>На екрані з'явиться таблиця з параметрами вимірювальних точок у відповідності з рекомендаціями стандарту</p> 

№ п/п	Дії	Вигляд екрану																														
	<p>б) якщо обраний варіант програми вимірювань "Програма користувача", натиснути  або  і ввести параметри вимірювальних точок в таблицю.</p> <p>Введення параметрів вимірювальних точок в таблицю виконується порядково:</p> <p>1) вибір рядка за допомогою кнопок  2 ДЕК і  8 ЦЬБИ;</p> <p>2) активізація 1-ої клітини обраного рядка і введення в нього даних за допомогою кнопок , 0 ≤ ...  9 БЗЮЯ;</p> <p>3) перехід в 2-у клітину обраного рядка за допомогою кнопки  і введення даних за допомогою кнопок 0 ≤ ...  9 БЗЮЯ;</p> <p>4) завершення вводу даних в обраний рядок за допомогою  і активізація наступного рядка і т.д.</p>	<p>На екрані з'явиться порожня таблиця або таблиця з параметрами вимірювальних точок, використаних в попередньому сеансі</p> <table border="1" data-bbox="638 422 974 622"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>I, %</th> <th>S, VA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Символи ">","<" вказують, що для введення обраний 1-ий рядок</p> <table border="1" data-bbox="638 917 974 1117"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>I, %</th> <th>S, VA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>>5<</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Символ ">","<" вказує, що 1-а клітина активна і в неї можна вводити дані</p>	N	I, %	S, VA	1	-	-	2	-	-	3	-	-	4	-	-	N	I, %	S, VA	1	>5<	-	2	-	-	3	-	-	4	-	-
N	I, %	S, VA																														
1	-	-																														
2	-	-																														
3	-	-																														
4	-	-																														
N	I, %	S, VA																														
1	>5<	-																														
2	-	-																														
3	-	-																														
4	-	-																														
4	Встановити значення навантаження S у відповідності з програмою вимірювань																															

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
5	<p>Почати вимірювання відповідно до обраної програми вимірювань, для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку  або ;</p> <p>Триває установка відносного значення сили вторинного струму еталонного трансформатора $I_{2E}/I_{2H}=5\%$</p> <p>Триває установка відносного значення сили вторинного струму еталонного трансформатора $I_{2E}/I_{2H}=20\%$. Одночасно показаний результат вимірювання f_{D1}, δ_{D1} при $I_{2E}/I_{2H}=5,01\%$.</p>	<p>На екрані буде показана інформація щодо першої точки вимірювання і процесу регулювання струму</p> <div data-bbox="1780 343 2116 502" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Підготовка</p> </div> <div data-bbox="1780 542 2116 702" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Уст.5 % </p> </div> <p>Після завершення регулювання струму почнеться процес вимірювання.</p> <div data-bbox="1780 821 2116 981" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Вимірювання f_{D1}, δ_{D1} </p> </div> <p>На екрані з'явиться інформація про результати вимірювання в першій точці вимірювань, наприклад</p> <div data-bbox="1780 1125 2116 1284" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Похибки ТС: $I_{2E}/5A=5,01\%$ $f_{D1}=0,00064\%$ $\delta_{D1}=-0,05889'$</p> </div> <div data-bbox="1780 1308 2116 1468" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>Уст.20 % </p> <p>$I_{2E}/5A=5,01\%$ $f_{D1}=0,00064\%$ $\delta_{D1}=-0,05889'$</p> </div>

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Вимірювання f_{D1}, δ_{D1} □□□□ □□□□ </div> <p>На екрані з'явиться інформація про результати вимірювання в другій точці вимірювань, наприклад</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Похибки ТС: $I_{2E}/5A=20,12\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Уст.100 % □□□□ □□□□ $I_{2E}/5A=20,12\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Вимірювання f_{D1}, δ_{D1} □□□□ □□□□ </div> <p>На екрані з'явиться інформація про результати вимірювання в третій точці вимірювань, наприклад</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Похибки ТС: $I_{2E}/5A=100,1\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$ </div>
	<p>Триває установка відносного значення сили вторинного струму еталонного трансформатора $I_{2E}/I_{2H}=100\%$. Одночасно показаний результат вимірювання f_{D1}, δ_{D1} при $I_{2E}/I_{2H}=20,12\%$.</p>	

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
	<p>Триває скидання відносного значення сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E}/I_{2H} до 0. Одночасно показано результат вимірювання f_{D1}, δ_{D1} при $I_{2E}/I_{2H}=100,1\%$.</p> <p>2) встановити номінальне значення навантаження у відповідності з рекомендацією і натиснути кнопку  або </p> <p>Триває установка відносного значення сили вторинного струму еталонного трансформатора $I_{2E}/I_{2H}=120\%$.</p> <p>Триває скидання відносного значення сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E}/I_{2H} до 0. Одночасно показано результат вимірювання f_{D1}, δ_{D1} при $I_{2E}/I_{2H}=120,1\%$.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Скидання струму $I_{2E}/5A=100,1\%$ $f_{D1}=0,00054\%$ $\delta_{D1}=-0,05669'$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Змініть навантаження </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Уст.120 % □□□□ □□□□ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Вимірювання f_{D1}, δ_{D1} □□□□ □□□□ </div> <p>На екрані з'явиться інформація про результати вимірювання в четвертій точці вимірювань, наприклад</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Похибки ТС: $I_{2E}/5A=120,1\%$ $f_{D1}=0,00097\%$ $\delta_{D1}=-0,047'$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> Скидання струму $I_{2E}/5A=120,1\%$ $f_{D1}=0,00097\%$ $\delta_{D1}=-0,047'$ </div>

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
6	Для перегляду результатів вимірювання використовувати кнопки  і  .	Коли відносно значення сили вторинного струму еталонного трансформатора I_{2E}/I_{2H} стане рівним 0, на екрані з'являться всі результати вимірювання Перегляд результатів: $I_{2E}/5A=100,1\%$ $f_{DI}=0,00054\%$ $\delta_{DI}=-0,05669\%$
7	Для повернення в основне вікно натиснути кнопку  .	10/07/14 14:18:40 Тип трансформ.: ТС $I_{1H}=300A$ $I_{2H}=5A$ Автоматичний режим

7.2 Вимірювання параметрів навантажень трансформаторів

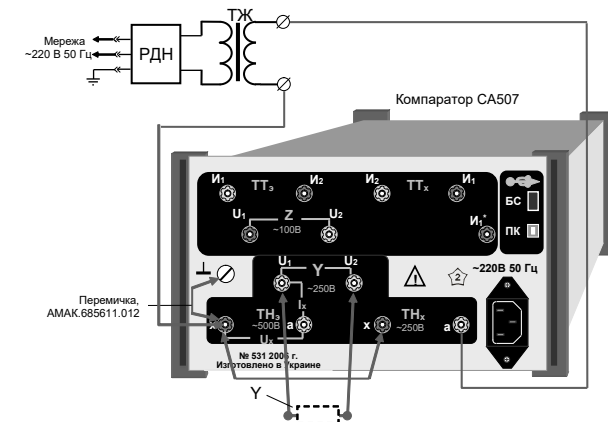
Даний режим дозволяє вимірювати параметри магазинів навантажень в процесі їх виробництва, перевірки і калібрування.

Компаратор дозволяє також вимірювати навантаження, підключене до трансформатора, безпосередньо в місці його установки двома способами:

- вимірювання параметрів навантаження, відключеного від вторинної обмотки трансформатора;
- вимірювання параметрів навантаження в процесі експлуатації трансформатора.

7.2.1 Вимірювання параметрів магазину навантажень ТН або навантаження ТН, відключеного від його вторинного кола

- 1) Зібрати схему у відповідності з рисунком 7.8



РДН – регульоване джерело напруги; ТЖ – трансформатор живлення; Y – магазин навантажень ТН або навантаження ТН, відключене від вторинного кола ТН (далі – навантаження ТН)

Рисунок 7.8

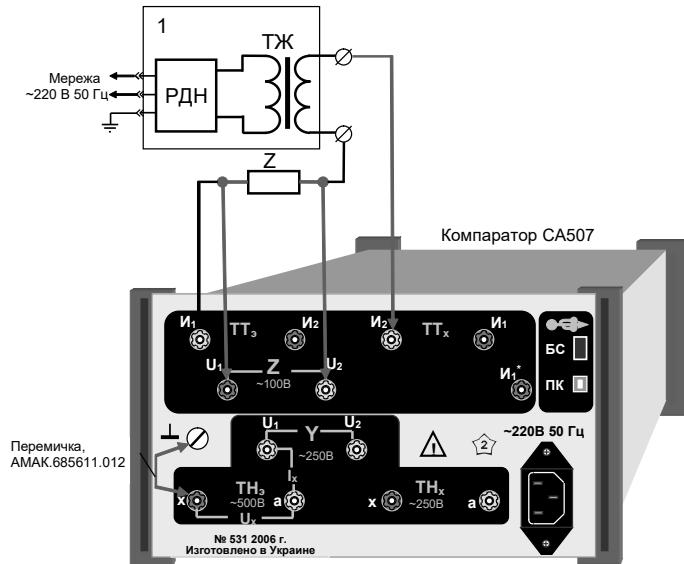
- 2) Підготувати Компаратор до роботи і включити живлення Компаратора, відповідно до розділу 6.1, 6.3.

- 3) Ввести початкові дані відповідно до таблиці 7.1, причому як U_{2H} встановити номінальне значення напруги навантаження ТН.

- 4) Виміряти провідність навантаження ТН і потужність, що виділяється на навантаженні ТН, у відповідності до розділів 7.1.1.4 або 7.1.1.5.

7.2.2 Вимірювання параметрів магазину навантажень ТС або навантаження ТС, відключеного від його вторинного кола

1) Зібрати схему у відповідності з рисунком 7.9. Як джерело струму рекомендується застосовувати СА3600.



1 – джерело струму, що включає РДН (регульоване джерело напруги) і ТЖ (трансформатор живлення); Z – магазин навантажень ТС або навантаження ТС, відключене від вторинного кола ТС (далі – навантаження ТС)

Рисунок 7.9

2) Підготувати Компаратор до роботи і включити живлення Компаратору відповідно до розділу 6.1, 6.3.

3) Ввести початкові дані відповідно до таблиці 7.9, причому як $I_{2н}$ встановити номінальне значення сили струму навантаження ТС.

4) Виконати вимірювання опору навантаження ТС і потужності, що виділяється на ньому, у відповідності з розділами 7.1.2.4 або 7.1.2.5.

7.3 Вимірювання напруги і сили струму в колах, що живляться від мережі

В Компараторі передбачені диференційні входи для вимірювання напруги і сили струму в колах, що живляться від промислової мережі.

В цьому режимі живлення Компаратора і вимірювальної схеми повинно здійснюватися від когерентних джерел, тобто різниця фаз зазначених джерел не повинна змінюватися у часі!

7.3.1 Вимірювання напруги в колах, що живляться від мережі

7.3.1.1 Підготовка до роботи

1) Відключити об'єкт вимірювань від мережі!

2) Зняти з Компаратора перемичку АМАК.685611.012.

3) Підключити кабель вимірювальний КИ(U) АМАК.685611.008 до Компаратора, для чого виводи з U-подібними наконечниками під'єднати до затисків "х", "а" (U_x), а вивід з кільцевим наконечником – до затиску "⊥".




4) Підключити кабель вимірювальний КИ(U) АМАК.685611.008 до об'єкта вимірювань, для чого вивід (жовто-зелений провід) під'єднати до виводу "Земля" електричної цепі, до складу якої входить об'єкт вимірювань, а інші два виводи кабелю – к виводів об'єкта вимірювань.






5) Підготувати Компаратор до роботи і включити живлення у відповідності з розділом 6.1, 6.3.

7.3.1.2 Вимірювання напруги

1) Вимірювання виконувати згідно з таблицею 7.15.

Таблиця 7.15

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Для вимірювання напруги ввійти в меню і обрати режим "Вимірювання напр.", для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку  ;</p> <p>2) кнопками  і  ,</p> <p>встановити курсор > на рядок "Вимірювання напр."</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Меню: Вимірювання струму > Вимірювання напр. FS тест (ручний)</p> </div>

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
2	Включити режим вимірювання напруги, для чого натиснути кнопку  .	Вимірювання напруги: U=0,32В F=50,00Гц >Швидк < Середн Пов
3	Підключити вимірювальну схему з об'єктом вимірювань до мережі.	
4	Вибрати режим вимірювань "Швидк", "Середн", "Пов" за допомогою кнопок  4 ГМН і  6 ГМФХ . При зниженні швидкості видачі результатів вимірювання зменшується випадкова складова похибки вимірювання. У режимі "Пов" виконується накопичення результатів вимірювань, тому перше показання може з'явитись тільки через 10 секунд після завершення всіх регулювань, а наступні - через кожні 2 секунди.	Вимірювання напруги: U=62,32В F=50,00Гц Швидк Середн >Пов<
5	Для урахування впливу завади загального вигляду натиснути кнопку  .	<i>Вибір режиму вимірювань здійснювати, аналізуючи результати вимірювань, які постійно оновлюються</i> Вимірювання напруги: U=62,02В F=50,00Гц Швидк Середн >Пов<
6	Для завершення процесу вимірювання і повернення в основне вікно натиснути кнопку  . Перед відключенням кабеля вимірювального КИ(U) від об'єкта вимірювань вимірювальну схему слід знеструмити!	<i>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</i> 01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТН U_{2Н}=100В

7.3.2 Вимірювання сили струму в колах, що живляться від мережі

7.3.2.1 Підготовка до роботи

1) Відключити об'єкт вимірювань від мережі!
2) Підключити виводи з U-подібними наконечниками кабеля вимірювального КИ (I) АМАК.685611.009 до затисків "U₁", "а" (I_x) на задній панелі Компаратора.





3) Підключити виводи кабеля вимірювального КИ(I) АМАК.685611.009 в розрив електричного кола, в якому необхідно виміряти силу струму.




4) Підготувати Компаратор до роботи і включити його живлення у відповідності з розділом 6.1, 6.3.

7.3.2.2 Вимірювання сили струму

1) Вимірювання виконувати згідно з таблицею 7.16.

Таблиця 7.16

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	Для вимірювання струму ввійти в меню і обрати режим "Вимірювання струму", для чого: 1) натиснути кнопку  ; 2) кнопками  2 ДЕК і  8 ЦЬБЫ , встановить курсор > на рядок "Вимірювання струму".	Меню: Перевірка > Вимірювання струму Вимірювання напруги
2	Включити режим вимірювання струму, для чого натиснути кнопку  .	<i>На екрані з'являться результати вимірювань, які постійно оновлюються</i> Вимірювання струму: I=62,32мА F=50,00Гц >Швидк<Середн Пов
3	Підключити вимірювальну схему до мережі.	

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
4	<p>Вибрати режим вимірювань "Швидк", "Середн", "Пов" за допомогою кнопок  і .</p> <p>При зниженні швидкості видачі результатів вимірювання зменшується випадкова складова похибки вимірювання. У режимі "Пов" виконується накопичення результатів вимірювань, тому перше показання може з'явитись тільки через 10 секунд після завершення всіх регулювань, а наступні - через кожні 2 секунди.</p>	<p><i>Вибір режиму вимірювань здійснювати, аналізуючи результати вимірювань, які постійно оновлюються</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Вимірювання струму: $I = 62,32\text{mA}$ $F = 50,00\text{Гц}$ Швидк Середн >Пов<</p> </div>
5	<p>Для завершення процесу вимірювання і повернення в основне вікно натиснути кнопку .</p> <p>Перед відключенням кабеля вимірювального КИ(I) від об'єкта вимірювань вимірювальну схему слід знеструмити!</p>	<p><i>На екрані з'явиться основне вікно, наприклад:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>01/02/04 14:15:40 Тип трансформатора: TC I_{2H}=5A</p> </div>










7.4 Додаткові функції

7.4.1 Збереження результатів вимірювань в пам'яті Компаратора

Пам'ять Компаратора може зберегти до 1000 записів результатів вимірювань в хронологічному порядку. Коли кількість записів в пам'яті перевищує 1000, кожний наступний запис буде записуватись на місце "найстарішого". Таким чином, кількість записів в пам'яті не може перевищити 1000. Записи результатів вимірювань в архіві можуть ідентифікуватись за датою і часом, а також за назвою об'єкта, яку можна ввести перед проведенням вимірювань (розділ 6.2).

Результати вимірювань можна переглянути на екрані Компаратора. Перегляд результатів вимірювань на екрані Компаратора, виконувати відповідно до таблиці 7.17.

Таблиця 7.17

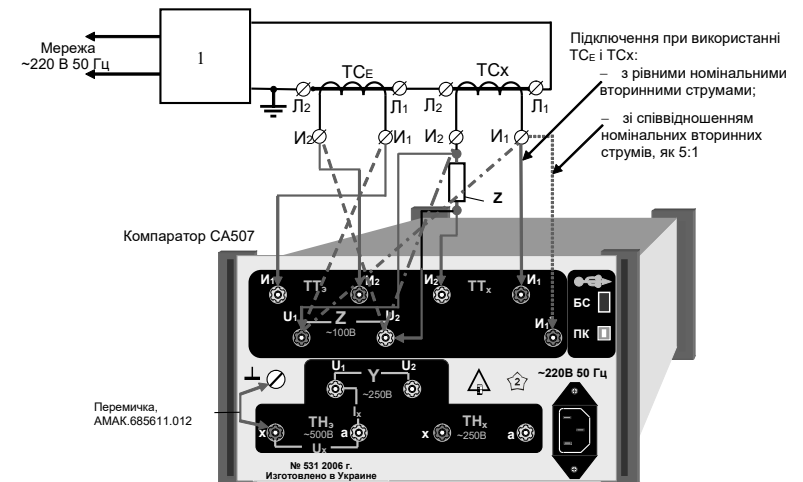
№ п/п	Дії	Вигляд екрану
1	<p>Ввійти в меню режимів і вибрати режим "Архів", для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку  ;</p> <p>2) кнопками  і , встановити курсор > на рядок "Архів"</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Меню: Дата/Час >Архів Накопичення</p> </div>
2	<p>Включити режим "Архів", для чого:</p> <p>1) натиснути кнопку  ;</p> <p>2) кнопками  і , встановити курсор > на рядок "Перегляд".</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>Архів: >Перегляд Передати на ПК</p> </div>
	<p>Почати перегляд архіву, для чого натиснути кнопку .</p> <p>Для перегляду результатів вимірювання, що збережені в цьому записі, використовувати кнопки  і .</p>	<p><i>На екрані з'явиться останній за датою і часом запис результатів вимірювань, наприклад:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>01/02/04 14:16:44 Назва об'єкта: <МФ0200 УЗ > I_{2e}/5A=100,2%</p> </div> <p><i>Продовження:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>P=1,000Вт $Q=0,00033\text{ВА}$ $S=1,000\text{ВА}$ $R=1,000\text{Ом}$</p> </div>

№ п/п	Дії	Вигляд екрану
		<p><i>Продовження</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>X=330,17 мкОм Z=1,000 Ом cos φ=1,000 инд</p> </div>
4	<p>Для перегляду записів використовувати кнопки:</p> <p> – перехід до попереднього запису;</p> <p> – перехід до наступного запису;</p> <p> – перехід до записів попереднього дня;</p> <p> – перехід до записів наступного дня.</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>01/02/04 14:26:44 Назва об'єкта: <МФ0200 УЗ > I_{2e}/5A=1,2%</p> </div> <p><i>Продовження:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>f_{DI} =0,5154% δ_{DI} =-10,15' СКВ(f_{DI})=4,3% СКВ(δ_{DI})=7,0</p> </div>
5	<p>Для завершення перегляду архіву і повернення в основне вікно натиснути кнопку </p>	<p><i>На екрані з'явиться основне віно, наприклад:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>01/02/14 14:15:40 Тип трансформатора: ТС I_{2eH}=5A I_{2xH}=1A</p> </div>

7.4.2 Визначення додаткового опору, що вноситься Компаратором в кола навантажень еталонного ТС і ТС, що повіряється

При необхідності визначення загального навантаження еталонного ТС або ТС, що повіряється, Компаратор дозволяє виміряти додатковий опір, що включає вхідний опір Компаратора і опори з'єднувальних проводів.

1) Зібрати схему у відповідності з рисунком 7.10. Підключення при вимірюванні додаткового опору для еталонного трансформатора показано пунктиром, а для трансформатора, що повіряється, - штрих-пунктирними лініями. Проводи, якими здійснюється це підключення, мають бути скручені (збіфільовані).



1 – джерело струму; TC_Е – трансформатор струму еталонний; ТС_Х – трансформатор струму, що повіряється; Z – навантаження.

Рисунок 7.10

2) Виміряти додатковий опір, що його вносить Компаратор в коло навантажень ТС, в залежності від зібраної схеми, виконуючи вказівки розделу 7.1.2.4.

8 ХАРАКТЕРНІ ПОМИЛКИ ОПЕРАТОРА І МЕТОДИ ЇХ УСУНЕННЯ

При виявленні несправності в роботі Компаратору на екран виводиться відповідне повідомлення. Для виходу з вікна повідомлення необхідно натиснути будь-яку кнопку.

Рекомендовані дії оператора при деяких видах несправності наведені в таблиці 8.1

Таблиця 8.1

Текст повідомлення	Ймовірна причина помилки	Рекомендовані дії оператора
"Перевантаження. Поданий завеликий струм або напруга"	Значення робочої напруги або сили струму виходять за межі діапазону вимірювань.	Переконатися в правильності підключення обладнання і установки робочої напруги або сили струму.
"Вторинна напруга $TН_x$ не відповідає вторинній напрузі $TН_ε$ "	Вторинні напруги відрізняються більш, ніж на 20%. Можливо, характеристики еталонного трансформатора не відповідають характеристикам трансформатора, що повіряється.	Перевірити відповідність паспортних даних підключених трансформаторів. Перевірити схему вимірювання.
"Вторинний струм $TС_x$ не відповідає вторинному струму $TС_ε$ "	Вторинні струми відрізняються більш, ніж на 20%. Можливо, характеристики еталонного трансформатора не відповідають характеристикам трансформатора, що повіряється.	Перевірити відповідність паспортних даних підключених трансформаторів. Перевірити схему вимірювання.
"Фаза вторинного струму $TС_x$ не відповідає фазі вторинного струму $TС_ε$ "	Підключення трансформатора, що повіряється, і еталонного не відповідає схемі, наведеній в цьому Керівництві з експлуатації.	Змінити фазу підключення одного з трансформаторів.

Текст повідомлення	Ймовірна причина помилки	Рекомендовані дії оператора
"Недостатньо струму або напруги!"	Не поданий струм при вимірюванні параметрів ТС або напруга при вимірюванні параметрів ТН.	1. Переконайтесь у правильності підключення обладнання. 2. Перевірте, чи включене живлення вимірювальної схеми.
"Перевірте коло підключення навантаження!"	Фази струму і напруги, що вимірюються, відрізняються більше ніж на 90°.	Змініть фазу струму або напруги на 180°.
"Компаратор не підключений"	Відсутній зв'язок між ПК і Компаратором	Переконайтесь у правильності підключення обладнання.
" $TС_ε$ CA535 не підключений"	Трансформатор струму еталонний CA535 не підключений. Не включене живлення CA535 .	Переконайтесь у правильності підключення обладнання. Переконайтесь, що вимикач живлення "Сеть" на CA535 знаходиться в положенні "I".
"РД564 не підключений"	Розширювач РД564 не підключений.	Переконайтесь у правильності підключення обладнання.

Схеми підключення при повірці (калібруванні) ТС:

9 ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ

При використанні Компаратора в складі пересувної лабораторії він повинен бути встановлений в робочий відсік в сумці виробника для додаткової амортизації.

10 ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

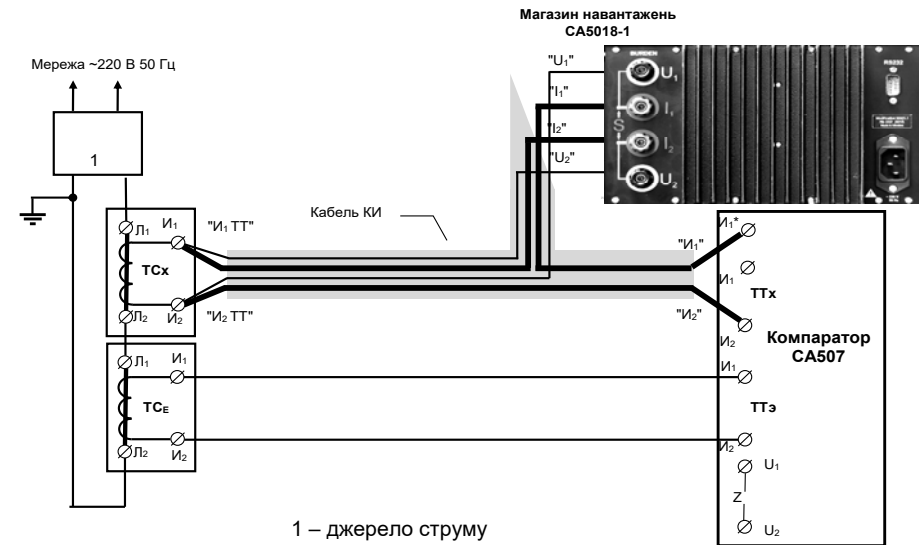
10.1 До експлуатації та обслуговування Компаратора повинні допускатися особи, які вивчили "Керівництво з експлуатації. Частина 1. Технічна експлуатація. АМАК.411439.001 КЕ"; "Керівництво з експлуатації. Частина 2. Методика повірки. АМАК.411439.001 КЕ1"; "Правила улаштування електроустановок".

10.2 Вид контролю метрологічних характеристик після ремонту і в процесі експлуатації визначають, виходячи з області застосування Компаратора. Міжповірочний інтервал - не більше двох років. Рекомендований інтервал між калібруваннями - 2 роки.

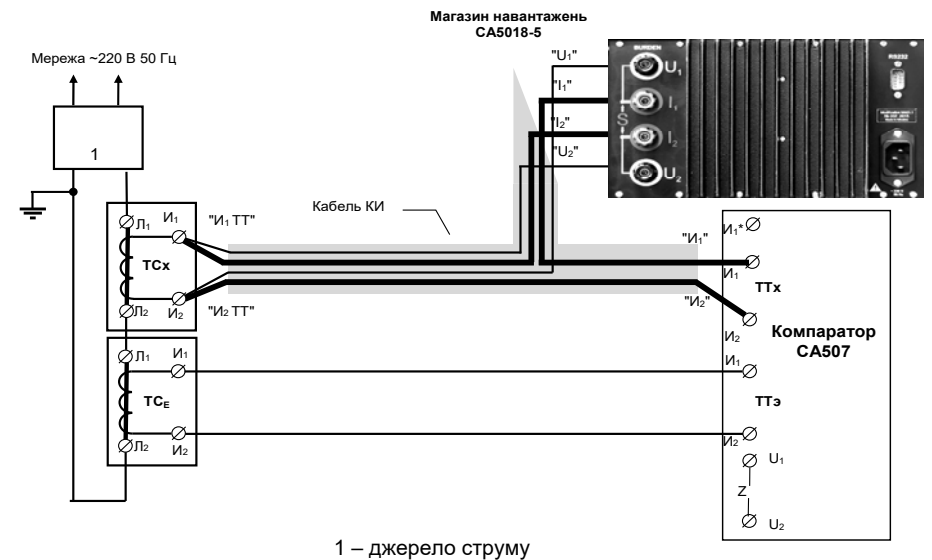
10.3 Повірку або калібрування виконувати у відповідності з вказівками документу "Керівництво з експлуатації. Частина 2. Методика повірки. АМАК.411439.001 КЕ1".

10.4 Необхідно суворо дотримуватись графіка періодичних повірок або калібрувань.

1) Магазина навантажень СА5018-1



1) Магазина навантажень СА5018-5



Додаток 2

Визначення метрологічних характеристик трансформаторів напруги з заземленою вторинною обмоткою

При визначенні метрологічних характеристик трансформаторів напруги з заземленою вторинною обмоткою під час їх калібрування або перевірки підключення Компаратора СА507 до об'єкта вимірювання виконується з використанням трансформатора узгоджуючого СА5072.

1 Трансформатор узгоджуючий СА5072

1.1 Технічні характеристики

1.1.1 Діапазон значень різниці вторинних напруг двох трансформаторів, підключених до трансформаторі СА5072, складає від 0 до 10 В.

1.1.2 СА5072 не вносить додаткових похибок при вимірюванні відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг двох трансформаторів напруги при його використанні в комплекті з Компаратором СА507. Границі похибок при вимірюванні відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг двох трансформаторів напруги відповідають значенням, наведеним в розділі 2.2.

1.1.3 Частота робочої напруги ТС становить від 49 Гц до 51 Гц.

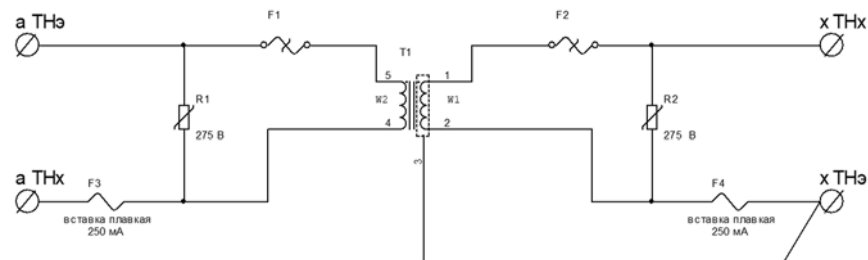
1.1.4 Корпус ТС за ступенем захисту від проникнення твердих предметів і води відповідає IP20 згідно з ГОСТ 14254.

1.1.5 Маса ТС становить не більше 1 кг.

1.1.6 Габаритні розміри ТС – не більше (179x102x80) мм.

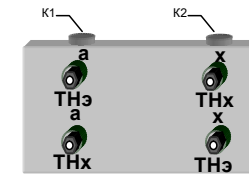
1.2 Будова і принцип роботи

На рисунку 1 показана схема електрична, а на рисунку 2 – загальний вигляд трансформатора узгоджуючого СА5072.



T1 – трансформатор 1:1;
F1, F2 – запобіжники самовідновлювані;
F3, F4 – вставки плавкі ВП1-0,25А-250 В 4×15;
R1, R2 – варистори

Рисунок 1



K1, K2 – кришки тримачів вставок плавких F3, F4 (ВП1-0,25А-250 В 4×15)

Рисунок 2

Після подання напруги на первинні обмотки трансформаторів ТН_Е і ТН_Х між виводами «а, ТН_э» і «а, ТН_х» трансформатора СА5072 встановиться напруга, що дорівнює різниці вторинних напруг трансформаторів ТН_Е і ТН_Х.

2 Порядок роботи

2.1 Зібрати схему, що показана на рисунку 3.

Всі задіяні пристрої попередньо мають бути відключені від мережі!

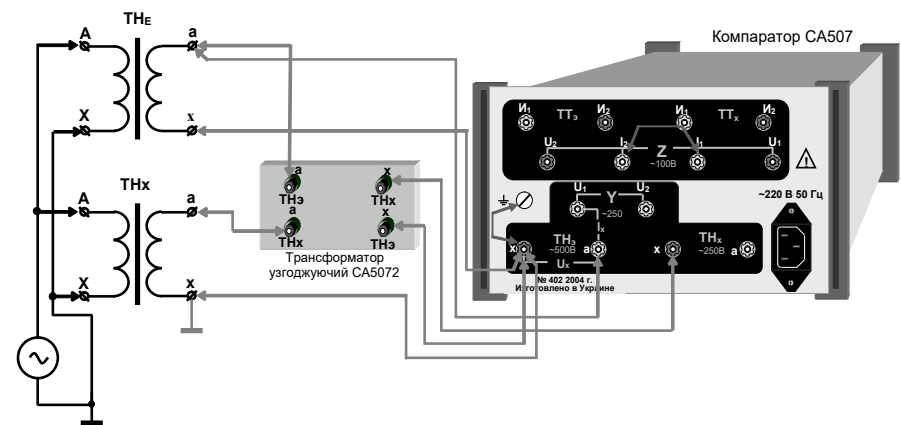


Рисунок 3

2.2 Підготувати Компаратор до роботи і включити його живлення, відповідно до розділу 6.

2.3 Виконати вимірювання відносної різниці вторинних напруг і різниці фаз вторинних напруг еталонного трансформатора напруги і трансформатора, що повіряється, у відповідності з рекомендаціями розділу 7.1.1.

Приложение 3. Структурная схема компаратора CA507

