

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ГП "Укрметртестстандарт"



Ю.В. Кузьменко

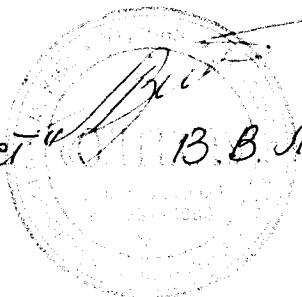
Ю.В. Кузьменко 2013 г.

КМПАРАТОР СА507

Руководство по эксплуатации
Часть 2. Методика поверки
AMAK.411439.001 РЭ1

Копия верна

Директор ООО "ОЛТСТ" В.В. Лысак



Киев

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	3
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	3
3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	4
4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	10
5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	15
6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА	15
7 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ ..	15
8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	15
8.1 Внешний осмотр	15
8.2 Проверка электрической прочности изоляции цепей компаратора	16
8.3 Определение электрического сопротивления изоляции	17
8.4 Опробование	18
8.5 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН с равными номинальными вторичными напряжениями	19
8.6 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН с равными номинальными вторичными напряжениями	23
8.7 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ с равными номинальными вторичными токами	25
8.8 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ с равными номинальными токами	30
8.9 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности и разности фаз вторичных токов двух ТТ при отношении их вторичных токов, как 5:1	33
8.10 Проверка функционирования компаратора в режиме измерения относительной разности вторичных токов двух ТТ при отношении их вторичных токов, как 5:1	38
8.11 Определение основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной проводимостей нагрузки во вторичной цепи ТН при их калибровке и поверке (с использованием моста СА7100РД)	40

8.12 Определение основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной проводимостей во вторичной цепи ТН при их калибровке и поверке с использованием моста переменного тока ЦЕ5002	44
8.13 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении активного и реактивного сопротивлений во вторичной цепи ТТ при их калибровке и поверке при использовании моста СА7100РД	47
8.14 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении активного и реактивного сопротивлений нагрузки во вторичной цепи ТТ при их калибровке и поверке с использованием моста ЦЕ5002	50
8.15 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении вторичного напряжения ТН, используемого в качестве эталонного	53
8.16 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении силы вторичного тока и абсолютной погрешности при измерении частоты вторичного тока ТТ, используемого в качестве эталонного	54
8.17 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении напряжения в электрических цепях, питаемых от сети	56
8.18 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении силы тока в электрических цепях, питаемых от сети	58
8.19 Определение токовой и угловой погрешностей ТТ эталонного СА535 и ТТ эталонного СА564/3 (выполняется при наличии СА535 и СА564/3 в комплекте)	59
8.20 Определение основных абсолютных погрешностей трансформатора согласующего СА5073 АМАК 411439.003 (выполняется при наличии в комплекте трансформатора согласующего СА5073)	64
9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	65

Настоящий документ является второй частью руководства по эксплуатации (далее – РЭ) компаратора СА507 (далее – компаратор) и содержит методику его поверки, утвержденную Укрметртестстандартом 4.11.2013 г.

Форма протокола поверки компаратора приведена в файле "Форма протокола поверки.doc", размещенном на диске с программным обеспечением (далее – протокол поверки).

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Методика поверки распространяется на компараторы при выпуске из производства и после ремонта, а также в процессе эксплуатации. Методика поверки разработана в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94 и РМГ 51 и устанавливает операции и средства поверки, требования безопасности, условия и порядок проведения, а также порядок обработки и оформления результатов поверки.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Во второй части РЭ компаратора имеются ссылки на следующие нормативные документы:

ПР 50.2.006-94 Правила по метролог. порядок проведения поверки средств измерений

ПР 50.2.009-94 Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений

ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.091-2002 Средства измерений электронные. Технические требования в части безопасности. Методы испытаний

РМГ 51 – 2002 Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ)

3 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При поверке должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики поверки
		При выпуске из производства и после ремонта	В эксплуатации	
1	Внешний осмотр	Да	Да	8.1
2	Проверка электрической прочности изоляции цепей компаратора	Да	Нет	8.2
3	Определение электрического сопротивления изоляции	Да	Нет	8.3
4	Опробование	Да	Да	8.4
5	Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух трансформаторов напряжения (далее – ТН) с равными номинальными вторичными напряжениями	Да	Да	8.5

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики проверки
		При выпуске из производ- ства и после ремонта	В эксплуатации	
6	Определение ос- новной абсолют- ной погрешности компаратора при измерении разно- сти фаз вторичных напряжений двух ТН с равными но- минальными вто- ричными напряже- ниями	Да	Да	8.6
7	Определение ос- новной абсолют- ной погрешности компаратора при измерении относи- тельной разности вторичных токов двух трансформа- торов токов (далее – ТТ) с равными номи- нальными вторич- ными токами	Да	Да	8.7
8	Определение ос- новной абсолют- ной погрешности компаратора при измерении относи- тельной разности вторичных токов двух трансформа- торов токов (далее – ТТ) с равными номи- нальными вторич- ными токами	Да	Да	8.7

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики проверки
		При выпуске из производст- ва и после ре- монта	В эксплуата- ции	
9	Определение ос- новной абсолютной погрешности ком- паратора при из- мерении разности фаз вторичных то- ков двух ТТ с рав- ными номиналь- ными вторичными токами	Да	Да	8.8
10	Определение ос- новной абсолютной погрешности ком- паратора при из- мерении относи- тельной разности вторичных токов и разности фаз вто- ричных токов двух ТТ при отношении их вторичных то- ков, как 5:1	Да	Нет	8.9
11	Проверка функционирования ком- паратора в режиме измерения относи- тельной разности вторичных токов двух ТТ при отно- шении их вторич- ных токов, как 5:1	Да	Да	8.10

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики проверки
		При выпуске из производст- ва и после ре- монта	В эксплуата- ции	
12	Проверка функционирования компаратора в режиме измерения относительной разности вторичных токов двух ТТ при отношении их вторичных токов, как 5:1	Да	Да	8.10
13	Определение основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной проводимостей нагрузки во вторичной цепи ТН при их калибровке и поверке с использованием моста переменного тока высоковольтного СА7100РД	Да	Нет	8.11
14	Определение основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной проводимостей нагрузки во вторичной цепи ТН при их калибровке и поверке с использованием моста переменного тока ЦЕ5002	Да	Да	8.12

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики поверки
		При выпуске из производства и после ремонта	В эксплуатации	
15	Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении активного и реактивного сопротивлений нагрузки во вторичной цепи ТТ при их калибровке и поверке с использованием моста переменного тока высоковольтного СА7100РД	Да	Нет	8.13
16	Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении активного и реактивного сопротивлений нагрузки во вторичной цепи ТТ при их калибровке и поверке с использованием моста переменного тока ЦЕ5002	Да	Да	8.14
17	Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении вторичного напряжения ТН, используемого в качестве эталонного	Да	Да	8.15

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики проверки
		При выпуске из производст- ва и после ре- монта	В эксплуата- ции	
18	Определение ос- новной относитель- ной погрешности компаратора при измерении силы вторичного тока и абсолютной по- грешности при из- мерении частоты вторичного тока ТТ, используемого в ка- честве эталонного	Да	Да	8.16
19	Определение ос- новной относитель- ной погрешности компаратора при измерении напря- жения в электриче- ских цепях, питае- мых от промышлен- ной сети 220 В 50 Гц (далее – сети)	Да	Да	8.17
20	Определение ос- новной относитель- ной погрешности компаратора при измерении силы то- ка в электрических цепях, питаемых от сети	Да	Да	8.18
21	Определение ос- новных абсолют- ных токовой и уг- ловой погрешно- стей ТТ эталонного СА535 и ТТ эта- лонного СА564/3	Да	Да	8.19

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения		№ пункта методики проверки
		При выпуске из производст- ва и после ре- монта	В эксплуата- ции	
22	Определение ос- новных абсолют- ных погрешностей трансформатора согласующего	Да	Да	8.20

При отрицательных результатах любой из операций, поверка компаратора прекращается, неисправный компаратор бракуется.

4 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть применены рабочие эталоны, средства измерительной техники (СИТ) и вспомогательное оборудование, перечисленные в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Наименование средств измери- тельной техники	Технические характеристики СИТ, используемых при поверке	№ пункта методики проверки
Вольтметр В3-60	Диапазон измерений от 0 до 300 В, класс точности 0,05	7.1, 8.5- 8.18
Меры сопротивле- ния Р321	Номинальные значения сопро- тивления – 1 Ом, 10 Ом, класс точности 0,1	8.9, 8.13, 8.14, 8.16, 8.18
Мост переменного тока высоковольт- ный СА7100РД ¹ (далее – мост СА7100РД)	Основная относительная по- грешность при измерении ем- кости при работе с внешним эталонным конденсато- ром $\pm 0,02\%$. Основная абсолютная погреш- ность при измерении тангенса при работе с внешним эталон- ным конденсатором $\pm 0,02\%$	8.11, 8.13

¹ Мост переменного тока высоковольтный СА7100РД применяется при выпуске из производства и после ремонта компараторов для измерения емкости конденсаторов свыше 1 мкФ на частоте 50 Гц. При проведении периодической поверки компараторов в аналогичных операциях поверки используется мост переменного тока ЦЕ5002.

Наименование средств измерительной техники	Технические характеристики СИТ, используемых при поверке	№ пункта методики поверки
Мост переменного тока ЦЕ5002 (далее – мост ЦЕ5002)	Основная относительная погрешность при измерении емкости от 2 до 20 мкФ $\pm 0,05\%$, при измерении емкости от 50 до 200 мкФ $\pm 0,1\%$	8.6, 8.8, 8.12, 8.14
Магазин сопротивлений Р4834, 2шт.	Диапазон воспроизводимых значений сопротивления от 0,01 до 1000000 Ом, класс точности от 0,02	8.5-8.9, 8.11, 8.12, 8.17, 8.20
Меры емкости Р597	Номинальные значения емкости – 5 нФ, 1нФ, класс точности 0,05	8.11
Частотомер ЧЗ-36/1	Диапазон частот – от 0,1 Гц до 200 МГц. Относительная погрешность при измерении периода $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	7.1, 8.5-8.18
Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123	Диапазон частот – от 20 Гц до 200 кГц. Диапазон регулирования выходного напряжения от 0 до 200 В. Нестабильность частоты $10 \cdot 10^{-4}$	8.5-8.10, 8.12, 8.15-8.18, 8.20
Амперметр Д553	Класс точности 0,2	8.7, 8.10, 8.13, 8.14
Магазин емкости Р5025	Максимальная емкость – 111,0001 мкФ; число декад – 6; класс точности: 0,1 – (для декад 0,0001-0011, 0,001-0,009, 0,01-0,09 и 0,1-0,9 мкФ), 0,5 – (для 1-10, 10-100 мкФ)	8.6, 8.9

Наименование средств измери- тельной техники	Технические характеристики СИТ, используемых при поверке	№ пункта методики проверки
Устройство поверки измерительных трансформаторов К535	Диапазон измерений: токовой погрешности – от минус 0,2 % до 0,2%; угловой погрешности – от минус 20 минут до 20 минут. Пределы допускаемой погрешности измерения токовой погрешности, в %, – $\pm(0,01 \cdot f_1 \cdot (1+15/l_2) + 0,001)$, где f_1 – измеряемое значение токовой погрешности, в %; l_2 – относительное значение устанавливаемого тока, в %. Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности: токовой – $\pm 0,005 \%$, угловой – $\pm 0,3'$	8.19
Преобразователь тока И564	Диапазон первичных токов – от 400 до 10000 А. Пределы допускаемых значений основной абсолютной погрешности коэффициента масштабного преобразования преобразователя: токовой – $\pm 0,005 \%$; угловой – $\pm 0,4'$.	8.19
Магазин сопротив- лений Р5018/5	Пределы основной относительной погрешности воспроизведения активной и реактивной составляющих нагрузки – $\pm 4\%$	8.19
Нуль-индикатор Ф5046/1	Чувствительность к входному напряжению – не менее 5 мВ/мкВ. Избирательность по 3-й гармонике – не менее 60 дБ. Чувствительность к напряжению между входной цепью и корпусом – не более 80 дБ	8.7,8.9

Наименование средств измери- тельной техники	Технические характеристики СИТ, используемых при поверке	№ пункта методики проверки
(37) Установка пробой- ная УПУ-10	Испытательное напряжение – от 0,2 до 10 кВ, погрешность установки напряжения – $\pm 4\%$	8.2
Мегаомметр Е6-16	Диапазон измерений Ом/МОм – 2/200, основная погрешность от длины шкалы – 1,5 %	8.3
Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	Диапазон измеряемого давления – от 80 до 106 кПа. Предел допускаемой основной погрешности – $\pm 0,2$ кПа	7.1
Измеритель нели- нейных искажений автоматический С6-11	Конечные границы измерения коэффициента гармоник – 0,1; 0,3; 1; 3; 10; 30 %. В диапазоне частот от 20 Гц до 19,9 кГц, границы допускаемой основной абсолютной погрешности, в процентах, составляют $\pm (0,05 \cdot K + 0,05)$, где K – конечная граница диапазона измерений	7.1
Психрометр М-34	Диапазон измерения влажности воздуха – от 10 до 100 % при температуре от минус 10 до 40 °C, границы допускаемой абсолютной погрешности – $\pm 3\%$. Диапазон измерения температуры – от минус 30 до 50 °C. Границы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °C	7.1

Таблица 4.2

Наименование вспомогательного оборудования	Технические характеристики вспомогательного оборудования, используемого при поверке	№ пункта методики поверки
Трансформатор питающий И57	Максимальное вторичное напряжение – 36 В, $P_{\max} = 144 \text{ В·А}$; класс точности – 0,2.	8.9
Мера отношения токов МОТ -2	Первичный ток от 1 до 5 А. Отношения вторичного тока к первичному 1:10 и 1:5.	8.7, 8.9, 8.10
Мера отношения токов МОТ -4 АМАК.411639.003	Номинальные значения сил входных токов – 1 и 5 А. Отношение числа витков входных обмоток – 5:1.	8.9
Конденсаторы KNM 3117 МК ²	Номинальная емкость – 50, 100, 200 мкФ, тангенс угла диэлектрических потерь – не более 0,001.	8.9, 8.11, 8.13
Мера емкости МЕ-1 АМАК.411644.003	Номинальная емкость – 16 мкФ, тангенс угла диэлектрических потерь – не более 0,001.	8.8, 8.12, 8.14
ЛАТР – 1	Лабораторный автотрансформатор, диапазон регулирования напряжения – от 0 до 250 В. Номинальный ток нагрузки – 8 А	8.11, 8.13, 8.14
Трансформатор напряжения	Первичное напряжение – 220 В, вторичное напряжение – 220 В, $P_{\max} = 1000 \text{ В·А}$	8.11, 8.13
Трансформатор напряжения	Первичное напряжение – 220 В, вторичное напряжение – 220 В, $P_{\max} = 60 \text{ В·А}$	8.14

² Вместо конденсаторов KNM 3117 МК могут быть использованы т.н. "пусковые конденсаторы", у которых тангенс диэлектрических потерь – не более 0,001, рабочее напряжение – не менее 400 В. Тангенс диэлектрических потерь конденсатора на частоте 50 Гц определять с помощью моста переменного тока высоковольтного СА7100РД. Конденсаторы KNM 3117 МК используются в операциях поверки компаратора при выпуске и после ремонта. При поверке компаратора в эксплуатации применяется мера емкости МЕ-1 АМАК.411644.003.

Допускается применение других средств поверки с характеристиками не ниже, чем у вышеуказанных.

Все применяемые средства измерительной техники должны быть поверены в соответствии с ПР 50.2.006-94 или пройти Государственную метрологическую аттестацию в соответствии с ПР 50.2.009-94.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки компаратора должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019 и ПОТЭЭ.

5.2 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на проверяемые приборы и средства поверки.

5.3 Измерения могут выполнять лица, которые имеют группу по электробезопасности не ниже третьей.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Измерения должны выполнять лица, аттестованные как государственные поверители.

7 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

7.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха - от 18 до 22 °C;
- относительная влажность воздуха – от 30 до 80 %;
- напряжение сети питания (далее – сети) – от 198 до 242 В;
- коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения сети – не более 5 %;
- частота сети – от 49,5 до 50,5 Гц.

7.2 Все работы с компаратором должны проводиться в соответствии с "Руководством по эксплуатации. Часть 1", АМАК.411439.001 РЭ (далее – РЭ), а работы со средствами измерительной техники, применяемыми при поверке, в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.3 Перед поверкой подготовить протокол поверки. Файл "Форма протокола поверки СА507.doc" размещен на диске с программным обеспечением.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие компаратора следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, влияющих на работоспособность компаратора, отсутствие механических повреждений соединительных кабелей и разъемов;

– соответствие требованиям комплектности и маркировки, приведенным в паспорте АМАК.411439.001 ПС.

8.1.2 Соответствие требованиям комплектности и маркировки, а также отсутствие внешних механических повреждений, проверять визуально.

Результат операции поверки считать положительным, если отсутствуют внешние механические повреждения компаратора, а комплектность и маркировка компаратора соответствует требованиям паспорта.

8.2 Проверка электрической прочности изоляции цепей компаратора

8.2.1 Проверку электрической прочности изоляции цепей питания 220 В 50 Гц компаратора относительно его корпуса и измерительных цепей проводить в нормальных условиях применения с помощью пробойной установки УПУ-10, подавая напряжение переменного тока частотой 50 Гц в соответствии с ГОСТ 12.2.091-2002.

8.2.2 Проверка электрической прочности изоляции цепей питания 220 В 50 Гц компаратора относительно его корпуса на выдержку испытательного напряжения 1500 В переменного тока частотой 50 Гц

8.2.2.1 Перед проверкой:

- подсоединить к компаратору кабель питания;
- установить переключатель "СЕТЬ" в положение "I";
- электрически соединить питающие цепи компаратора (штыри вилки кабеля питания)³;
- подсоединить к закороченным штырям и к выводу защитного заземления вилки кабеля питания выход универсальной пробойной установки УПУ-10, которая в момент подключения должна быть выключена.

8.2.2.2 Подачу напряжения осуществлять плавно в течение 3 минут до максимального значения, равного испытательному напряжению, и выдержать 1 минуту, после чего плавно уменьшить до нуля и отключить пробойную установку.

8.2.3 Проверка электрической прочности изоляции входных цепей измерения напряжения в цепях, питаемых от сети, на выдержку испытательного напряжения 2000 В переменного тока частотой 50 Гц.

8.2.3.1 Перед проверкой:

- снять перемычку АМАК.685611.012 между зажимами "x, ТНэ" и " \perp ";
- подключить кабель измерительный КИ(У) АМАК.685611.008, к зажимам "x, ТНэ", "a, ТНэ" и " \perp " согласно маркировке;

³ Здесь и далее в качестве проводников использовать медные провода сечением не менее 0,2 мм².

– электрически соединить на кабеле измерительном КИ(У) АМАК.685611.008 сигнальные выводы;

– подключить к закороченным выводам и выводу заземления кабеля измерительного КИ(У) АМАК.685611.008 универсальную пробойную установку УПУ-10, которая в момент подключения должна быть выключена.

8.2.3.2 Выполнить 8.2.2.2 настоящей методики поверки (далее – МП).

8.2.4 Проверка электрической прочности изоляции входных цепей измерения силы тока в цепях, питаемых от сети, на выдержку испытательного напряжения 1500 В переменного тока частотой 50 Гц

8.2.4.1 Перед проверкой:

– закоротить зажимы "а, I_x " и " U_1, I_x ";
– подключить к закороченным зажимам и " \perp " универсальную пробойную установку УПУ-10, которая в момент подключения должна быть выключена.

– выполнить 8.2.2.2 настоящей МП.

Результат операции поверки считать положительным, если при проведении операций проверок не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции. Появление "коронного разряда" или специфического шума при проведении операций проверок не является признаком неудовлетворительных результатов этих проверок.

8.3 Определение электрического сопротивления изоляции

8.3.1 Определение электрического сопротивления изоляции компаратора выполнять в соответствии с ГОСТ 12.2.091-2002 с помощью мегаомметра при напряжении 500 В постоянного тока.

8.3.1 Определение сопротивления изоляции между корпусом и изолированными по постоянному току цепями питания компаратора проводить в следующей последовательности:

- подсоединить к компаратору кабель питания;
- закоротить между собой питающие цепи компаратора (штыри вилки кабеля питания);
- установить переключатель "СЕТЬ" в положение "I";
- измерить с помощью мегаомметра при напряжении 500 В постоянного тока сопротивление между питающими цепями компаратора и защитным контактом заземления вилки кабеля питания компаратора;
- показания мегаомметра отсчитывать через 1 мин после подачи измерительного напряжения.

8.3.2 Определение сопротивления изоляции между корпусом компаратора и изолированными по постоянному току его входами измерения тока в цепях, питаемых от сети проводить в следующей последовательности:

- соединить между собой зажимы "U1, Ix" и "a, Ix" на задней панели компаратора;
- измерить с помощью мегаомметра при напряжении 500 В постоянного тока сопротивление между соединенными зажимами "U1, Ix", "a, Ix" и " \perp " компаратора;
- показания мегаомметра отсчитывать через 1 минуту после подачи измерительного напряжения.

Результат операции поверки считать положительным, если измеренные значения сопротивления изоляции составляют не менее 2 МОм.

8.4 Опробование

8.4.1 Установить переключатель "СЕТЬ", размещенный на передней панели компаратора, в положение "I". На экране жидкокристаллического индикатора (далее – экран) компаратора появится тот вариант основного окна, при котором компаратор был выключен в предыдущем сеансе работы, например, как показано на рисунке 8.1.

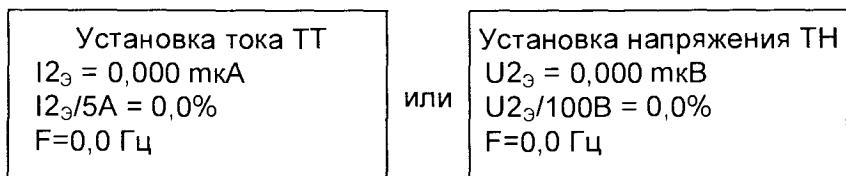


Первая строка – текущие дата и время;

Вторая и третья – тип трансформатора и номинальный вторичный ток (напряжение) эталонного и поверяемого трансформаторов

Рисунок 8.1

8.4.2 Нажать кнопку "I2,U2" на мембранный клавиатуре, расположенной на передней панели компаратора. На экране должно появиться окно "Установка тока ТТ" (рисунок 8.2, а) или окно "Установка напряжения ТН" (рисунок 8.2, б).



а)

б)

Рисунок 8.2

8.4.3 Для возврата в основное окно (рисунок 8.1) программы, нажать клавишу " \perp ".

8.4.4 Для входа в меню еще раз нажать клавишу " \perp ".

Курсор

Меню:
Выбор. трансф.
>>Название объекта
Дата/Время

Рисунок 8.3

8.4.5 В меню (рисунок 8.3) с помощью клавиш "2↑" и "8↓" выбрать строку "Название объекта" и нажать клавишу "J".

8.4.6 Для проверки правильности ввода цифр и символов с помощью мембранный клавиатуры поочередно нажать клавиши от "0" до "9". При этом нажатию клавиши с цифрой должно соответствовать появление на экране этой же цифры.

8.4.7 Для возврата в основное окно (рисунок 8.1) программы нажать клавишу "R,X,P,Q".

Результат операции поверки считать положительным, если после выполнения действий, указанных в 8.4.1-8.4.7, на экране появляются сообщения, описанные в 8.4.1-8.4.7.

8.5 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН с равными номинальными вторичными напряжениями

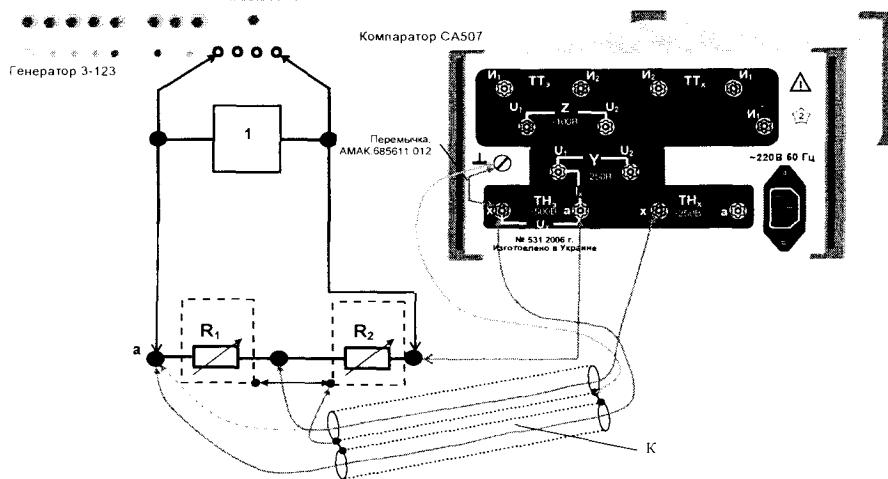
8.5.1 Собрать схему измерения (рисунок 8.4). Точку "x, THx" соединить кабелем с общей точкой магазинов R1 и R2.

8.5.2 Включить компаратор. Находясь в основном окне, нажать клавишу "J", выбрать в меню строку "Проверка" и нажать "J". В открывшемся меню выбрать строку "Синхр. от сети вкл". Нажатием клавиши "J", выключить синхронизацию от сети.

8.5.3 В меню выбрать строку "Трансф. напряжения" и в открывшемся окне выбрать "U_{2H} = 100 В".

8.5.4 Установить число накапливаемых результатов измерений равным 5.

8.5.5 Установить 1-ый поддиапазон (далее – п/д) усиления измеряемого сигнала. Для этого, находясь в основном рабочем окне, нажать клавишу "J". С помощью клавиш со стрелками "↓", "↑" выбрать строку "Проверка". Нажать клавишу "J". В появившемся меню выбрать строку "Поддиапазон усил.", нажать клавишу "J". На экране появится надпись "Поддиапазон усил." и строка ">A< 1 2 3 4". В окне "Поддиапазон усил." с помощью клавиш с горизонтальными стрелками переместить курсор на "1". Нажать клавишу "J".



1 – вольтметр В3-60;

R1, R2 – магазины сопротивлений Р4834;

K – кабель измерительный КИ(У) АМАК 685611.008

Рисунок 8.4

8.5.6 На магазине сопротивлений R1 установить значение сопротивления равное 1000 Ом, а на магазине сопротивлений R2 – 10000 Ом, в соответствии с данными таблицы 8.1 для 1 п/д.

8.5.7 Установить на выходе генератора Г3-123 напряжение $U_{ГЕН} = (45 \pm 0,1)$ В, частоту $(50 \pm 0,1)$ Гц. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра В3-60, а частоту по показаниям частотометра ЧЗ-36/1, подключенного к "выходу 1" генератора, причем аттенюатор этого выхода должен быть установлен в положение 20 дБ.

Примечание. В дальнейшем, при измерении частоты кабель частотомера подключать к клемме "выход 1" генератора Г3-123, устанавливая аттенюатор этого выхода в положение 20 дБ. На рисунках частотометр не показан.

8.5.8 Измерить относительную разность вторичных напряжений двух ТН f_{DU} , для чего нажать клавишу "f, δ".

8.5.9 Показания компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН f_{DU} занести в строку для 1-ого измерения таблицы А.1 протокола поверки, в ячейку, соответствующую 1 п/д.

8.5.10 Установить 2-й п/д усиления, переместив курсор на "2" в соответствии с 8.5.5. Измерить компаратором f_{DU} . Показания компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН f_{DU} занести в строку для 1-ого измерения таблицы А.1 протокола поверки, в ячейку, соответствующую 2 п/д.

Таблица 8.1

№ измерения	№ п/д	R1, Ом	R2, Ом	Показания компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН f_{DU} , %	Действительное значение относительной погрешности, обусловленной нелинейностью тракта усиления γ_U , %
1	1	1000	10000		
	2	1000	10000		
2	2	100	10000		
	3	100	10000		
3	3	10	10000		
	4	10	10000		

8.5.11 Рассчитать действительное значение относительной погрешности, обусловленной нелинейностью тракта усиления, в процентах, по формуле

$$\gamma_{DU} = \frac{f_{DU2} - f_{DU1}}{f_{DU1}} \cdot 100, \quad (1)$$

где f_{DU2} – показания компаратора при измерении f_{DU} на 2-м п/д усиления для 1-го измерения, в процентах;

f_{DU1} – показания компаратора при измерении f_{DU} на 1-м п/д усиления для 1-го измерения, в процентах.

Результаты расчета занести в строку для 1-го измерения таблицы А.1 протокола поверки.

8.5.12 Повторить 8.5.5 – 8.5.11 для 2-го и 3-го измерений, устанавливая значения сопротивлений магазинов $R1$ и $R2$ в соответствии с таблицей 8.1.

8.5.13 Установить значение сопротивления магазина $R1=1000$ Ом, а значение сопротивления магазина $R2=10000$ Ом, в соответствии с данными таблицы 8.2 для 1-ого измерения.

8.5.14 Установить автоматический выбор п/д. Установить на выходе генератора напряжение $U_{ГЕН}=(20\pm 0,1)$ В, частоту $F = (50\pm 0,1)$ Гц.

8.5.15 Измерить относительную разность вторичных напряжений двух ТН. Показания компаратора при измерении f_{DU} и разности фаз вторичных напряжений двух ТН δ_{DU} занести в таблицу А.2 протокола поверки.

Таблица 8.2

№ измерения	$U_{ГЕН}$, В	$R1$, Ом	$R2$, Ом	$f_{DU\text{расч}}$, %	f_{DU} , %	δ_{DU} , МИН	Δ_{fDU} , %	$\Delta_{\delta DU}$, МИН	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{fDU\text{доп}}$, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{\delta DU\text{доп}}$, МИН
1	20	1000	10000	9,0869					$\pm 0,0455$	$\pm 0,47$
2	6	1000	10000	9,0869					$\pm 0,0464$	$\pm 0,52$
3*	20	0	10000	0					$\pm 1 \cdot 10^{-4}$	$\pm 0,05$
4*	6	0	10000	0					$\pm 1 \cdot 10^{-3}$	$\pm 0,1$

* – точку "х, ТНх" соединить кабелем с точкой "а" (см. рисунок 8.4, пунктирная линия).

8.5.16 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDU} = \left| f_{DU} - f_{DU\text{расч}} \right| + \left| \gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN} \right| \cdot \frac{\left| f_{DU\text{расч}} \right|}{100}, \quad (2)$$

где f_{DU} – показания компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах;

γ_{DUMAX} и γ_{DUMIN} – максимальное и минимальное значения γ_{DU} , рассчитанные по формуле (1), в процентах, из таблицы 8.1.

8.5.17 Принять абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН $\Delta_{\delta DU}$ равной показаниям компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН δ_{DU}

$$\Delta_{\delta DU} = \delta_{DU} \quad (3)$$

8.5.18 Результаты расчетов занести в строку для 1-го измерения таблицы А.2 протокола поверки.

8.5.19 Повторить 8.5.15-8.5.18 для остальных измерений, приведенных в таблице 8.2. При этом для 2-го и 4-го измерений устанавливать $U_{ГЕН} = (6 \pm 0,1)$ В.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения абсолютной погрешности Δ_{fDU} и разности фаз $\Delta_{\delta DU}$ не превышают пределов допускаемой погрешности этих величин, приведенных в таблице 8.2.

8.6 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН с равными номинальными вторичными напряжениями

8.6.1 Установить на магазине емкости Р5025 номинальное значение емкости 80 нФ. Для этого с помощью моста переменного тока ЦЕ5002 измерить емкость, воспроизводимую магазином. Вращая регулятор точной установки емкости, и, руководствуясь показаниями моста, установить вышеуказанное значение емкости с относительной погрешностью 0,03 %.

8.6.2 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.5, подключив в качестве конденсатора С магазин емкости Р5025 с установленным в 8.6.1 значением емкости.

8.6.3 Установить на выходе генератора частоту $F = (50 \pm 0,02)$ Гц. Частоту контролировать по показаниям частотометра, включенного согласно 8.5.7.

8.6.4 Включить компаратор. Войти в меню "Проверка" и выключить режим синхронизации от сети.

8.6.5 Выбрать в меню трансформатор напряжения со вторичным номинальным напряжением " $U_{2H} = 100$ В".

8.6.6 Ввести число накапливаемых результатов измерений, равное пяти.

8.6.7 На магазине сопротивлений установить значение сопротивления $R=3400$ Ом, как приведено для 1-го измерения в таблице 8.3.

8.6.8 Установить напряжение на выходе генератора $U_{ГЕН} = (20 \pm 1)$ В, контролируя его значение с помощью вольтметра.

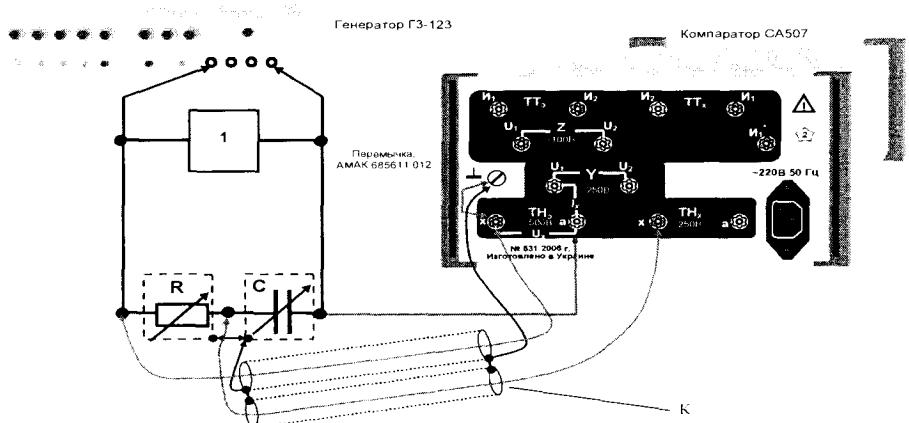
8.6.9 Измерить относительную разность вторичных напряжений двух ТН. Показания компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН δ_{DU} и относительной разности вторичных напряжений двух ТН f_{DU} занести в строку для 1-го измерения таблицы А.3 протокола поверки.

8.6.10 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН, в минутах, по формуле

$$\Delta_{\delta_{DU}} = \delta_{DU} - \delta_{DU_{расч}}, \quad (4)$$

где δ_{DU} – показания компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН, в минутах;

$\delta_{DU_{расч}}$ – расчетное значение разности фаз вторичных напряжений двух ТН, в минутах.



1 – вольтметр В3-60;
 R – магазин сопротивлений Р4834;
 С – магазин емкости Р5025;
 К – кабель измерительный КИ(У) АМАК.685611.008

Рисунок 8.5

Таблица 8.3

№ измерения	$U_{\text{ГЕН}}$, В	C , нФ	R , Ом	Однорасч., МИН	$f_{DU\text{расч.}}$, %	δ_{DU} , МИН	f_{DU} , %	Δ_{fDU} , МИН	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{\delta DU\text{доп.}}$, МИН	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{fDU\text{доп.}}$, %
1	20	80	3400	-292,56	-0,362				±1,53	±0,0312
2	20	80	1200	-103,59	-0,0454				±0,57	±0,011
3	20	80	600	-51,82	-0,0114				±0,31	±0,005
4	20	80	400	-34,552	-0,0051				±0,22	±0,004
5	20	80	40	-3,456	-0,00005				±0,07	±0,0004
6	20	80	12	-1,037	0				±0,06	±0,0002
7	20	10	10	-0,108	0				±0,05	±0,00011
8	6	80	3400	-292,56	-0,362				±1,58	±0,032
9	6	80	1200	-103,59	-0,0454				±0,62	±0,012
10	6	80	600	-51,82	-0,0114				±0,36	±0,006
11	6	80	400	-34,552	-0,0051				±0,273	±0,0045
12	6	80	40	-3,456	-0,00005				±0,12	±0,0013
13	6	80	12	-1,037	0				±0,105	±0,0011
14	6	10	10	-0,108	0				±0,1	±0,001

Примечание. Значения емкости С для измерений 7 и 14 таблицы 8.3 равные 10 нФ устанавливаются с относительной погрешностью 0,03 %, руководствуясь указаниям 8.6.1.

8.6.11 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDU} = \left| f_{DU} - f_{DU_{расч}} \right| + \left| \gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN} \right| \cdot \frac{\left| f_{DU_{расч}} \right|}{100}, \quad (5)$$

где f_{DU} – показания компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах;

$f_{DU_{расч}}$ – расчетное значение относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах.

8.6.12 Показания компаратора и результаты расчетов занести в таблицу А.3 протокола поверки.

8.6.13 Повторить 8.6.7-8.6.11 для остальных измерений, подключая меры емкости и устанавливая значения сопротивления магазина и напряжение на выходе генератора в соответствии с данными, приведенными в таблице 8.3.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения погрешностей $\Delta_{\delta DU}$ и Δ_{fDU} не превышают значений пределов этих величин $\Delta_{\delta DU_{доп}}$ и $\Delta_{fDU_{доп}}$, приведенных в таблице 8.3.

8.7 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ с равными номинальными вторичными токами

8.7.1 Схема электрическая принципиальная меры отношения токов МОТ-2 представлена на рисунке 8.6.

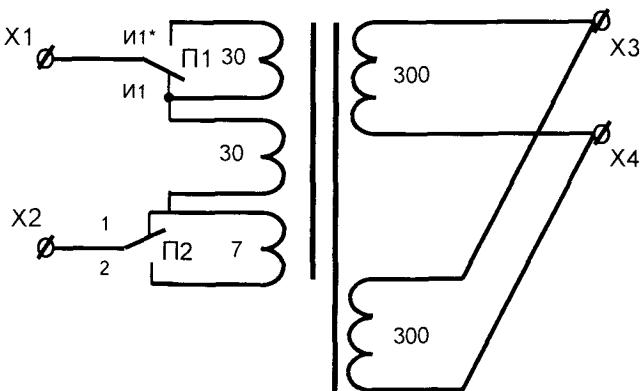


Рисунок 8.6

8.7.2 Собрать схему измерения, показанную на рисунке 8.7. Установить на МОТ-2 переключатель "П1" в положение "И1", переключатель "П2" в положение "1".

8.7.3 Установить сопротивление магазина сопротивлений R1 равным 100 Ом, а сопротивление магазина R2 равным 900 Ом.

8.7.4 Установить напряжение на выходе генератора ($3\pm0,1$) В частотой (50 ± 1) Гц. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту по показаниям частотометра (частотомер включить согласно 8.5.7).

8.7.5 Установить минимальный уровень сигнала по показаниям нульиндикатора на пределе чувствительности "MAX", регулируя значение сопротивления магазина R2.

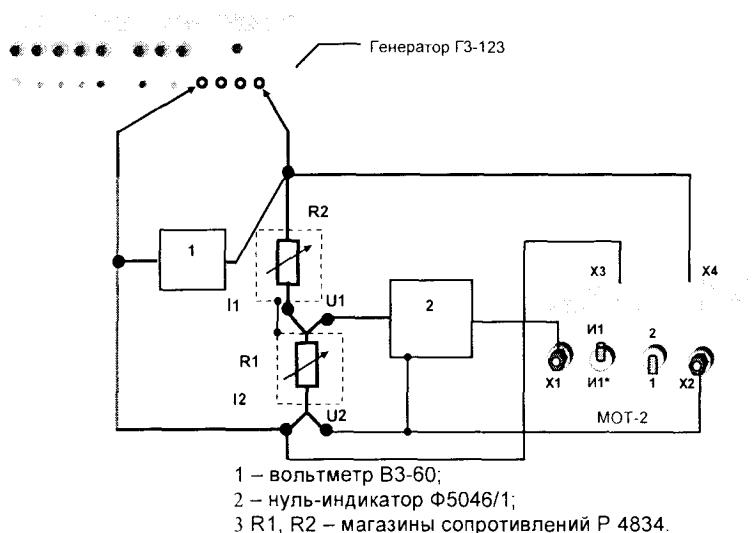


Рисунок 8.7

8.7.6 Рассчитать значение коэффициента масштабного преобразования токов по формуле

$$K_{\text{трасч}} = \frac{R1 + R2_{\text{уст}}}{R1}, \quad (6)$$

где $R2_{\text{уст}}$ – значение сопротивления магазина $R2$ при минимальном уровне сигнала на выходе нуль-индикатора, в омах;

$R1$ – значение сопротивления магазина $R1$, в омах.

8.7.7 Рассчитать относительную погрешность коэффициента масштабного преобразования токов, в процентах, по формуле

$$\delta K_t = \frac{K_{\text{трасч}} - 10}{10} \cdot 100 \quad (7)$$

8.7.8 Установить на МОТ-2 переключатель "П1" в положение "И1*", переключатель "П2" в положение "1".

8.7.9 Установить сопротивление магазина сопротивлений $R1$ равным 400 Ом, а сопротивление магазина $R2$ равным 1600 Ом.

8.7.10 Установить напряжение на выходе генератора $(3\pm0,1)$ В, частотой (50 ± 1) Гц. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту по показаниям частотометра.

8.7.11 Установить минимальный уровень сигнала по показаниям нульиндикатора на пределе чувствительности "MAX", регулируя значение сопротивления магазина $R2$.

8.7.12 Рассчитать значение коэффициента масштабного преобразования токов, в процентах, по формуле (6).

8.7.13 Рассчитать относительную погрешность коэффициента масштабного преобразования токов, в процентах, по формуле

$$\delta_{kt} = \frac{K_{tracch} - 5}{5} \cdot 100 \quad (8)$$

8.7.14 Установить на МОТ-2 переключатель "П1" в положение "И1*", переключатель "П2" в положение "2".

8.7.15 Установить сопротивление магазина сопротивлений $R1$ равным 400 Ом, а сопротивление магазина $R2$ равным 1391,0 Ом.

8.7.16 Установить напряжение на выходе генератора $(3\pm0,1)$ В, частотой (50 ± 1) Гц. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту по показаниям частотометра.

8.7.17 Установить минимальный уровень сигнала по показаниям нульиндикатора на пределе чувствительности "MAX", регулируя значение сопротивления магазина $R2$.

8.7.18 Рассчитать значение коэффициента масштабного преобразования токов, в процентах, по формуле (6).

8.7.19 Рассчитать относительную погрешность коэффициента масштабного преобразования токов, в процентах, по формуле

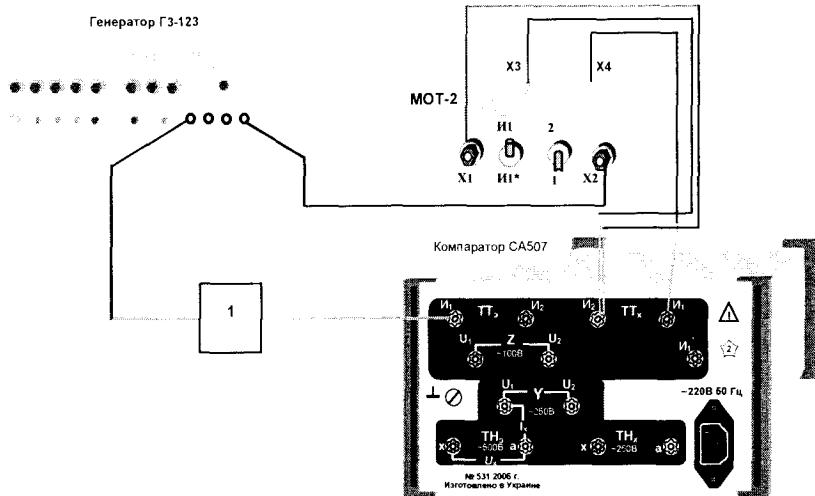
$$\delta_{kt} = \frac{K_{tracch} - 4,4776}{4,4776} \cdot 100 \quad (9)$$

Результаты измерений и расчетов занести в таблицу А.4 протокола поверки. Мера отношения токов МОТ-2 пригодна для использования в операциях поверки, если значения относительных погрешностей коэффициента масштабного преобразования токов δ_{kt} , рассчитанные в 8.7.7, 8.7.13, 8.7.19, не превышают 0,1%.

8.7.20 Собрать схему измерения, приведенную на рисунке 8.8.

8.7.21 Включить компаратор. Выключить режим синхронизации от сети. Выбрать трансформатор тока с номинальной силой тока 1 А " $I_{2H}=1$ А".

8.7.22 Установить на МОТ-2 переключатель "П1" в положение "И1", переключатель "П2" в положение "1".



1 – амперметр Д553

Рисунок 8.8

8.7.23 Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного ТТ.

8.7.24 Включить генератор. Установить значение силы тока генератора $I = (1 \pm 0,1)$ А, контролируя его по показаниям амперметра. Установить частоту $F = (50 \pm 0,1)$ Гц, которую контролировать по показаниям частотометра.

8.7.25 Измерить относительную разность вторичных токов f_{DI} и разность фаз двух ТТ δ_{DI} . Результаты измерения занести в таблицу А.5 протокола поверки.

8.7.26 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDI} = |f_{DI} - 10| + |\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}| \cdot 0,1, \quad (10)$$

где f_{DI} – показания компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах;

γ_{DUMAX} , γ_{DUMIN} – максимальное и минимальное значения γ_{DU} , соответственно, из данных таблицы 8.1, в процентах.

8.7.27 Абсолютная погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах, составляет

$$\Delta_{\delta DI} = \delta_{DI}, \quad (11)$$

где δ_{DI} – показания компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах.

Результаты расчетов занести в таблицу А.5 протокола поверки.

8.7.28 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 8.9, на магазине сопротивлений Р4834 установить 10 Ом.

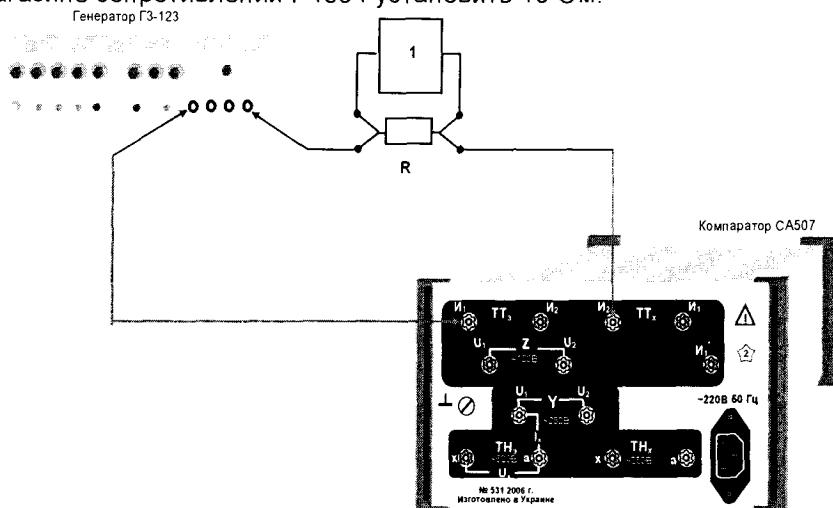


Рисунок 8.9

8.7.29 Включить компаратор. Выбрать трансформатор тока с " $I_{2H}=1\text{ A}$ ".

8.7.30 Войдя в меню "Проверка", выключить синхронизацию от сети.

8.7.31 Установить значение силы тока генератора равным $(10\pm 1)\text{ mA}$, что соответствует показанию вольтметра $U = (0,1\pm 0,01)\text{ V}$.

8.7.32 Провести измерение относительной разности вторичных токов двух ТТ f_{D1} . Результат измерений зафиксировать, как $f_{D1\text{нач1}}$.

8.7.33 Установить значение силы тока генератора равным $(50\pm 5)\text{ mA}$, что соответствует показанию вольтметра $U = (0,5\pm 0,05)\text{ V}$.

8.7.34 Провести измерение относительной разности вторичных токов двух ТТ f_{D1} . Результат измерений зафиксировать, как $f_{D1\text{нач2}}$.

8.7.35 Собрать схему измерений, приведенную на рисунке 8.10.

8.7.36 Установить значение силы тока $I = (1\pm 0,2)\text{ A}$, контролируя его по показаниям амперметра.

8.7.37 Провести измерение относительной разности вторичных токов двух ТТ f_{D1} . Результат измерений зафиксировать, как $f_{D1\text{нач3}}$.

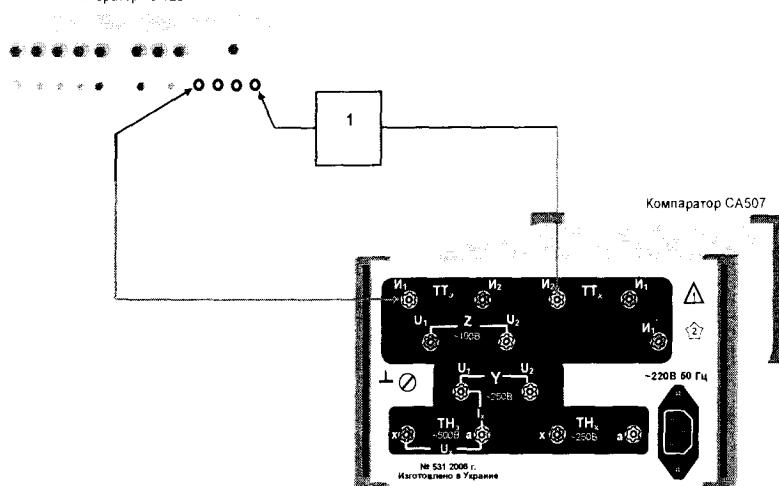
8.7.38 Абсолютная погрешность измерения относительной разности вторичных токов для измерений, выполненных в п.п. 8.7.32,

8.7.34 и 8.7.37, равна показанию компаратора при измерении относительной разности вторичных токов

$$\Delta_{fDI\text{ нач}} = f_{DI\text{ нач}} \quad (12)$$

Результаты измерений и расчетов занести в таблицу А.6 протокола поверки.

Генератор ГЗ-123



1 – амперметр Д553

Рисунок 8.10

Результат операции поверки считать положительным, если полученные в 8.7.26, 8.7.2.7 значения погрешностей Δ_{fDI} и $\Delta_{\delta DI}$ не превышают пределы погрешностей $\pm 0,05\%$ и $\pm 0,5$ минут, соответственно; значение $\Delta_{fDI\text{ нач}1}$ не превышает $\pm 0,015\%$, значение $\Delta_{fDI\text{ нач}2}$ не превышает $\pm 0,003\%$, а значение $\Delta_{fDI\text{ нач}3}$ не превышает $\pm 0,0002\%$.

8.8 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ с равными номинальными токами

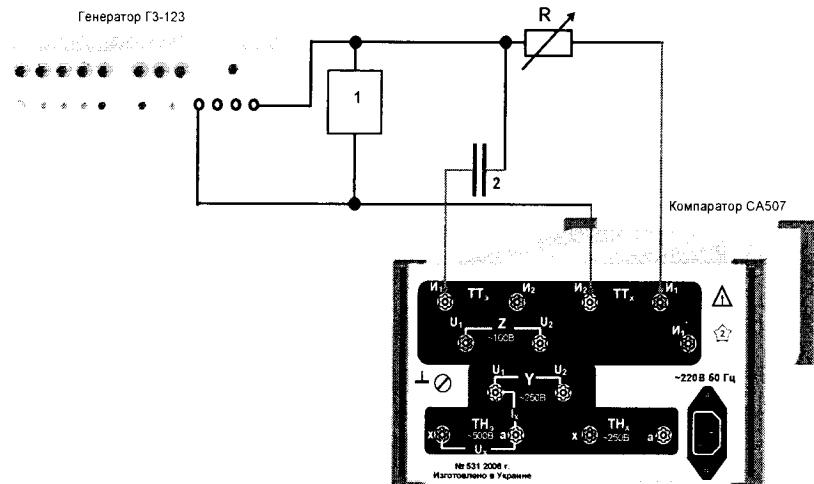
8.8.1 В операции поверки использовать меру емкости МЕ-1 АМАК.411644.003. Перед проведением операции поверки измерить емкость МЕ-1 мостом ЦЕ5002.

8.8.2 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.11.

8.8.3 Включить компаратор. Выбрать в меню трансформатор тока с номинальным вторичным током " $I_{2H} = 1 A$ ".

8.8.4 Войдя в меню "Поверка", выключить синхронизацию от сети.

8.8.5 Ввести число накапливаемых измерений, равное 5.



- 1 – вольтметр В3-60;
 2 – мера емкости МЕ-1 АМАК.411644.003;
 R – магазин сопротивлений Р4834

Рисунок 8.11

8.8.6 Установить на выходе генератора напряжение $U_B = (50 \pm 5)$ В. Значение напряжения контролировать вольтметром, частоту – частотомером, подключенным в соответствии с 8.5.7.

8.8.7 Рассчитать требуемое значение сопротивления магазина, в омах, по формуле:

$$R = \frac{1}{2\pi FC \cdot |\operatorname{tg}\delta_{D1\text{расч}}|}, \quad (13)$$

где С – показания моста ЦЕ5002 при измерении емкости меры емкости МЕ -1, в фарадах;

F – показание частотомера при измерении частоты, в герцах;

$\operatorname{tg}\delta_{D1\text{расч}}$ – значение тангенса разности фаз вторичных токов, взятое из таблицы 8.4 (например, для первого измерения $\delta_{D1\text{расч}} = -1$ минута, $\operatorname{tg}\delta_{D1\text{расч}} = -0,000291$).

8.8.8 Установить на магазине сопротивлений значение сопротивления R , равное значению, рассчитанному в 8.8.7.

8.8.9 Провести измерение относительной разности сил вторичных токов двух ТТ f_{D1} и разности фаз вторичных токов двух ТТ δ_{D1} .

8.8.10 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, в процентах, по формуле

$$\Delta_{f_{D1}} = |f_{D1} - f_{D1\text{расч}}| + (\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}) \cdot f_{D1\text{расч}} \cdot 0,01, \quad (14)$$

где f_{DI} – показания компаратора при измерении относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, в процентах;

$\delta_{DI\text{расч}}$ – расчетное значение относительной разности сил вторичных токов двух ТТ, приведенное в таблице 8.4, в процентах;

γ_{DUMAX} , γ_{DUMIN} – максимальное и минимальное значения γ_{DU} , соответственно, из данных таблицы 8.1, в процентах.

8.8.11 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах, по формуле

$$\Delta_{\delta DI} = \delta_{DI} - \delta_{DI\text{расч}} \quad (15)$$

где δ_{DI} – показания компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах;

$\delta_{DI\text{расч}}$ – расчетное значение относительной разности фаз вторичных токов двух ТТ, приведенное в таблице 8.4, в минутах.

8.8.12 Показания компаратора и результаты расчетов занести в таблицу А.7 протокола поверки.

Таблица 8.4

№ измерения	$U_B, В$	Относительная разность вторичных токов f_{DI}		Разность фаз вторичных токов δ_{DI}			
		Расчетное значение $f_{DI\text{расч}}$, %	Измеренное значение f_{DI} , %	Абсолютная погрешность Δ_{fDI} , %	Расчетное значение $\delta_{DI\text{расч}}$, мин	$tg\delta_{DI\text{расч}}$	Измеренное значение δ_{DI} , мин
1	50	0,0000		$\pm 0,002$	-1,0	0,000291	
2	50	0,0007		$\pm 0,003$	-10,0	0,00291	
3	50	0,0121		$\pm 0,007$	-50,0	0,01455	
4	50	0,1756		$\pm 0,023$	-200	0,0582	
5	50	0,3912		$\pm 0,034$	-300	0,0875	
6	2	0,0000		$\pm 0,005$	-1,0	0,000291	
7	2	0,0121		$\pm 0,01$	-50,0	0,01454	
8	2	0,3912		$\pm 0,037$	-300	0,0875	

8.8.13 Повторить операции по 8.8.7-8.8.11 для всех значений $\delta_{DI\text{расч}}$, приведенных в таблице 8.4, устанавливая напряжение в соответствии с данными этой таблицы и номинальное сопротивление магазина Р4834 в соответствии с результатами расчета, выполненного по формуле (13) для соответствующего измерения. Погрешность установки напряжения не должна превышать $\pm 10\%$.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения погрешностей Δ_{fDI} и $\Delta_{\delta DI}$ не превышают пределы

допускаемых погрешностей, приведенных в таблице 8.4.

8.9 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении относительной разности и разности фаз вторичных токов двух ТТ при отношении их вторичных токов, как 5:1

8.9.1 Определение основной относительной погрешности коэффициента масштабного преобразования тока меры отношений токов МОТ-4.

8.9.2 Схема электрическая принципиальная МОТ-4 представлена на рисунке 8.12.

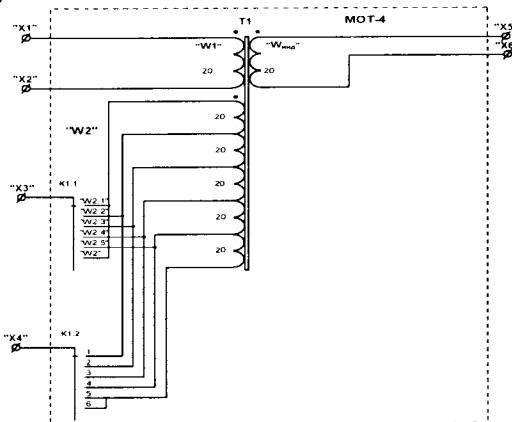
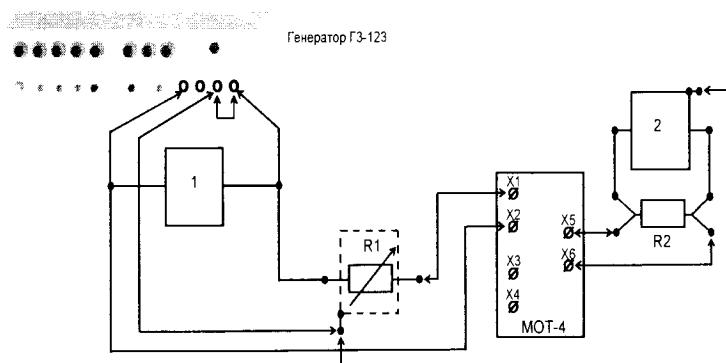


Рисунок 8.12

8.9.3 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.13.



1 – вольтметр В3-60;

2 – нуль-индикатор Ф5046/1;

R1 – магазин сопротивлений Р4834;

R2 – мера сопротивлений Р321, номинальное значение сопротивления 10 Ом

Рисунок 8.13

8.9.4 На передней панели МОТ-4 переключатель "W2" установить в положение "W2.1".

8.9.5 Установить сопротивление магазина $R1$ равным 1 МОм.

8.9.6 Включить генератор, установить частоту напряжения на выходе генератора 50 Гц. Погрешность установки частоты должна быть $\pm 0,1$ Гц. Частоту контролировать по показаниям частотомера, подключенного согласно указаниям 8.5.7.

8.9.7 Установить напряжение на выходе генератора равным 1,3 В. Погрешность установки напряжения должна быть не более $\pm 1\%$.

8.9.8 Установить диапазон чувствительности нуль-индикатора "MAX".

8.9.9 Показания отклонения стрелки нуль-индикатора, в делениях шкалы, занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.5, в первую строку.

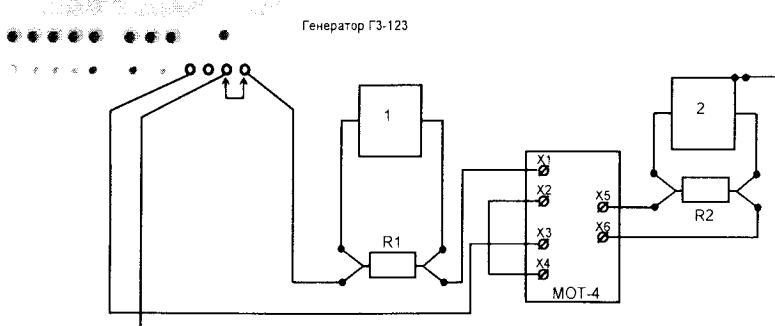
Таблица 8.5

№ п/п	Показания нуль-индикатора, деления шкалы
1	
2	

8.9.10 Установить напряжение на выходе генератора равным 3,3 В. Погрешность установки напряжения не должна превышать $\pm 1\%$.

8.9.11 Показания отклонения стрелки нуль-индикатора, в делениях шкалы, занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.5, в строку №2.

8.9.12 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.14.



1 – вольтметр;

2 – нуль-индикатор;

R1 – мера сопротивлений Р321, номинальное значение сопротивления 1 Ом;

R2 – мера сопротивлений Р321, номинальное значение сопротивления 10 Ом

Рисунок 8.14

8.9.13 На передней панели МОТ-4 переключатель "W2" установить в положение "W2.1".

8.9.14 Установить частоту напряжения на выходе генератора 50 Гц. Погрешность установки частоты должна быть $\pm 0,1$ Гц. Частоту контролировать по показаниям частотометра.

8.9.15 Регулируя напряжение на выходе генератора, установить напряжение, измеряемое вольтметром на мере сопротивлений $R1$ равным 1 В. Погрешность установки напряжения $\pm 1\%$.

8.9.16 Установить диапазон чувствительности нуль-индикатора "MAX".

8.9.17 Показания отклонения стрелки нуль-индикатора, в делениях шкалы, занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.6, в первую строку.

Таблица 8.6

№ п/п	Показания нуль-индикатора, деления шкалы
1	
2	
3	
4	
5	

8.9.18 Пункты 8.9.13-8.9.17 повторить для положений "W2.2", "W2.3", "W2.4", "W2.5" переключателя "W2", результаты измерений, в делениях шкалы нуль-индикатора, занести в строки 2-5, соответственно, таблицы по форме, представленной в таблице 8.6.

Мера отношения токов МОТ-4 пригодна для использования при поверке, если полученные значения отклонения стрелки нуль-индикатора, приведенные в таблице 8.6, не превышают значений, приведенных в первой строке таблицы 8.5.

8.9.19 Собрать схему, представленную на рисунке 8.15.

8.9.20 На передней панели МОТ-4 переключатель "W2" установить в положение "W2". Установить на МОТ-2 переключатель "П1" в положение "И1", переключатель "П2" в положение "1".

8.9.21 Провода, соединяющее "Х3" МОТ-2 с "И2" ТТЭ и "Х4" МОТ-2 с "И2" ТTx, не подключать.

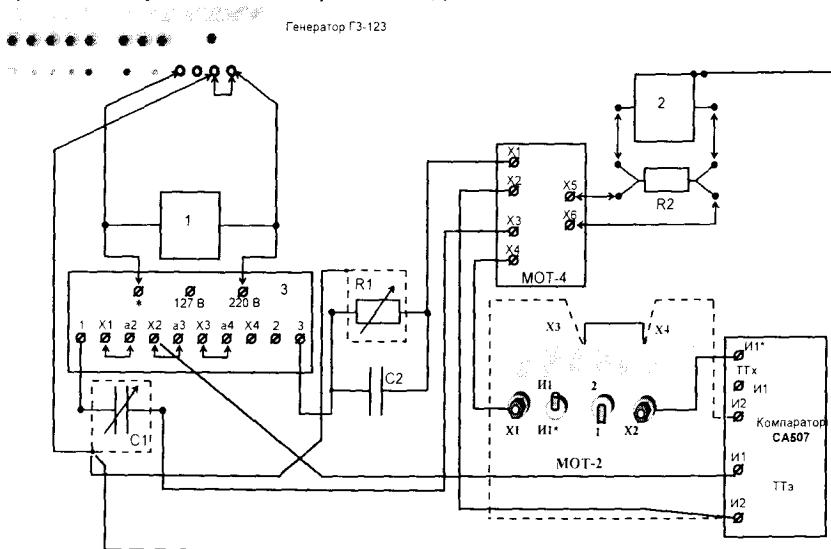
8.9.22 На магазине сопротивление $R1$ установить значение сопротивления 1 МОм.

8.9.23 На магазине емкости $C1$ установить значение емкости 50 мкФ.

8.9.24 Включить компаратор СА507 и установить режим калибровки (поверки) ТТ с отношением их вторичных токов 5 к 1.

8.9.25 Установить частоту напряжения на выходе генератора 50 Гц. Погрешность установки частоты должна быть $\pm 0,1$ Гц. Частоту контролировать по показаниям частотомера.

8.9.26 На выходе генератора установить значение напряжения 205 В, напряжение контролировать по показаниям вольтметра. Погрешность установки напряжения должна быть $\pm 5\%$.



- 1 – вольтметр В3-60;
- 2 – нуль индикатор Ф5046/1;
- 3 – трансформатор питающий И57;
- R1 – магазин сопротивлений Р4834;
- R2 – мера сопротивлений Р321, номинальное значение сопротивления 10 Ом;
- C1 – магазин емкости Р5025;
- C2 – конденсатор КНМ 3117 МК с номинальным значением емкости 50 мкФ

Рисунок 8.15

8.9.27 Поочередно меняя значения емкости магазина С1 и сопротивления магазина R1, добиться минимального отклонения стрелки нуль-индикатора на диапазоне чувствительности "MAX". Показания нуль-индикатора, в делениях шкалы, не должны превышать значения, приведенного во второй строке таблицы 8.5.

8.9.28 Выключить режим синхронизации от сети и провести измерения относительной разности вторичных токов двух ТТ при помощи компаратора. Результаты измерений относительной разности вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух ТТ для первого измерения занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.7.

8.9.29 Для первого измерения таблицы 8.7 абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ Δ_{fDI} принять равной измеренному значению относительной разности вторичных токов f_{DI} , а абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ принять равной измеренному значению разности фаз вторичных токов двух ТТ.

Таблица 8.7

№ п/п	Относительная разность вторичных токов f_{DI}			Разность фаз вторичных токов δ_{DI}		
	f_{DI} , %	Δ_{fDI} , %	$\Delta_{fDI\text{доп.}}$, %	δ_{DI} , МИН	$\Delta_{\delta DI}$, МИН	$\Delta_{\delta DI\text{доп.}}$, МИН
1			$\pm 2 \cdot 10^{-3}$			$\pm 0,1$
2			$\pm 1,2 \cdot 10^{-3}$			$\pm 0,19$

8.9.30 Регулятор напряжения на выходе генератора установить на нулевую отметку.

8.9.31 Подключить провода, изображенные пунктиром, соединяющие "Х3" МОТ-2 с "И2" ТТэ и "Х4" МОТ-2 с "И2" ТТх. Убрать провод, соединяющий клеммы "Х3" и "Х4" МОТ-2.

8.9.32 На выходе генератора установить значение напряжения 205 В, напряжение контролировать по показаниям вольтметра. Погрешность установки напряжения $\pm 5\%$.

8.9.33 Поочередно меняя значения емкости магазина С1 и сопротивления магазина R1, добиться минимального отклонения стрелки нульиндикатора на диапазоне чувствительности "MAX". Показания нульиндикатора, в делениях шкалы, должны быть не более значений, приведенных во второй строке таблицы 8.5.

8.9.34 Провести измерения относительной разности вторичных токов двух ТТ при помощи компаратора. Результаты измерений относительной разности и разности фаз вторичных токов двух ТТ занести в таблицу для второго измерения по форме, представленной в таблице 8.7.

8.9.35 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ Δ_{fDI} , в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDI} = |2 + 0,8 \cdot f_{DI}| + |\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}| \cdot 0,02, \quad (16)$$

где f_{DI} — показания компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах;

γ_{DUMAX} , γ_{DUMIN} — максимальное и минимальное значения γ_{DU} , соответственно, из данных таблицы 8.1, в процентах.

Результат расчета занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.7, в соответствующую ячейку для второго измерения.

8.9.36 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ $\Delta\delta_{DI}$, в минутах, по формуле

$$\Delta\delta_{DI} = \delta_{DI}, \quad (17)$$

где δ_{DI} – показания компаратора, при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах.

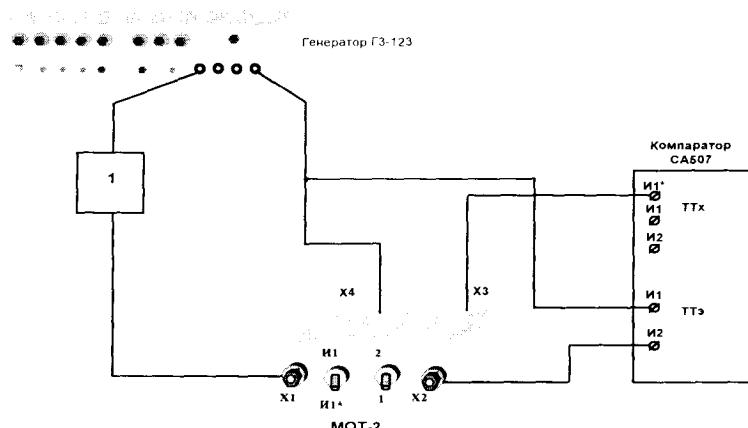
Результат расчета занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.7, в строку для второго измерения в соответствующую ячейку.

Результат операции поверки считать положительным, если:

- выполняется условие, описанное в 8.9.27;
- абсолютные погрешности компаратора при измерении относительной разности вторичных токов и разности фаз вторичных токов двух ТТ не превышают пределов допускаемых погрешностей, приведенных в таблице 8.7.

8.10 Проверка функционирования компаратора в режиме измерения относительной разности вторичных токов двух ТТ при отношении их вторичных токов, как 5:1

8.10.1 Собрать схему, представленную на рисунке 8.16.



1 – амперметр
Рисунок 8.16

8.10.2 Включить компаратор. Выключить режим синхронизации от сети. Установить режим калибровки (проверки) ТТ с отношением их вторичных токов 5 к 1.

8.10.3 Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного ТТ. Установить на МОТ-2 переключатель "П1" в положение "И1*", переключатель "П2" в положение "1".

8.10.4 Включить генератор. Установить значение силы тока генератора $I = (1 \pm 0,1)$ А, контролируя его по показаниям амперметра. Установить частоту $F = (50 \pm 0,1)$ Гц, которую контролировать по показаниям частотометра.

8.10.5 Измерить относительную разность вторичных токов f_{DI} и разность фаз вторичных токов δ_{DI} двух ТТ.

8.10.6 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDI} = f_{DI}, \quad (18)$$

где f_{DI} – показания компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах.

8.10.7 Абсолютная погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах, составляет

$$\Delta_{\delta DI} = \delta_{DI}, \quad (19)$$

где δ_{DI} – показания компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ, в минутах.

8.10.8 Установить переключатель "П2" на передней панели МОТ-2 в положение "2".

8.10.9 Повторить измерения по 8.10.4 и 8.10.5.

8.10.10 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDI} = f_{DI} - 15,02, \quad (20)$$

где f_{DI} – показания компаратора при измерении относительной разности вторичных токов двух ТТ, в процентах.

8.10.11 Абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных токов двух ТТ рассчитать по (19).

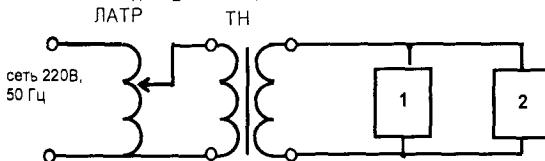
8.10.12 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу А.8 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения погрешностей Δ_{fDI} и $\Delta_{\delta DI}$ не превышают значений $\pm 0,15\%$ и $\pm 1,5$ минуты, соответственно.

8.11 Определение основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной проводимостей нагрузки во вторичной цепи ТН при их калибровке и поверке (с использованием моста СА7100РД)

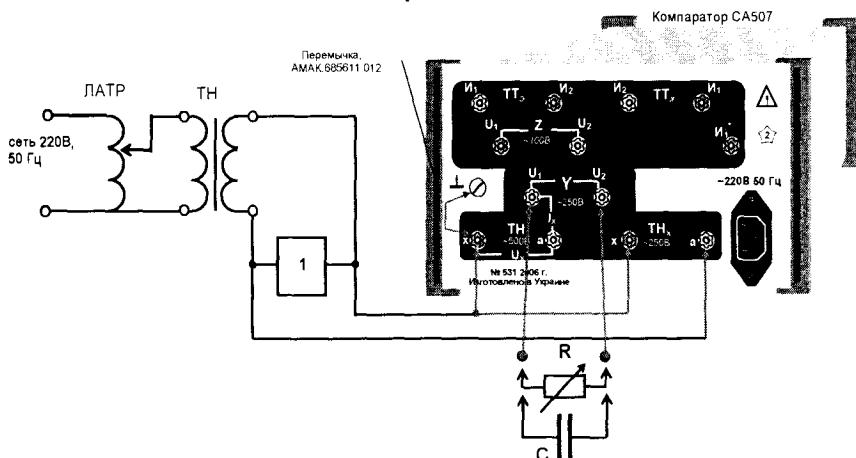
8.11.1 Собрать схему измерения для измерения частоты сети, как показано на рисунке 8.17. Перед сборкой схемы установить рукоятку регулировочного устройства ЛАТРа в положение, соответствующее минимальному напряжению. Подключить схему к сети 220 В 50 Гц. Установить напряжение на выходе трансформатора $U_{tp}=(5\pm 0,5)$ В, контролируя его значение по показаниям вольтметра. Измерить частоту сети F , результат измерения зафиксировать.

8.11.2 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.18. Нагрузку к клеммам U_1 , U_2 не подключать.



1 – вольтметр В3-60;
2 – частотомер ЧЗ-36/1;
TH – трансформатор напряжения

Рисунок 8.17



1 – вольтметр В3-60;
R – магазин сопротивлений Р4834;
С – конденсатор КНМ 3117 МК с номинальным значением емкости 50 мкФ или 100 мкФ;
TH – трансформатор напряжения

Рисунок 8.18

8.11.3 Включить компаратор. Выбрать в меню строку "Проверка" и убедиться в том, что синхронизация от сети включена, выбрав в открывшемся меню строку "Синхр. от сети вкл".

8.11.4 . Выбрать в меню строку "Выбор трансф.", а затем в открывшемся меню – строку "Трансф. напряжения". Из появившегося меню выбрать " $U_{2H}=100$ В".

8.11.5 Установить напряжение на выходе трансформатора $U_{tp}=(240\pm 5)$ В. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.11.6 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузки. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерений результаты измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для первого измерения таблицы по форме, представленной в таблице 8.8 (При проведении измерений 1-4 ко входам U_1 Y и U_2 Y ни магазин сопротивлений ни конденсатор не подключать).

8.11.7 Повторить 8.11.3-8.11.6 для измерений 2-4 таблицы 8.8, устанавливая значения U_{tp} в соответствии с данными таблицы 8.8.

8.11.8 Подключить магазин сопротивлений в качестве резистора R. На магазине сопротивлений установить сопротивление $R=4$ кОм.

8.11.9 Установить напряжение на выходе трансформатора $U_{tp}=(50\pm 5)$ В. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.11.10 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузки. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерений результаты измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для 5-го измерения таблицы по форме, представленной в таблице 8.8.

8.11.11 Измерить емкость конденсатора KNM 3117 МК номинальной емкостью 50 мкФ с помощью моста переменного тока высоковольтного СА7100РД ($C_{изм}$). В качестве внешнего эталонного конденсатора при измерениях использовать меры электрической емкости Р597 1 нФ и 5 нФ. При измерении использовать расширитель диапазонов, входящий в состав моста. Подключить конденсатор KNM 3117 МК номинальной емкостью 50 мкФ к клеммам " U_1 , $U_2(Y)$ " компаратора.

8.11.12 Установить на выходе трансформатора напряжение $U_{tp}=(240\pm 5)$ В, контролируя его значение по показаниям вольтметра.

8.11.13 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузок. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерений результаты измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для 6-го измерения таблицы по форме, представленной в таблице 8.8.

8.11.14 Измерить емкость конденсатора KNM 3117 MK с номинальным значением емкости 100 мкФ ($C_{изм}$) в соответствии с 8.11.11. Подключить конденсатор KNM 3117 MK номинальной емкостью 100 мкФ к клеммам "U₁, U₂(Y)" компаратора.

8.11.15 Установить на выходе трансформатора напряжение $U_{tp}=(160\pm 3)$ В, контролируя его значение по показаниям вольтметра.

8.11.16 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузок. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для 7-го измерения таблицы по форме, представленной в таблице 8.8.

8.11.17 Для 5-ого измерения рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении активной проводимости нагрузки, в сименсах, по формуле

$$\Delta_G = |G - G_{ном}| + |\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}| \cdot G_{ном} \cdot 0,01, \quad (21)$$

где G – показания компаратора при измерении активной проводимости, в сименсах;

$G_{ном}$ – номинальное значение проводимости, пересчитанной из сопротивления, установленного на магазине сопротивлений Р4834, в сименсах.

8.11.18 Для измерений 6 и 7 рассчитать значение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивной проводимости нагрузки, в сименсах, по формуле

$$\Delta_B = |B - C_{б\phi\phi} \cdot 2\pi \cdot F| + |\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}| \cdot C_{б\phi\phi} \cdot 2\pi \cdot F \cdot 0,01, \quad (22)$$

где B – показания компаратора при измерении реактивной проводимости, в сименсах;

F – показания частотомера при измерении частоты сети, в герцах;

$C_{изм}$ – показания моста СА7100РД при измерении емкости, в фарадах, (для измерений с 3-го по 7-е $C_{изм} = 0$).

Таблица 8.8

№ измерения	Напряжение $U_{\text{тр.}}, \text{В}$	Магазин P4834, $R_{\text{ном}},$ кОм	Ном. знач. активной проводим. $G_{\text{ном}} = 1/R_{\text{ном}}$, мСм	Показа- ние моста при изме- рении ем- кости ме- тры МЕ-1 $C_{\text{изм}},$ мкФ	Активная проводимость G		Реактивная проводимость B	
					Показание компаратора при измерении $G, \text{См}$	Абсолютная погрешность $\Delta G_{\text{доп}}, \text{См}$	Показание компаратора при измерении $B, \text{См}$	Абсолютная погрешность $\Delta B_{\text{доп}}, \text{См}$
1	240	Магазин отключен	0	0		$\pm 10^{-7}$		$\pm 10^{-7}$
2	50	Магазин отключен	0	0		$\pm 10^{-7}$		$\pm 10^{-7}$
3	30	Магазин отключен	0	0		$\pm 2 \cdot 10^{-7}$		$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
4	6	Магазин отключен	0	0		$\pm 10^{-6}$		$\pm 10^{-6}$
5	50	4	0,25	0		$\pm 1,35 \cdot 10^{-6}$		$\pm 1,35 \cdot 10^{-6}$
6	240	Магазин отключен	0	(50 мкФ) Результат измерения		$\pm 7,85 \cdot 10^{-5}$		$\pm 7,85 \cdot 10^{-5}$
7	160	Магазин отключен	0	(100 мкФ) Результат измерения		$\pm 1,57 \cdot 10^{-4}$		$\pm 1,57 \cdot 10^{-4}$

8.11.19 Для измерений 1-4, 6, 7 рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении активной проводимости в сименсах, по формуле

$$\Delta_G = G , \quad (23)$$

где G – показания компаратора при измерении активной проводимости, в сименсах;

8.11.20 Для измерений 1-5 рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивной проводимости в сименсах, по формуле

$$\Delta_B = B , \quad (24)$$

Результаты расчетов занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.8.

Результат операции поверки считать положительным, если значения полученных абсолютных погрешностей при измерении активной и реактивной проводимостей нагрузки не превышают пре-

делов допускаемых погрешностей $\Delta_{G\text{доп}}$ и $\Delta_{B\text{доп}}$, приведенных в таблице 8.8.

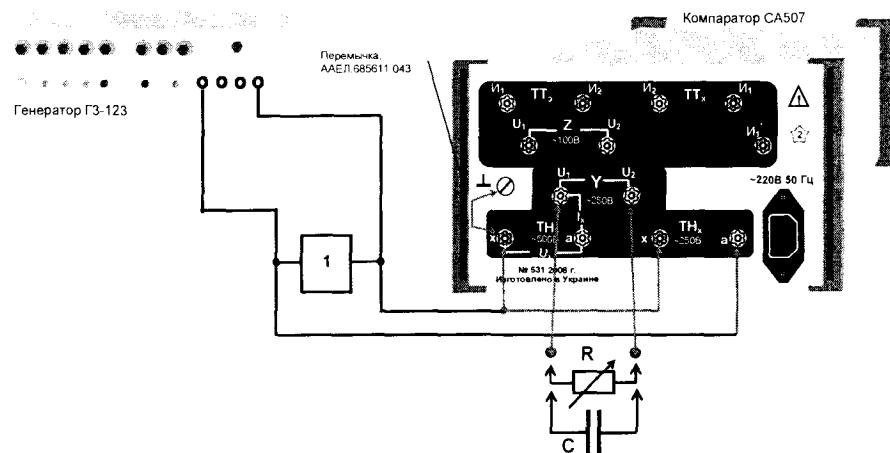
8.12 Определение основной абсолютной погрешности при измерении активной и реактивной проводимостей во вторичной цепи ТН при их калибровке и поверке с использованием моста переменного тока ЦЕ5002

8.12.1 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.19. При проведении 1-4 измерений нагрузку (магазин сопротивлений Р4834 и меру емкости МЕ-1) к клеммам "U₁, U_{2(Y)}" не подключать, как показано в таблице 8.9.

8.12.2 Включить компаратор. Выбрать в меню строку "Проверка" и убедиться в том, что синхронизация от сети выключена, выбрав в открывшемся меню строку "Синхр. от сети выкл".

8.12.3 Выбрать в меню строку "Выбор трансф.", а затем в открывшемся меню – строку "Трансф. напряжения". Из появившегося меню выбрать "U_{2H}=100 В".

8.12.4 Установить напряжение на выходе генератора $U_{\text{ген}}=(240 \pm 5)$ В. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра.



1 – вольтметр В3-60;
 R – магазин сопротивлений Р4834;
 C – мера емкости МЕ-1 АМАК.411644.003

Рисунок 8.19

8.12.5 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузки. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерений результаты измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для первого измерения таблицы А.9 протокола поверки.

8.12.6 Повторить 8.12.1 – 8.12.5 для измерений 2-4 таблицы 8.9, устанавливая значения $U_{\text{теп}}$ в соответствии с данными таблицы 8.9.

8.12.7 Подключить магазин сопротивлений Р4834 в качестве резистора R. На магазине сопротивлений установить сопротивление $R=4$ кОм.

8.12.8 Установить напряжение на выходе генератора $U_{\text{теп}}=(50\pm 5)$ В. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра.

8.12.9 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузки. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерений результаты измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для 5-го измерения таблицы А.9 протокола поверки.

8.12.10 Измерить емкость меры емкости МЕ-1 АМАК.411644.003 с помощью моста переменного тока ЦЕ5002 ($C_{\text{изм}}$). Результат измерения занести в соответствующие ячейки строк для 6-8 измерений таблицы А.9 протокола поверки.

8.12.11 Подключить меру емкости МЕ-1 АМАК.411644.003 к компаратору согласно рисунку 8.18.

8.12.12 Установить на выходе генератора напряжение $U_{\text{теп}}=(50\pm 5)$ В, контролируя его значение по показаниям вольтметра.

8.12.13 Измерить значения активной и реактивной проводимостей нагрузок. С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерений результаты измерения активной проводимости G и реактивной проводимости B и занести их в строку для 6-го измерения таблицы А.9 протокола поверки.

8.12.14 Повторить 8.12.12 8.12.13 для значений напряжений, приведенных в строках 7, 8 таблицы 8.9. Результаты измерения занести в строки для 7-8 измерения таблицы А.9 протокола поверки

8.12.15 Для измерений 1-4, 6-8 рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении активной проводимости в сименсах, по формуле

$$\Delta_G = G , \quad (25)$$

где G – показания компаратора при измерении активной проводимости, в сименсах.

8.12.16 Для измерений 1-5 рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивной проводимости в сименсах, по формуле

$$\Delta_B = B . \quad (26)$$

Результаты расчетов занести в таблицу А.9 протокола поверки.

8.12.17 Для 5-ого измерения рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении активной проводимости нагрузки, в сименсах, по формуле

$$\Delta_G = |G - G_{\text{ном}}| + |\gamma_{\text{DUMAX}} - \gamma_{\text{DUMIN}}| \cdot G_{\text{ном}} \cdot 0,01, \quad (27)$$

где G – показания компаратора при измерении активной проводимости, в сименсах;

$G_{\text{ном}}$ – номинальное значение проводимости, пересчитанной из сопротивления, установленного на магазине сопротивлений Р4834, в сименсах.

Таблица 8.9

№ измерения	Напряж. на выходе генератора $U_{\text{ген}}$, В	Номин. значение магазина Р4834 $R_{\text{ном}}$, кОм	Расчетное значение активной провод. $G_{\text{ном}} = \frac{1}{R_{\text{ном}}} \cdot \text{мСм}$	Измеренное значение емкости меры емкости МЕ-1С _{изм} , мКФ	Активная проводимость G			Реактивная проводимость B		
					Показание компаратора при измерении G, См	Действ. знач. ΔG , См	Пределы доп. погрешн. $\Delta_{\text{доп}}$, См	Показание компаратора при измерении B, См	Действ. знач. ΔB , См	Пределы доп. погрешн. $\Delta_{\text{доп}}$, См
1	240	Магазин отключен	0	0			$\pm 10^{-7}$			$\pm 10^{-7}$
2	50	Магазин отключен	0	0			$\pm 10^{-7}$			$\pm 10^{-7}$
3	30	Магазин отключен	0	0			$\pm 2 \cdot 10^{-7}$			$\pm 2 \cdot 10^{-7}$
4	6	Магазин отключен	0	0			$\pm 10^{-6}$			$\pm 10^{-6}$
5	50	4	0,25	0			$\pm 1,35 \cdot 10^{-6}$			$\pm 1,35 \cdot 10^{-6}$
6	50	Магазин отключен	0	Результат измерения			$\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$			$\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$
7	30	Магазин отключен	0	Результат измерения			$\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$			$\pm 2,5 \cdot 10^{-5}$
8	6	Магазин отключен	0	Результат измерения			$\pm 2,6 \cdot 10^{-5}$			$\pm 2,6 \cdot 10^{-5}$

8.12.18 Для измерений 6 - 8 рассчитать значение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивной проводимости нагрузки, в сименсах, по формуле

$$\Delta_B = |B - C_{\text{ccб}} \cdot 2\pi \cdot F| + |\gamma_{\text{DUMAX}} - \gamma_{\text{DUMIN}}| \cdot C_{\text{ccб}} \cdot 2\pi \cdot F \cdot 0,01, \quad (28)$$

где B – показания компаратора при измерении реактивной проводимости, в сименсах;

F – показания частотомера при измерении частоты генератора, в герцах;

$C_{\text{изм}}$ – показания моста ЦЕ5002 при измерении емкости, в фардах, (для измерений с 1-го по 5-е $C_{\text{изм}} = 0$).

Результаты расчетов занести в таблицу А.9 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если значения полученных абсолютных погрешностей при измерении активной и реактивной проводимостей нагрузки не превышают пределов допускаемых погрешностей $\Delta_{G\text{доп}}$ и $\Delta_{B\text{доп}}$, приведенных в таблице 8.9.

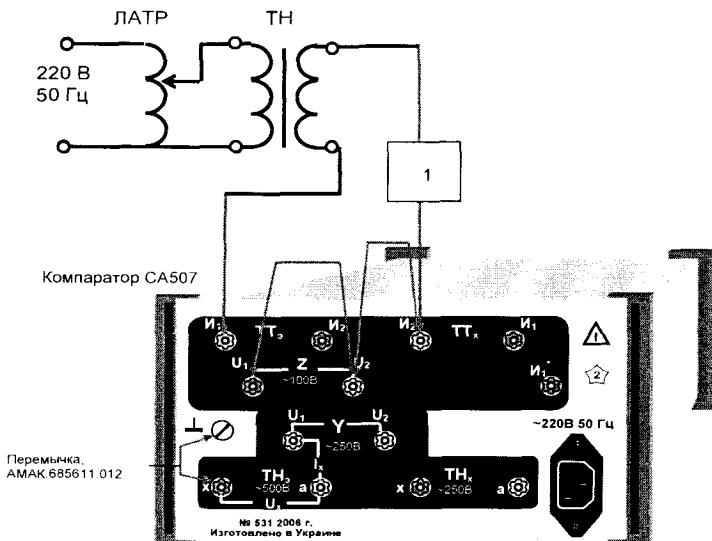
8.13 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении активного и реактивного сопротивлений во вторичной цепи ТТ при их калибровке и поверке при использовании моста СА7100РД

8.13.1 Измерить частоту сети F , выполнив действия согласно 8.11.1.

8.13.2 Собрать схему, показанную на рисунке 8.20. Закоротить зажимы "U₁, Z", "U₂, Z" и "I₂, TT_X".

8.13.3 Включить компаратор. Выбрать в меню строку "Поверка" и убедиться в том, что синхронизация от сети включена, выбрав в открывшемся меню строку "Синхр. от сети вкл".

8.13.4 В меню "Выбор трансф." выбрать строку "Трансф. тока", из появившегося меню выбрать " $I_{2H} = 1 A$ ".



TH – трансформатор напряжения;

1 – амперметр Д553

Рисунок 8.20

8.13.5 Установить число накапливаемых измерений равным 5.

8.13.6 Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного ТТ.

8.13.7 Установить значение силы тока $I_{2\Theta} = (7 \pm 0,1)$ А, контролируя его значение по показаниям компаратора.

8.13.8 Измерить значения активного сопротивления R и реактивного сопротивления X нагрузки.

8.13.9 С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов результаты измерения R , X и занести их в строку для 1-го измерения таблицы по форме, представленной в таблице 8.10.

Таблица 8.10

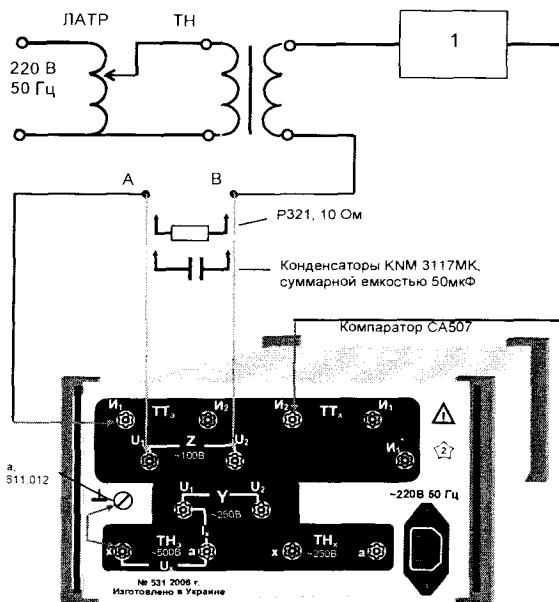
№ измерения	$I_{2\Theta}$, А	Подключаемые нагрузки	Активное сопротивление			Реактивное сопротивление		
			Расчетное значение $R_{ном}$, Ом	Показание R , Ом	Абсолютная погрешность	Расчетное значение $X_{ном}$, Ом	Показание X , Ом	Абсолютная погрешность
					Действительное значение ΔR , Ом			Действительное значение ΔX , Ом
1	7	Отсутствует	0		$\pm 0,0003$	0		$\pm 0,0003$
2	0,01	Отсутствует	0		$\pm 0,0003$	0		$\pm 0,0003$
3	0,01	Мера сопротивления Р321, 10 Ом	10		$\pm 0,05$	0		$\pm 0,05$
4	0,6	Конденсатор KNM 3117 МК, 200 мкФ	0		$\pm 0,0796$			$\pm 0,0796$
5	6	Конденсатор KNM 3117 МК, 200 мкФ	0		$\pm 0,0796$			$\pm 0,0796$

8.13.10 Повторить 8.13.7-8.13.9, установив силу тока $I_{2\Theta} = (0,01 \pm 0,001)$ А. Результаты измерений занести во вторую строку таблицы 8.10.

8.13.11 Подключить в качестве нагрузки меру сопротивления Р321, с номинальным значением сопротивления 10 Ом в соответствии с рисунком 8.21 и данными таблицы 8.10. Провести измерения сопротивления нагрузки, результаты измерений занести в третью строку таблицы 8.10.

8.13.12 Измерить емкость конденсатора KNM 3117 МК с значением номинальной емкостью 200 мкФ с помощью моста СА7100РД ($C_{изм}$). Подключить в качестве нагрузки конденсатор KNM 3117 МК

номинальной емкостью 200 мкФ . Установить значение силы тока $I_{2\phi} = (0,6 \pm 0,06)$ А, контролируя его значение по показаниям амперметра.



1 – амперметр Д553;
TH – трансформатор напряжения
Рисунок 8.21

8.13.13 Провести измерения сопротивления нагрузки, результаты измерений занести в четвертую строку таблицы 8.10.

Повторить 8.13.13, установив значение силы тока $I_{2\phi} = (6 \pm 0,06)$.

8.13.14 Для каждого измерения рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении активного сопротивления, в омах, по формуле

$$\Delta_R = |R - R_{\text{ном}}| + |\gamma_{\text{DUMAX}} - \gamma_{\text{DUMIN}}| \cdot R_{\text{ном}} \cdot 0,01, \quad (29)$$

где R – числовое значение результата измерения активного сопротивления нагрузки, в омах;

$R_{\text{ном}}$ – номинальное значение сопротивления эталонной меры сопротивления, в омах.

8.13.15 Для измерений 1 – 3 рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивного сопротивления, в омах, по формуле

$$\Delta_x = X, \quad (30)$$

где X – числовое значение результата измерения реактивного сопротивления, в омах.

8.13.16 Для измерений 4 - 5 определить расчетное значение реактивного сопротивления в Омах

$$X_{\text{ном}} = \frac{1}{C_{\text{изм}} \cdot 2\pi \cdot F}, \quad (31)$$

где $C_{\text{изм}}$ – числовое значение емкости конденсатора KNM 3117 МК, измеренное мостом СА7100РД, в фарадах;

F – измеренная частота сети, в герцах.

После этого рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивного сопротивления, в омах, по формуле

$$\Delta_X = |X - X_{\text{ном}}| + |\gamma_{\text{DUMAX}} - \gamma_{\text{DUMIN}}| \cdot X_{\text{ном}} \cdot 0,01, \quad (32)$$

где X – числовое значение результата измерения реактивного сопротивления, в омах;

8.13.17 Показания компаратора и результаты расчетов занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.10.

Результат операции поверки считать положительным, если значения полученных абсолютных погрешностей не превышают значения $\Delta_{R\text{доп}}$ и $\Delta_{X\text{доп}}$, приведенные в таблице 8.10

8.14 Определение основной абсолютной погрешности компаратора при измерении активного и реактивного сопротивлений нагрузки во вторичной цепи ТТ при их калибровке и поверке с использованием моста ЦЕ5002

8.14.1 Измерить частоту сети F , выполнив действия согласно 8.11.1.

8.14.2 Собрать схему, показанную на рисунке 8.22. Закоротить зажимы "U₁, Z", "U₂, Z" и "И₂, ТТ_X".

8.14.3 Включить компаратор, выбрать в меню строку "Поверка" и убедиться в том, что синхронизация от сети включена, выбрав в открывшемся меню строку "синхр. от сети вкл".

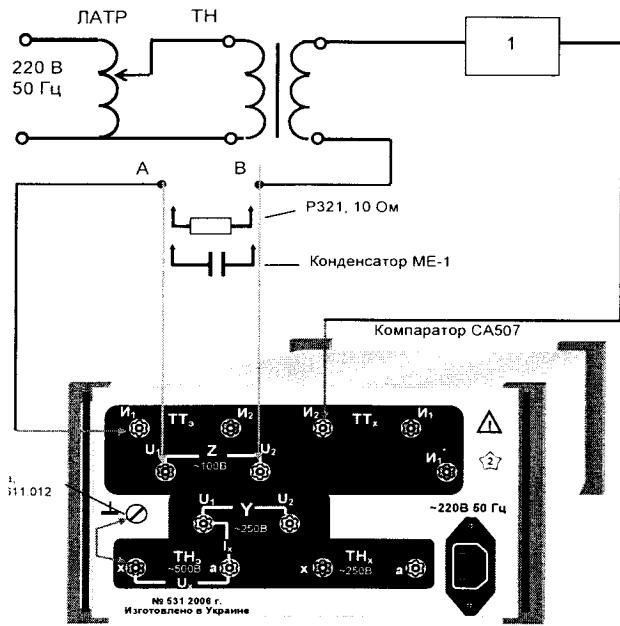
8.14.4 В меню "Выбор трансф." выбрать строку "Трансф. тока", из появившегося меню выбрать " $I_{2H} = 1 A$ ".

8.14.5 Установить число накапливаемых измерений, равным 5.

8.14.6 Включить режим измерения силы вторичного тока эталонного ТТ.

8.14.7 Установить значение силы тока $I_{23} = (7 \pm 0,1) A$, контролируя его значение по показаниям амперметра.

8.14.8 Измерить значения активного сопротивления R и реактивного сопротивления X нагрузки.



1 – амперметр Д553;

TH – трансформатор напряжения

Рисунок 8.22

8.14.9 С помощью клавиш перемещения найти в списке результатов измерения R , X и занести их в строку для 1-го измерения таблицы А.10 протокола поверки.

8.14.10 Повторить 8.14.6-8.14.8, установив силу тока $I_{23} = (0,01 \pm 0,002)$ А. Результаты измерений занести во вторую строку А.10 протокола поверки.

8.14.11 Подключить в качестве нагрузки меру сопротивления Р321, с номинальным значением сопротивления 10 Ом в соответствии с рисунком 8.22 и данными таблицы 8.11. Провести измерения сопротивления нагрузки, результаты измерений занести в третью строку таблицы А.10 протокола поверки.

8.14.12 Измерить емкость меры емкости МЕ-1 АМАК.411644.003 с помощью моста ЦЕ5002. Подключить МЕ-1 в качестве нагрузки. Установить значение силы тока $I_{23} = (0,05 \pm 0,01)$ А, контролируя его значение по показаниям компаратора.

8.14.13 Провести измерения сопротивления нагрузки, результаты измерений занести в четвертую строку А.10 протокола поверки.

8.14.14 Повторить 8.14.13 для силы тока, указанного в строке 5 таблицы А.10 протокола поверки.

8.14.15 Для каждого измерения рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении активного сопротивления, в омах, по формуле

$$\Delta_R = |R - R_{\text{ном}}| + |\gamma_{\text{DUMAX}} - \gamma_{\text{DUMIN}}| \cdot R_{\text{ном}} \cdot 0,01, \quad (33)$$

где R – числовое значение результата измерения активного сопротивления нагрузки, в омах;

$R_{\text{ном}}$ – номинальное значение сопротивления эталонной меры сопротивления, в омах.

Таблица 8.11

№ измерения	I_{23} , А	Подключаемые нагрузки	Активное сопротивление				Реактивное сопротивление			
			Расчетное значение $R_{\text{ном}}$, Ом	Показание R , Ом	Абсолютная погрешность Действительное значение ΔR , Ом	Пределы допускаемой погрешности $\Delta R_{\text{доп}}$, Ом	Расчетное значение $X_{\text{ном}}$, Ом	Показание X , Ом	Действительное значение ΔX , Ом	Пределы допускаемой погрешности $\Delta X_{\text{доп}}$, Ом
1	7	Отсутствует	0		$\pm 0,0003$	0			$\pm 0,0003$	
2	0,01	Отсутствует	0		$\pm 0,0003$	0			$\pm 0,0003$	
3	0,01	Мера сопротивления Р321, 10 Ом	10		$\pm 0,05$	0			$\pm 0,05$	
4	0,05	Мера емкости МЕ-1	0		$\pm 1,00$				$\pm 1,00$	
5	0,45	Мера емкости МЕ-1	0		$\pm 1,00$				$\pm 1,00$	

8.14.16 Для измерений 1-3 рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивного сопротивления, в омах, по формуле

$$\Delta_X = X, \quad (34)$$

где X – числовое значение результата измерения реактивного сопротивления, в омах.

8.14.17 Для измерений 4-5 определить расчетное значение реактивного сопротивления в Омах

$$X_{\text{ном}} = \frac{1}{C_{\text{изм}} \cdot 2\pi \cdot F}, \quad (35)$$

где $C_{изм}$ – числовое значение емкости меры МЕ-1, измеренное мостом ЦЕ5002, в фарадах;

f – измеренная частота сети, в герцах.

После этого рассчитать значение абсолютной погрешности компаратора при измерении реактивного сопротивления, в омах, по формуле

$$\Delta_x = |X - X_{ном}| + |\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}| \cdot X_{ном} \cdot 0,01, \quad (36)$$

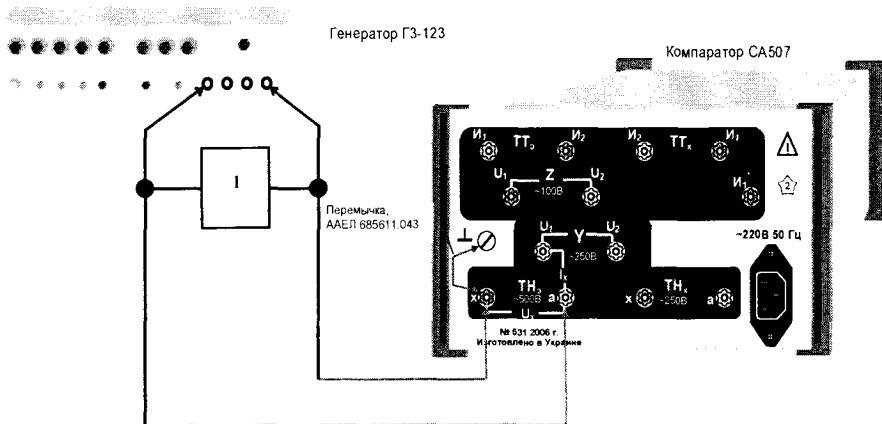
где X – числовое значение результата измерения реактивного сопротивления компаратором, в омах;

8.14.18 Показания компаратора и результаты расчетов занести в таблицу А.10 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если значения полученных абсолютных погрешностей не превышают значений $\Delta_{R\text{доп}}$ и $\Delta_{x\text{доп}}$, приведенных в таблице 8.11.

8.15 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении вторичного напряжения ТН, используемого в качестве эталонного

8.15.1 Собрать схему измерения, представленную на рисунке 8.23.



1 – вольтметр В3-60

Рисунок 8.23

8.15.2 Включить компаратор. Выбрать в меню "Выбор трансф." строку "Трансф. напряжения". Из появившегося меню выбрать " $U_{2H}=100$ В".

8.15.3 Выключить синхронизацию от сети.

8.15.4 Установить на выходе генератора напряжение $U_{ГЕН}=240$ В в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы 8.12 относи-

тельная погрешность установки напряжения 10 %. Установить частоту $f = (50 \pm 0,1)$ Гц. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту контролировать по показаниям частотомера (частотомер включить согласно 8.5.7).

8.15.5 Включить режим измерения напряжения U_{23} , для чего в меню выбрать строку "Проверка", затем выбрать строку "Измерение напряж.". В меню "Измерение напряж." выбрать строку "Измерение U_{23} " и с помощью клавиш со стрелками выбрать режим "медл".

8.15.6 Через 20 секунд снять показания компаратора при измерении напряжения U_{23} и занести измеренное значение в строку для 1-го измерения таблицы А.11 протокола поверки.

8.15.7 Рассчитать относительную погрешность компаратора при измерении вторичного напряжения ТН γ_{UT} , используемого в качестве эталонного, в процентах, по формуле

$$\gamma_{UT} = \frac{U_{23} - U_B}{U_B} \cdot 100, \quad (37)$$

где U_{23} – показания компаратора, в вольтах;

U_B – показания вольтметра, в вольтах.

Таблица 8.12

№ измерения	U_{GEN} , В	U_{23} , В	U_B , В	γ_{UT} , %
1	240			
2	100			
3	6			

8.15.8 Показания компаратора и вольтметра, а также результаты расчетов занести в таблицу А.11 протокола поверки.

8.15.9 Повторить 8.15.4 - 8.15.8 для 2-го и 3-го измерений таблицы 8.12.

Результаты операции поверки считать положительными, если значение полученной погрешности γ_{UT} не превышает 0,5 %.

8.16 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении силы вторичного тока и абсолютной погрешности при измерении частоты вторичного тока ТТ, используемого в качестве эталонного

8.16.1 Собрать схему измерения, как показано на рисунке 8.24.

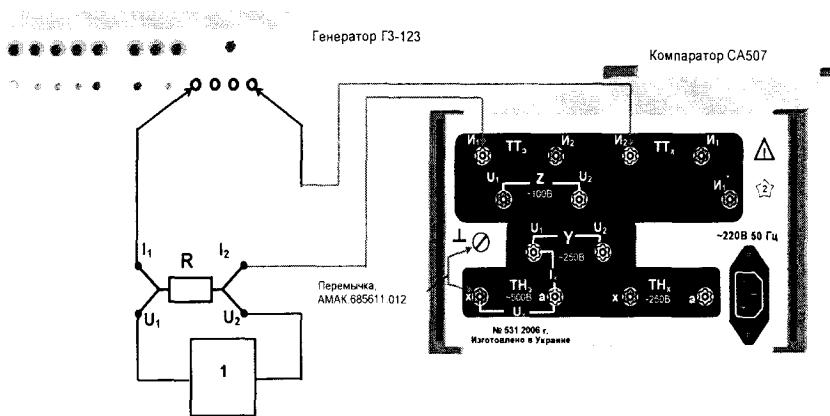
8.16.2 Включить компаратор. В меню "Проверка" выключить синхронизацию от сети.

8.16.3 Выбрать в меню "Выбор трансф." строку "Трансф. тока". Из появившегося меню выбрать " $I_{2H} = 1$ А".

8.16.4 Выбрать в меню "Проверка" строку "Измерение тока". Из появившегося меню выбрать "Измерение I_{23} ". В окне "Измерение I_{23} " выбрать режим "медл".

8.16.5 Включить генератор. Регулируя напряжение на выходе генератора, установить значение падения напряжения на мере сопротивления R равным $U_B = (3 \pm 0,1)$ В частотой $F = (50 \pm 0,1)$ Гц. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту контролировать по показаниям частотомера (частотомер включить согласно 8.5.7).

8.16.6 Через 20 секунд снять показания компаратора при измерении тока $I_{2\Theta}$ и частоты F ; а также вольтметра при измерении напряжения U_B ; частотомера при измерении частоты F_4 .



1 – вольтметр;

R – мера сопротивления с номинальным значением сопротивления 10 Ом

Рисунок 8.24

8.16.7 Рассчитать значение силы тока, протекающего через меру сопротивления R , по формуле

$$I_{\text{расч}} = \frac{U_B}{R}, \quad (38)$$

где $I_{\text{расч}}$ – расчетное значение силы тока, протекающего через меру сопротивления R , в амперах;

U_B – показания вольтметра при измерении напряжения, в вольтах;

R – номинальное значение сопротивления меры сопротивления R , в омах.

8.16.8 Рассчитать относительную погрешность измерения силы вторичного тока T , используемого в качестве эталонного, в процентах, по формуле

$$\gamma_{IT} = \frac{I_{2\Theta} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{расч}}} \cdot 100, \quad (39)$$

где $I_{2\Theta}$ – показание компаратора при измерении силы тока, в амперах;

$I_{\text{расч}}$ – значение силы тока, рассчитанное в 8.16.7, в амперах.

8.16.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения частоты вторичного тока ТТ, используемого в качестве эталонного, в герцах, по формуле

$$\Gamma_F = F - F_q ,$$

где F – показание компаратора при измерении частоты тока, в герцах;

F_q – показание частотомера при измерении частоты тока, в герцах.

8.16.10 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу А.12 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если значение полученной относительной погрешности измерения $\gamma_{\text{ИТ}}$ не превышает пределов допускаемой погрешности $\pm 0,5\%$, а значение абсолютной погрешности измерения частоты не превышает $\pm 0,1$ Гц.

8.17 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении напряжения в электрических цепях, питаемых от сети

8.17.1 Собрать схему измерения, представленную на рисунке 8.25.

8.17.2 Включить компаратор. Выбрать в меню "Проверка" строку "Синхр. от сети выкл".

8.17.3 В меню "Измерение напряж." выбрать режим "медл".

8.17.4 Установить напряжение на выходе генератора $U_{\text{ГЕН}} = (70 \pm 1)$ В, частоту $F = (50 \pm 1)$ Гц. При установке напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту контролировать по показаниям частотомера (частотомер включить согласно 8.5.7).

8.17.5 Установить сопротивление магазина R_1 равным нулю, сопротивление магазина R_2 равным 10000 Ом, в соответствии с данными для 1-го измерения таблицы 8.13.

8.17.6 Для учета влияния напряжения помехи общего вида нажать " I_{23}, U_{23} ".

8.17.7 Через 20 секунд снять показание компаратора при измерении напряжения U .

8.17.8 Рассчитать относительную погрешность при измерении напряжения в цепях, питаемых от сети, γ_U , в процентах, по формуле

$$\gamma_U = \frac{\frac{U - U_a}{U_a} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}}{\frac{R_2}{R_1 + R_2}} \cdot 100 , \quad (40)$$

где U_b – показание вольтметра при измерении напряжения на выходе генератора, в вольтах;

U – показание компаратора при измерении напряжения в цепях, питаемых от сети, в вольтах;

$R1$, $R2$ – номинальные значения сопротивлений установленных на магазинах сопротивлений, в омах.

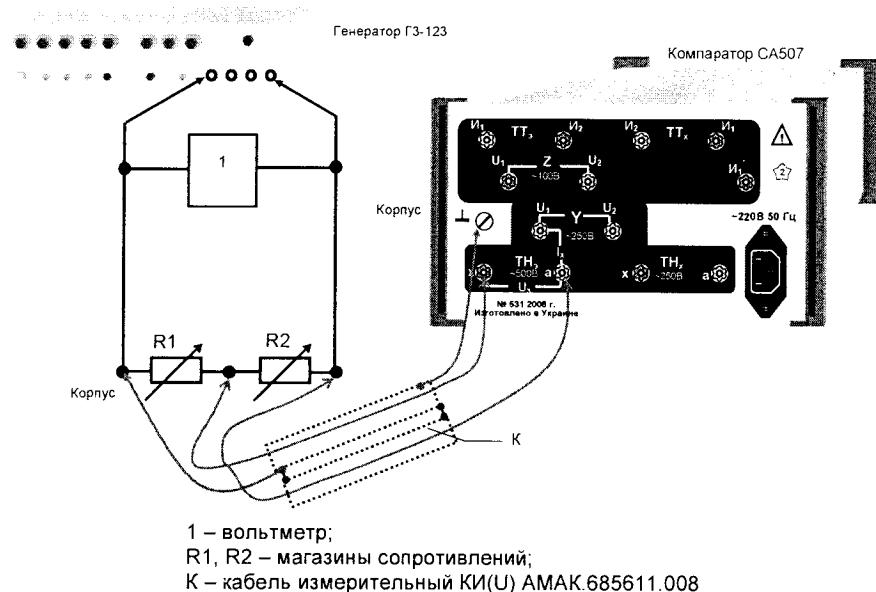


Рисунок 8.25

8.17.9 Показания приборов и результаты расчета занести в строку для 1-го измерения таблицы А.13.

Таблица 8.13

№ измерения	$U_{ГЕН}$, В	$R1$, Ом	$R2$, Ом	U_B , В	U , В	γ_U , %	$\gamma_{\text{удоп.}}$, %
1	70	0	10000				$\pm 0,5$
2	10	1000	1000				$\pm 0,6$
3	10	1000	10000				$\pm 0,51$
4	10	100	10000				$\pm 0,5$
5	70	100	10000				$\pm 0,5$
6	10	10000	1000				$\pm 1,5$
7	10	10000	1000				$\pm 1,5$

8.17.10 Повторить 8.17.4 – 8.17.9 для измерений 2 – 6 таблицы 8.13

8.17.11 Поменять местами концы кабеля измерительного, подключенного к зажимам "U_x" компаратора.

8.17.12 Повторить 8.17.4 - 8.17.9 для 7-го измерения таблицы 8.13.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения U_i не превышают соответствующих значений

пределов допускаемой погрешности $\gamma_{U_{\text{доп}}}$, указанных в таблице 8.13.

8.18 Определение основной относительной погрешности компаратора при измерении силы тока в электрических цепях, питаемых от сети

8.18.1 Собрать схему измерения, представленную на рисунке 8.26. В качестве сопротивления R подключить мере сопротивления Р321 с номинальным значением сопротивления 10 Ом.

8.18.2 Включить компаратор. Выключить синхронизацию от сети.

8.18.3 Выбрать в меню строку "Измерение тока", режим "медл".

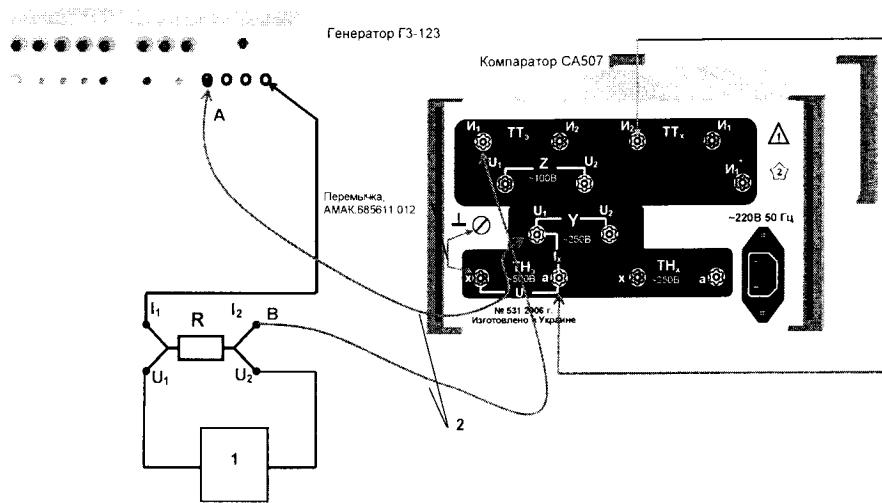


Рисунок 8.26

8.18.4 Включить генератор. Регулируя напряжение на выходе генератора, установить падение напряжения на мере сопротивления $U_b = (3 \pm 0,1)$ В частотой $(50 \pm 0,1)$ Гц. Напряжение контролировать по показаниям вольтметра, частоту контролировать по показаниям частотомера (частотомер включить согласно 8.5.7).

8.18.5 Через 20 секунд снять показание компаратора при измерении силы тока I в цепях, питаемых от сети, в амперах.

8.18.6 По результатам измерений рассчитать относительную погрешность при измерении силы тока в цепях, питаемых от сети, в процентах, по формуле

$$\gamma_1 = \frac{\frac{I - \frac{U_B}{R}}{\frac{U_B}{R}} \cdot 100}{}, \quad (41)$$

где I – показание компаратора при измерении силы тока, в амперах;

U_B – показание вольтметра, в вольтах;

R – номинальное значение сопротивления используемой меры сопротивления R , в омах.

8.18.7 Результаты измерений и расчетов занести в таблицу А.14 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если значение полученной погрешности γ_1 не превышает пределов допускаемой погрешности $\pm 0,5\%$.

8.19 Определение токовой и угловой погрешностей ТТ эталонного СА535 и ТТ эталонного СА564/3 (выполняется при наличии СА535 и СА564/3 в комплекте)

8.19.1 Собрать схему измерения, представленную на рисунке 8.27.

8.19.2 Соединить кабелем интерфейсным компаратор СА507 и трансформатор СА535. Включить компаратор СА507 и трансформатор тока СА535 (далее – СА535) из комплекта компаратора.

8.19.3 Включить устройство поверки измерительных трансформаторов К535. Включить кнопку типа поверяемых трансформаторов "ТА". Нажать кнопку переключателя пределов "0,2". Включить фильтр, нажать кнопку "50Hz". Включить кнопку переключателя режимов работы "Δ".

8.19.4 Установить на К535 коммутатор первичного тока (I_{1H}) и переключатель номинального вторичного тока (I_{2H}) в положения 5, переключатель ампервитков ($I W$) - в положение 100, как указано для первого измерения в таблице 8.14. Это положение переключателей К535 соответствует номинальному первичному току СА535 5 А. Установить в меню СА507 первичный ток 5 А, соответствующий номинальному первичному току СА535.

8.19.5 Подключить К535 к питающей сети и включить тумблер "СЕТЬ".

8.19.6 Плавно увеличить ток первичной цепи СА535, контролируя его по показаниям индикатора К535, до значения "100 %" (5 А).

8.19.7 Измерить токовую f_1 и угловую δ_1 погрешности СА535. Занести результаты в таблицу А.15 протокола поверки в строку для 1-ого измерения.

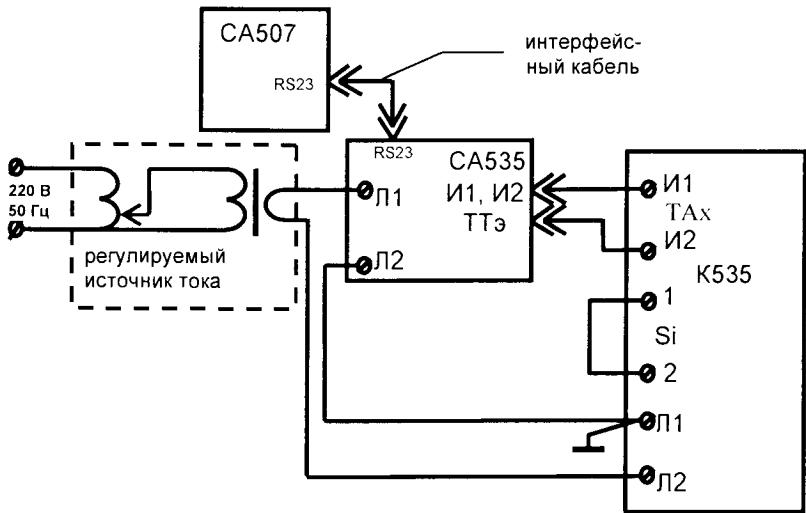


Рисунок 8.27

8.19.8 Установить регулятор силы тока на выходе источника тока на нулевую отметку.

8.19.9 Повторить 8.19.4 – 8.19.8 для измерений 2-17 таблицы 8.14, устанавливая положения переключателей К535, а также значение номинального первичного тока поверяемого ТТ в меню СА507 согласно строке соответствующего измерения таблицы 8.14. Результаты занести в строки для 2-17 измерений в таблицу А.15 протокола поверки.

8.19.10 Повторить 8.19.4 – 8.19.9, устанавливая силу тока первичной цепи СА535 в п.п. 8.19.7, 8.19.9 равной 50 % и 1 % от номинального значения. Результаты для измерений при величине силы первичного тока 50 % от номинального значения занести в таблицу А.16 протокола поверки, а при величине 1 % – в таблицу А.17 протокола поверки.

8.19.11 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.28.

8.19.12 Установить на магазине нагрузок Р5018-5 нагрузку мощностью 1,25 В·А.

8.19.13 Повторить 8.19.64-8.19.89 для 1-17 измерений согласно таблице 8.14, устанавливая значение силы тока первичной цепи СА535 равным "120 %" от номинального значения. Результаты измерения занести в таблицу А.18 протокола поверки.

8.19.14 Собрать схему измерения, представленную на рисунке 8.29.

Таблица 8.14

№ измерения	Положение переключателей K535			Значение номинального первичного тока CA535, А	Значение измеренных погрешностей для устанавливаемых относительных уровней первичных токов CA535							
	100%		50 %		1 %		120%					
	f_{I_1} , %	δ_{I_1} , мин	f_{I_1} , %	δ_{I_1} , мин	f_{I_1} , %	δ_{I_1} , мин	f_{I_1} , %	δ_{I_1} , мин				
1	5	5	100	5								
2	7,5	5	300	7,5								
3	10	5	100	10								
4	15	5	300	15								
5	20	5	100	20								
6	25	5	100	25								
7	30	5	300	30								
8	40	5	200	40								
9	50	5	100	50								
10	60	5	300	60								
11	75	5	300	75								
12	40	2,5	200	80								
13	100	5	100	100								
14	150	5	300	150								
15	200	5	200	200								
16	100	5	200	250								
17	300	5	300	300								

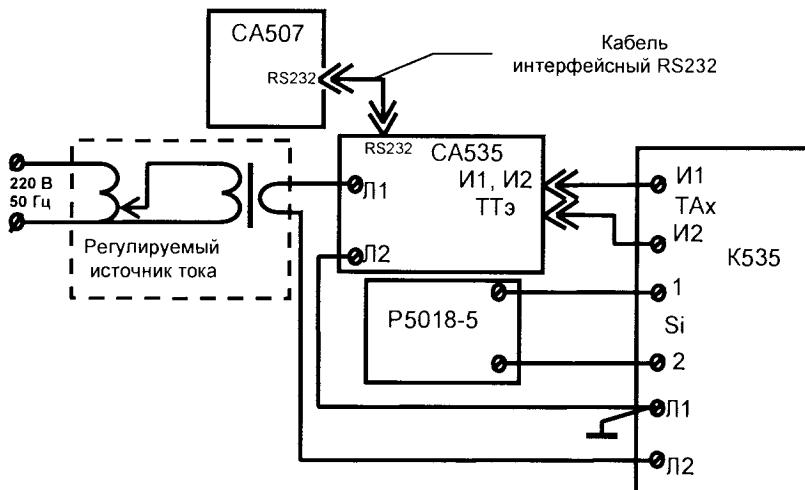


Рисунок 8.28

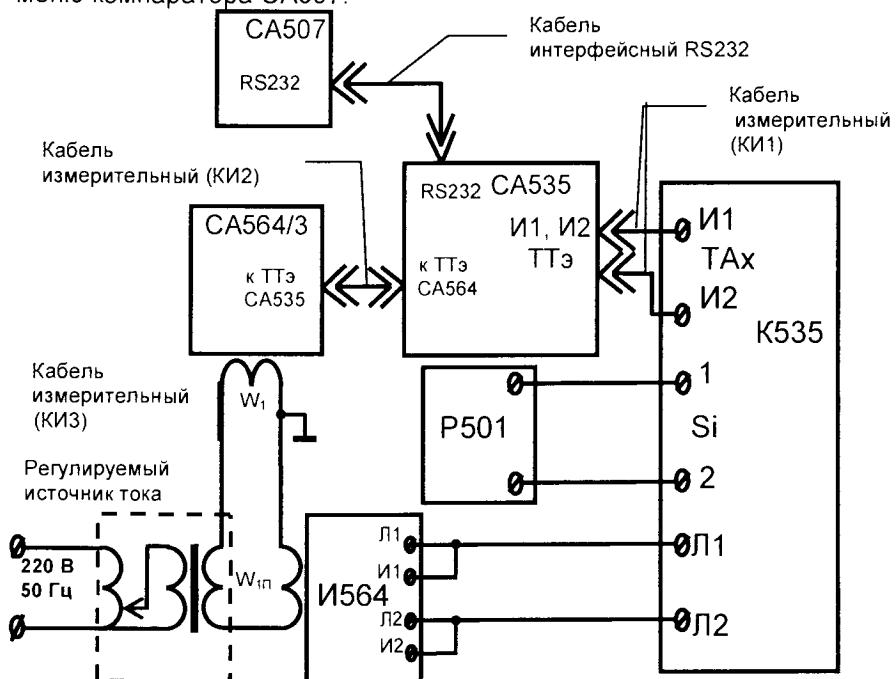
8.19.15 Первичные цепи преобразователя И564 и трансформатора СА564 выполнить, пропустив один виток через окна этих трансформаторов кабелем, входящим в комплект СА564/3.

8.19.16 Включить компаратор СА507.

8.19.17 Установить на магазине нагрузок Р5018-5 номинальное значение мощности нагрузки 1,25 В·А.

8.19.18 Включить устройство поверки измерительных трансформаторов К535. Включить кнопку типа поверяемых трансформаторов "ТА". Нажать кнопку переключателя пределов "0,2". Включить фильтр, нажать кнопку "50Hz". Включить кнопку переключателя режимов работы "Δ".

8.19.19 Установить на К535 переключатель " I_{1H} " в положение 2, переключатель " I_{2H} " в положение 5, а переключатель "I·W" в положение 200, как указано в первой строке таблицы 8.15. Это положение переключателей соответствует номинальному первичному току СА 564, равному 400 А. Установить это значение первичного тока в меню компаратора СА507.



W_{1P} – обмотка в окне преобразователя И564;
 W_1 – обмотка в окне СА564

Рисунок 8.29

8.19.20 Подключить К535 к питающей сети и включить тумблер "СЕТЬ".

8.19.21 Плавно увеличить ток первичной цепи СА564, контролируя его по показаниям индикатора К535, до значения "120%" номинального, что соответствует 480 А.

8.19.22 Измерить компаратором токовую f_i и угловую δ_i погрешности. Занести результаты в строку для 1-ого измерения таблицы А.19 протокола поверки.

8.19.23 Установить регулятор силы тока на выходе источника тока на нулевую отметку.

8.19.24 Повторить 8.19.19-8.19.22 для измерений 2 -10, устанавливая положения переключателей К535, а также значение номинального первичного тока поверяемого ТТ в меню СА507 согласно строке соответствующего измерения таблицы 8.15 для значения первичного тока "120%" от номинального. Результаты измерений занести в таблицу А.19 протокола поверки.

Таблица 8.15

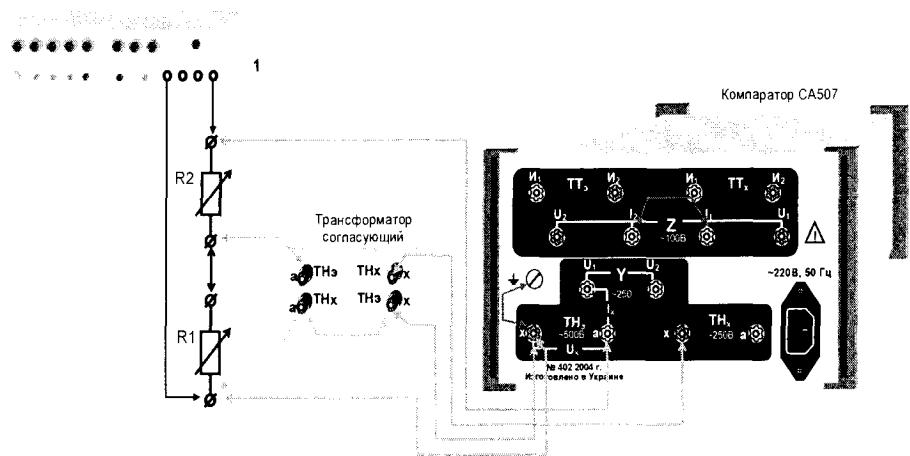
№ измерения	Положение переключателей К535			Значение номинального первичного тока СА564, А	Значения измеренных погрешностей для устанавливаемых относительных уровней первичных токов СА564						
					120 %		50 %		1 %		
	" I_{1H} "	" I_{2H} "	"I-W"		f_i , %	δ_i , мин	f_i , %	δ_i , мин	f_i , %	δ_i , мин	
1	2	5	200	400							
2	2,5	5	200	500							
3	3	5	300	600							
4	7,5	5	300	750							
5	4	5	200	800							
6	5	5	300	1000							
7	6	5	300	1200							
8	7,5	5	300	1500							
9	10	5	200	2000							
10	15	5	300	3000							

8.19.25 Повторить 8.19.19-8.19.224, задавая значения силы тока первичной цепи СА564 "50 %" и "1 %" от номинального значения. Результаты занести соответственно в таблицы А.20 и А.21 протокола поверки.

Результат операции поверки считать положительным, если все значения токовой f_i и угловой δ_i погрешностей, измеренные в 8.19, не превышают пределов допускаемых погрешностей $f_{\text{доп}} = \pm 0,025 \%$ и $\delta_{\text{доп}} = \pm 1,5 \text{ мин}$.

8.20 Определение основных абсолютных погрешностей трансформатора согласующего CA5073 AMAK 411439.003 (выполняется при наличии в комплекте трансформатора согласующего CA5073)

8.20.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 8.30.



1 – генератор сигналов низкочастотный ГЗ-123;
 $R1, R2$ – магазины сопротивлений Р4834

Рисунок 8.30

8.20.2 В компараторе CA507 установить количество накапливаемых результатов, равное 5.

8.20.3 На магазине сопротивлений $R2$ установить значение сопротивление 1000 Ом, на магазине сопротивлений $R1$ установить значение сопротивления 100 Ом.

8.20.4 На выходе генератора установить частоту рабочего напряжения ($50 \pm 0,5$) Гц. Напряжение на выходе генератора ($U_{ГЕН}$) установить равным (100 ± 5) В. При установке напряжение и частоту контролировать по показаниям компаратора CA507.

8.20.5 Провести измерение относительной разности вторичных напряжений и разности фаз, для чего нажать кнопку " f_U, δ_U " на передней панели компаратора CA507.

8.20.6 Результаты измерений занести в таблицу по форме, представленной в таблице 8.16.

8.20.7 Рассчитать абсолютную погрешность компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах, по формуле

$$\Delta_{fDU} = |f_{DU} - f_{DU_{расч}}| + |\gamma_{DUMAX} - \gamma_{DUMIN}| \cdot \frac{|f_{DU_{расч}}|}{100}, \quad (42)$$

где f_{DU} – показания компаратора при измерении относительной разности вторичных напряжений двух ТН, в процентах;

$\gamma_{DU\text{MAX}}$ и $\gamma_{DU\text{MIN}}$ – максимальное и минимальное значения γ_{DU} из таблицы 8.1, в процентах.

Таблица 8.16

№ измерения	$U_{\text{ГЕН.}}$, В	$R1$, Ом	$R2$, Ом	$f_{\text{UPACЧ}}$, %	f_{DU} , %	$\delta_{DU, \text{МИН}}$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{fDU\text{доп.}}$, %	Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta_{\delta DU\text{доп.}}$, МИН
1	100	100	1000	-9,0905			$\pm 0,0456$	$\pm 0,4742$
2	20	100	1000	-9,0905			$\pm 0,0456$	$\pm 0,4742$
3	20	52,7	1000	-5,0061			$\pm 0,0251$	$\pm 0,2833$
4	20	101	10000	-0,9998			$\pm 0,0051$	$\pm 0,0967$
5	20	50,3	10000	-0,5005			$\pm 0,0251$	$\pm 0,0734$
6	20	10	10000	-0,0999			$\pm 0,0006$	$\pm 0,0567$
7	20	10	100000	-0,0100			$\pm 0,0002$	$\pm 0,0505$
8	20	0	100000	0,0001			$\pm 0,0001$	$\pm 0,0500$
9	6	100	1000	-9,0905			$\pm 0,0060$	$\pm 0,5246$
10	6	52,7	1000	-5,0061			$\pm 0,0260$	$\pm 0,3333$
11	6	101	10000	-0,9998			$\pm 0,0060$	$\pm 0,1467$
12	6	50,3	10000	-0,5005			$\pm 0,0260$	$\pm 0,1233$
13	6	10	10000	-0,0999			$\pm 0,0015$	$\pm 0,1047$
14	6	10	100000	-0,00999			$\pm 0,0011$	$\pm 0,1005$
15	6	0	100000	0			$\pm 0,0010$	$\pm 0,1000$

8.20.8 Принять абсолютную погрешность компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН $\Delta_{\delta DU}$ равной показаниям компаратора при измерении разности фаз вторичных напряжений двух ТН δ_{DU}

$$\Delta_{\delta DU} = \delta_{DU} \quad (43)$$

8.20.9 Выполнить 8.20.3-8.20.8, устанавливая напряжение генератора, сопротивления магазинов R1 и R2 для всех значений $f_{\text{UPACЧ}}$, приведенных в таблице 8.16.

Результат операции поверки считать положительным, если полученные значения абсолютной погрешности Δ_{fDU} и разности фаз $\Delta_{\delta DU}$ не превышают пределов допускаемой погрешности этих величин $\Delta_{fDU\text{доп.}}$ и $\Delta_{\delta DU\text{доп.}}$, приведенных в таблице 8.16.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительном результате поверки выдается свидетельство о поверке, а также производится запись в таблицу 6.1 паспорта компаратора АМАК.411439.001 ПС.

9.2 В случае отрицательного результата поверки ранее выдан-

ное свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности, а также производится соответствующая запись в таблицу 6.2 паспорта компаратора АМАК.411439.001 ПС.

9.3 После ремонта компаратор должен быть представлен на повторную поверку.