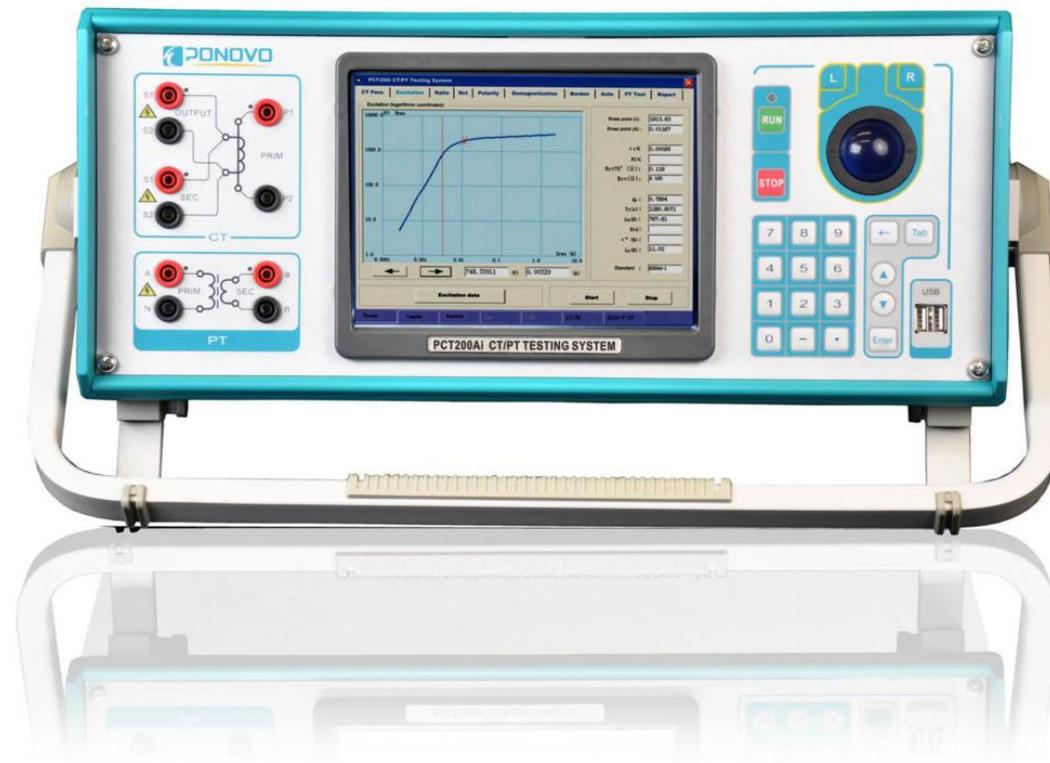
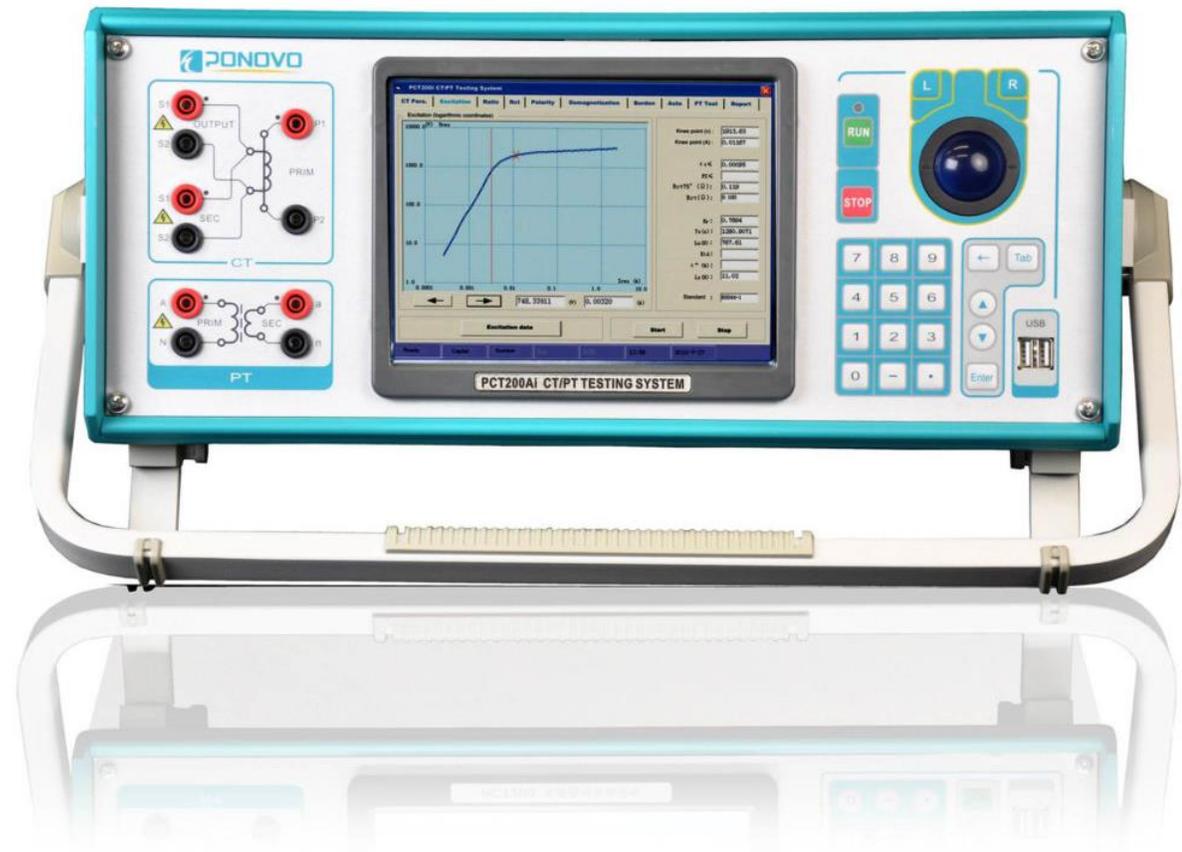


Анализатор трансформаторов тока PCT200



План

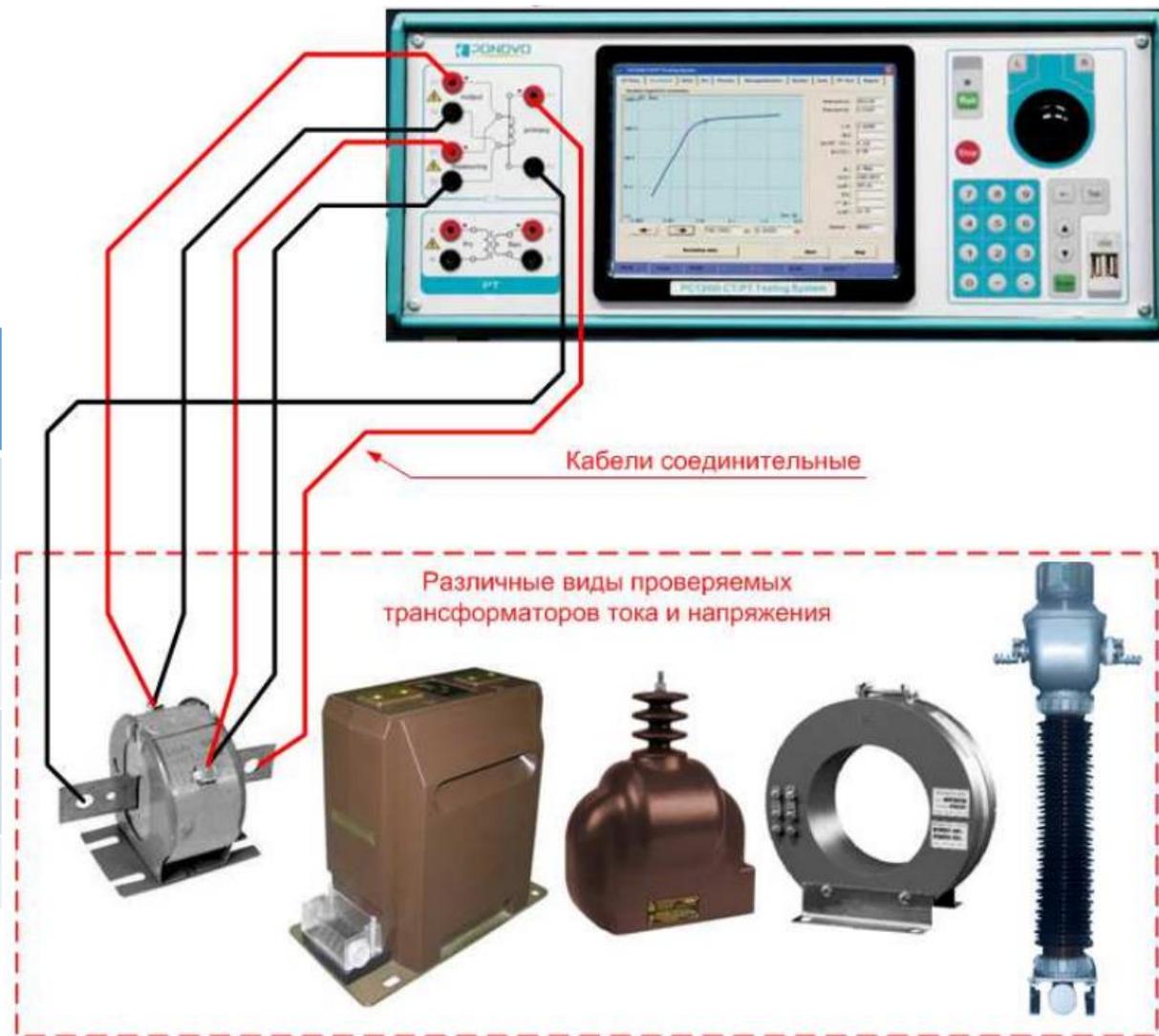
- 1 Назначение
- 2 Варианты применения
- 3 Принцип работы
- 4 Управление прибором
- 5 Отчет об испытаниях
- 6 Сравнение с CT Analyzer
- 7 Сертификация в РФ
- 8 Литература



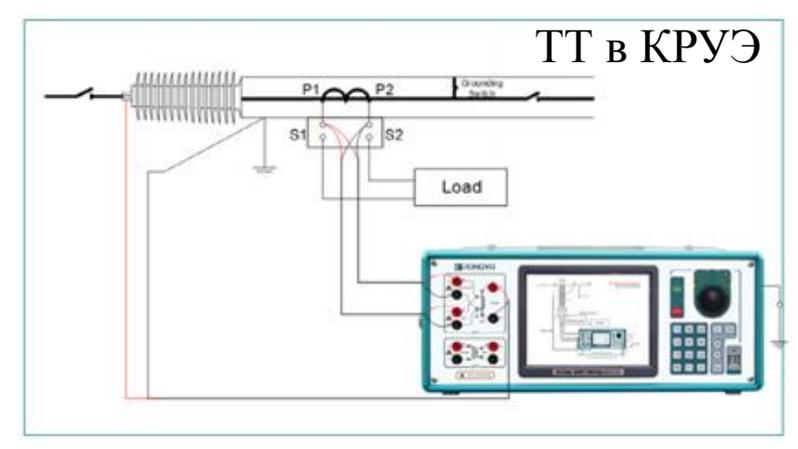
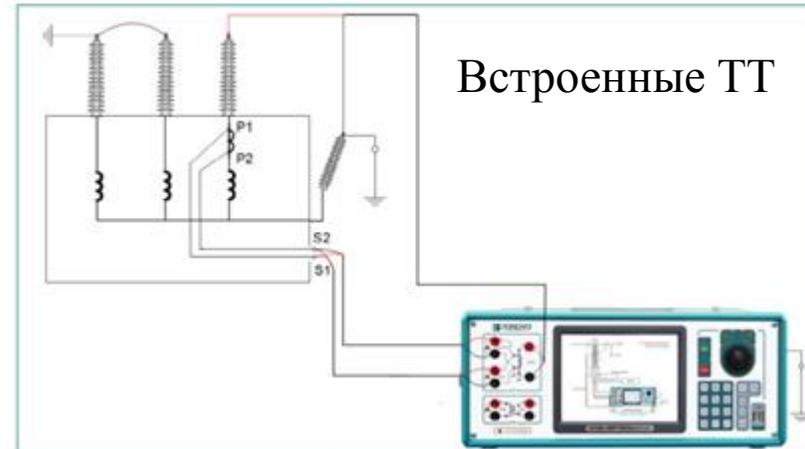
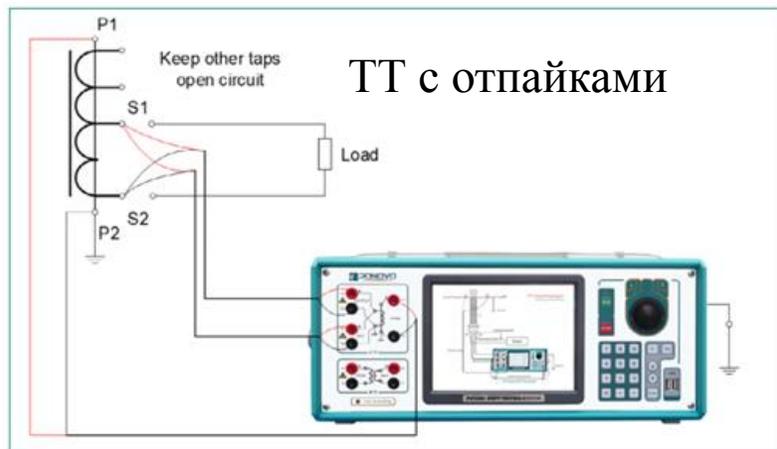
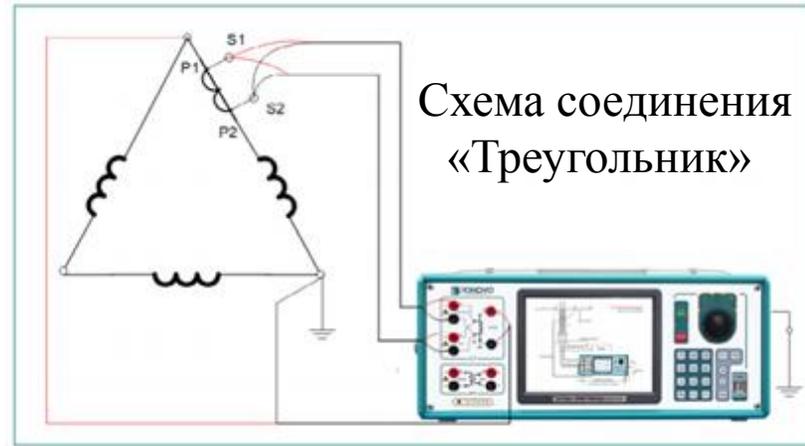
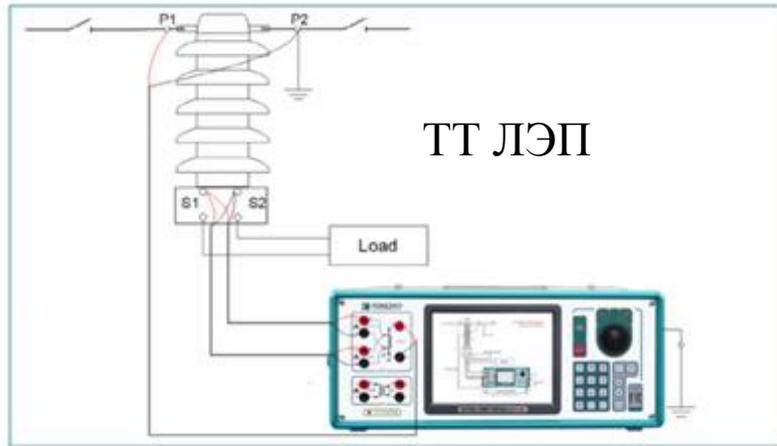
Назначение

Основное назначение: Испытания, калибровка, поверка и оценка состояния трансформаторов тока и определение характеристик трансформаторов напряжения

Тип	Виды и классы испытываемых трансформаторов
PCT200Li	ТТ классов P/PX/PR/PXR/TPS/TPX/TPY/TPZ ТН
PCT200i	ТТ классов P/PX/PR/PXR/TPS/TPX/TPY/TPZ ТН
PCT200Ai	ТТ классов M/P/PX/PR/PXR/TPS/TPX/TPY/TPZ ТН
PCT200Mi	ТТ класса M



Назначение



Назначение

Этап жизненного цикла ТТ

Производство

- ✓ Проверка ТТ на разных этапах производства
- ✓ Высокий уровень автоматизации

Заводские приемочные испытания

- ✓ Проверка ТТ и оценка её результатов в соответствии с выбранным стандартом
- ✓ Создание отчёта для сравнения параметров после установки на место эксплуатации
- ✓ Проверка маркировки

Ввод в эксплуатацию

- ✓ Проверка ТТ разных классов на месте эксплуатации в автоматизированном режиме
- ✓ Сравнение результатов с заводскими испытаниями
- ✓ Проверка вторичных цепей ТТ

Техническое обслуживание

- ✓ Испытания в процессе эксплуатации
- ✓ Определение неизвестных паспортных данных
- ✓ Определение времени до насыщения ТТ и оценка корректности работы РЗА
- ✓ Сравнение характеристик

Вариант применения №1. Поверка и калибровка ТТ

Поддерживаемые стандарты:

- IEC 61869-2
- IEC 60044-1
- IEC 60044-6
- ANSI/IEEE C57.13
- IS2705

The screenshot shows the 'PCT Test System v7.03' software interface. The 'Report Information' tab is active, displaying fields for Head (popovo), SN (28108), Type, Time Reset (12/30/2022 10:44:36 AM), Winding (1), S (1), and S (2). A 'Clear Result' button is present. The 'Settings' tab is also visible, showing various parameters: Standard (IEC 60044-1), CT Type (M), f(Hz) (50), T-meas(°C) (25), Ipn(A) (2000), Burden(VA) (10), Isn(A) (5), cosφ (0.8), Class (0.2S), Extention(%) (120), FS (10), Seq (C-O), Ktd, Kssc (3), Ts(ms), Tp(ms) (20), and a 'Seq time test(ms)' section with values for tal' (40), t' (100), t'' (100), tal'' (40), and tfr (300). The bottom status bar shows 'OK', 'Wiring diagram', '10:45 AM', and '12/30/2022'.

Вариант применения №1. Поверка и калибровка ТТ

Определяемые погрешности:

- Погрешность коэффициента трансформации
- Угловая погрешность
- Полная погрешность
- Витковая погрешность

The screenshot shows the PCT Test System v7.03 interface. The main window has a menu bar with options: CT Settings, CT Excit., CT Ratio, CT Rct/Pol./Dem./Burden, CT Auto Test, PT Test, Report, and Assess. The 'CT Ratio' tab is active.

Rated Parameter

Ratio:	Error(%):	Phase(min):	N:	N(%):	Guess Ratio:
2000:4.9999	-0.002	1.798	399.444	-0.139	2000:5

Ratio Error (%) (at Ipn%)

VA	cosPhi	1%	5%	20%	100%	120%
10.00	0.8	-0.376	-0.154	-0.062	-0.002	0.003
2.50	1.0	-0.141	-0.028	0.018	0.046	0.049

Phase Displacement (min) (at Ipn%)

VA	cosPhi	1%	5%	20%	100%	120%
10.00	0.8	16.31	8.10	4.90	1.80	1.51
2.50	1.0	17.46	8.77	5.30	2.64	2.38

At the bottom, there is a checkbox for 'min/crad' (unchecked), and buttons for 'Run', 'Stop', and 'Save Report'. The status bar at the very bottom shows 'OK', 'Wiring diagram', '10:54 AM', and '12/30/2022'.

Вариант применения №2. Испытания ТТ для РЗА

Определяемые параметры:

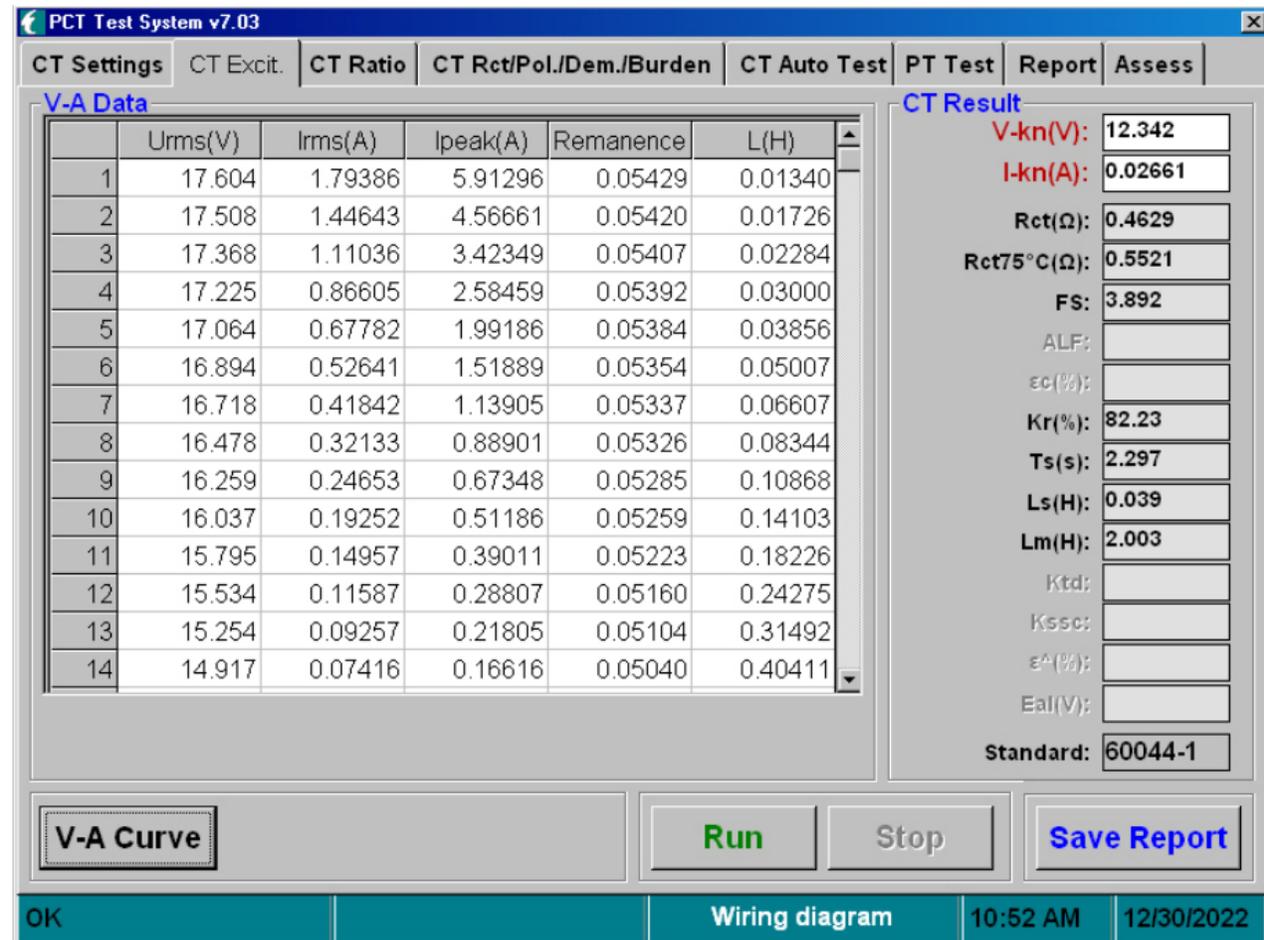
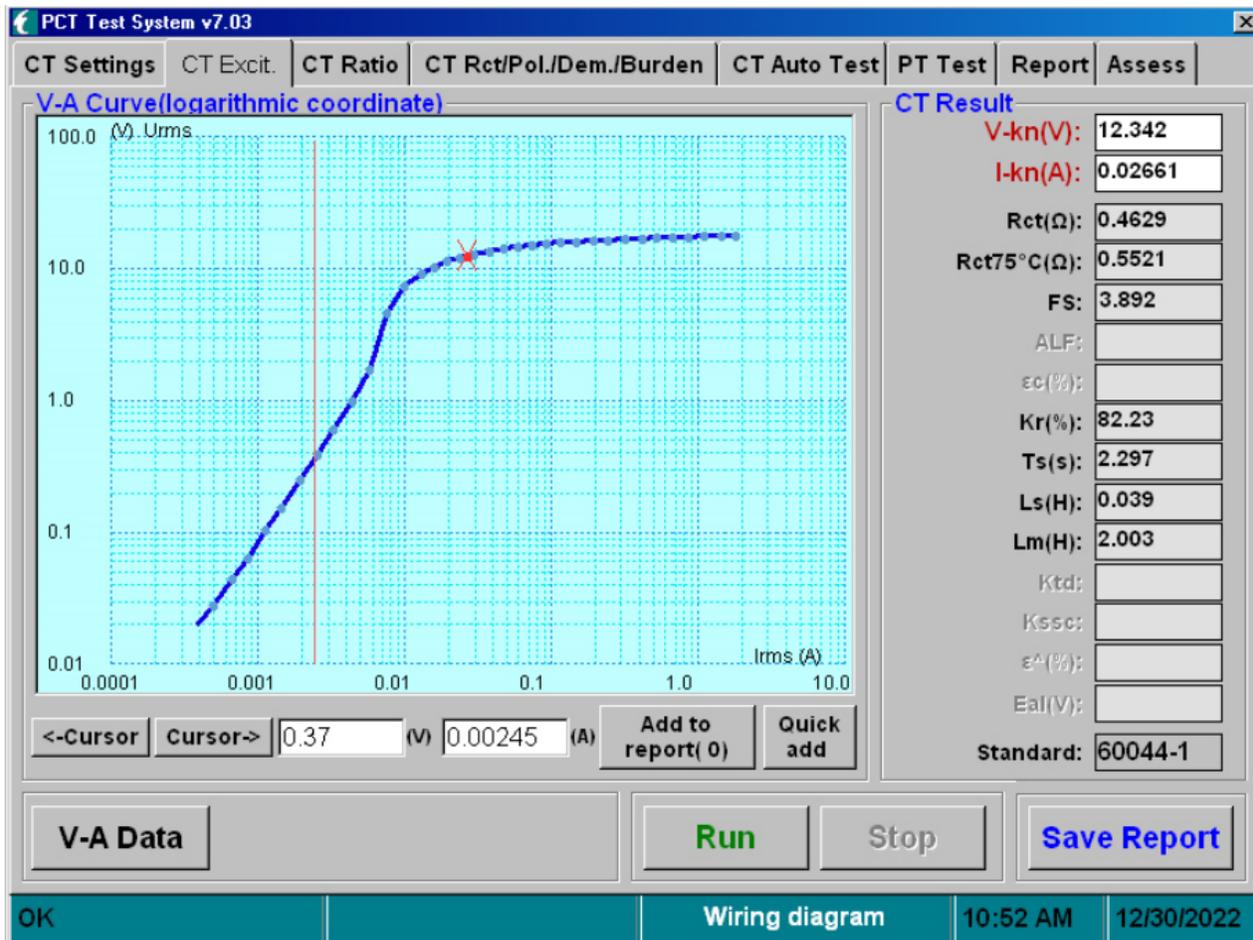
- Сопротивление нагрузки
- Сопротивление вторичной обмотки
- Полярность
- Погрешности преобразования
- Индуктивность рассеяния
- Коэффициент предельной кратности
- Постоянная времени ветви вторичного тока ТТ
- Коэффициент расширенного тока для переходного режима

The screenshot displays the 'PCT Test System v7.03' software interface. The main window is titled 'PCT Test System v7.03' and contains several tabs: 'CT Settings', 'CT Excit.', 'CT Ratio', 'CT Rct/Pol./Dem./Burden', 'CT Auto Test', 'PT Test', 'Report', and 'Assess'. The 'CT Settings' tab is active.

The interface is divided into several sections:

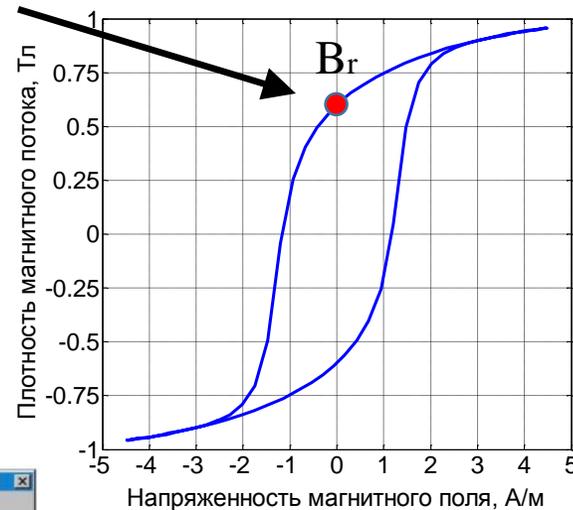
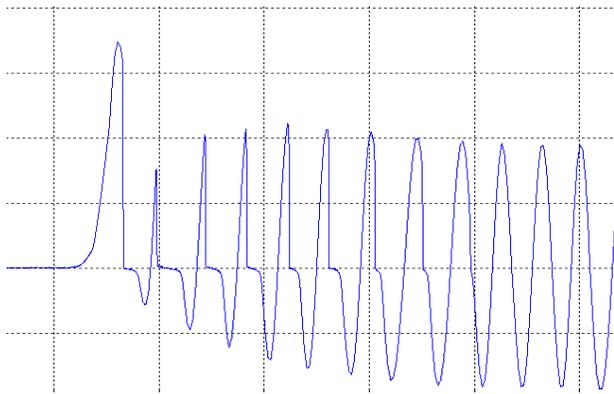
- CT Test Task:** A list of checkboxes for selecting test parameters: Rct, Polarity, Ratio, Demagnet., Excitation, Select None, and Coarse Ratio.
- CT Parameter:** Fields for entering test parameters: SN: 28108, CT Type: M, Winding: 1, S: 1, S: 2, f(Hz): 50, Ipn(A): 2000, Isn(A): 5, Burden(VA): 10.
- CT Result:** Fields for displaying test results: Rct(Ω), V-kn(V), Polarity, I-kn(A), Ratio, Coarse Ratio, and a checkbox for Ipn/Isn.
- Buttons:** 'Run' (green), 'Stop' (grey), and 'Save Report' (blue).
- Status Bar:** Shows 'OK', 'Wiring diagram', '10:46 AM', and '12/30/2022'.

Вариант применения №2. Испытания ТТ для РЗА



Вариант применения №2. Испытания ТТ для РЗА

Остаточная намагниченность



Остаточная намагниченность может сохраняться длительное время

ТПОЛ-10

ТОП-0,66

30 мин при I_H и S_H

1 мин при I_H и S_H

3 часа при $0,5I_H$ и S_H

30 мин при $0,5I_H$ и S_H

>8 часов при $0,2I_H$ и S_H

Results			
Excitation		Residual Flux(Wb):	0.000053
Knee Point:	20.839 Vrms		
Knee Point:	0.02158 Arms		
Ts:	3.711 s		
Kr:	79.32 %		
Lm:	3.881 H		
Ls:	0.084 H		
FS:	>5.502		

Вариант применения №2. Испытания ТТ для РЗА

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор



В.В. Молодюк

ПРОТОКОЛ

совместного заседания секции «Управления режимами энергосистем, РЗиА», секции «Проблемы надежности и эффективности релейной защиты и средства автоматического системного управления в ЕЭС России» НП «НТС ЕЭС» и секции 3 НТС ПАО «Россети» «Управление режимами, автоматизация и применение автоматического управления в электрических сетях» по теме " **Вопросы координации работы релейной защиты и измерительных трансформаторов тока**".

11 сентября 2015 г.

г. Москва

1. 4 ноября 2014 года при возникновении трехфазного короткого замыкания в открытом распределительном устройстве (ОРУ) 500 кВ Ростовской АЭС зафиксирована неправильная (излишняя) работа устройств релейной защиты.

•
•
•

5. Установлено, что причиной неправильной (излишней) работы устройств релейной защиты стало насыщение трансформатора SAS 550 апериодической составляющей тока короткого замыкания и наличие остаточного намагничивания его сердечников. Намагничивание произошло в процессе проведения пуско-наладочных работ.

Вариант применения №2. Испытания ТТ для РЗА

Величина $V_{нас}$, о.е.	Рассчитанное время до насыщения			Минимально необходимое время до насыщения для УРЗА, мс	Результат проверки
	Аналитический метод по паспортным данным, мс	Графо- аналитический метод по паспортным данным, мс	Результаты расчёта графо- аналитическим методом по ВАХ, мс		
0.0	6,37 (Метод неприменим)	8,8	9,4	5	Соответствует
0.86	-1,87 (Метод неприменим)	2,8	3		Не соответствует
0.36	2,64 (Метод неприменим)	6,6	7		Соответствует

Вариант применения №3. Определение неизвестных параметров

PCT200i v6.21

CT Settings | CT Excit. | CT Ratio | CT Rct/Pol./Dem./Burden | CT Auto Test | PCTest | Report | PCTest

Report Information

Head: ponovo

SN: 123 Type: LMZJ1-0.5

Time Reset: 2016-8-24 14:59:50 Winding: 1 S: 1 S: 2

Clear Result

Settings

CT Type: ?

Standard: IEC 60044-1

f(Hz): 50

T-meas(°): 25

Ipn(A): ? Burden(VA): ?

Isn(A): ? cosφ: ?

εC: ? Extention(%): 120

ALF: ? Seq: C-0

Ktd: Kssc: 3

Ts(ms): Tp(ms): 20

Seq time test(ms)

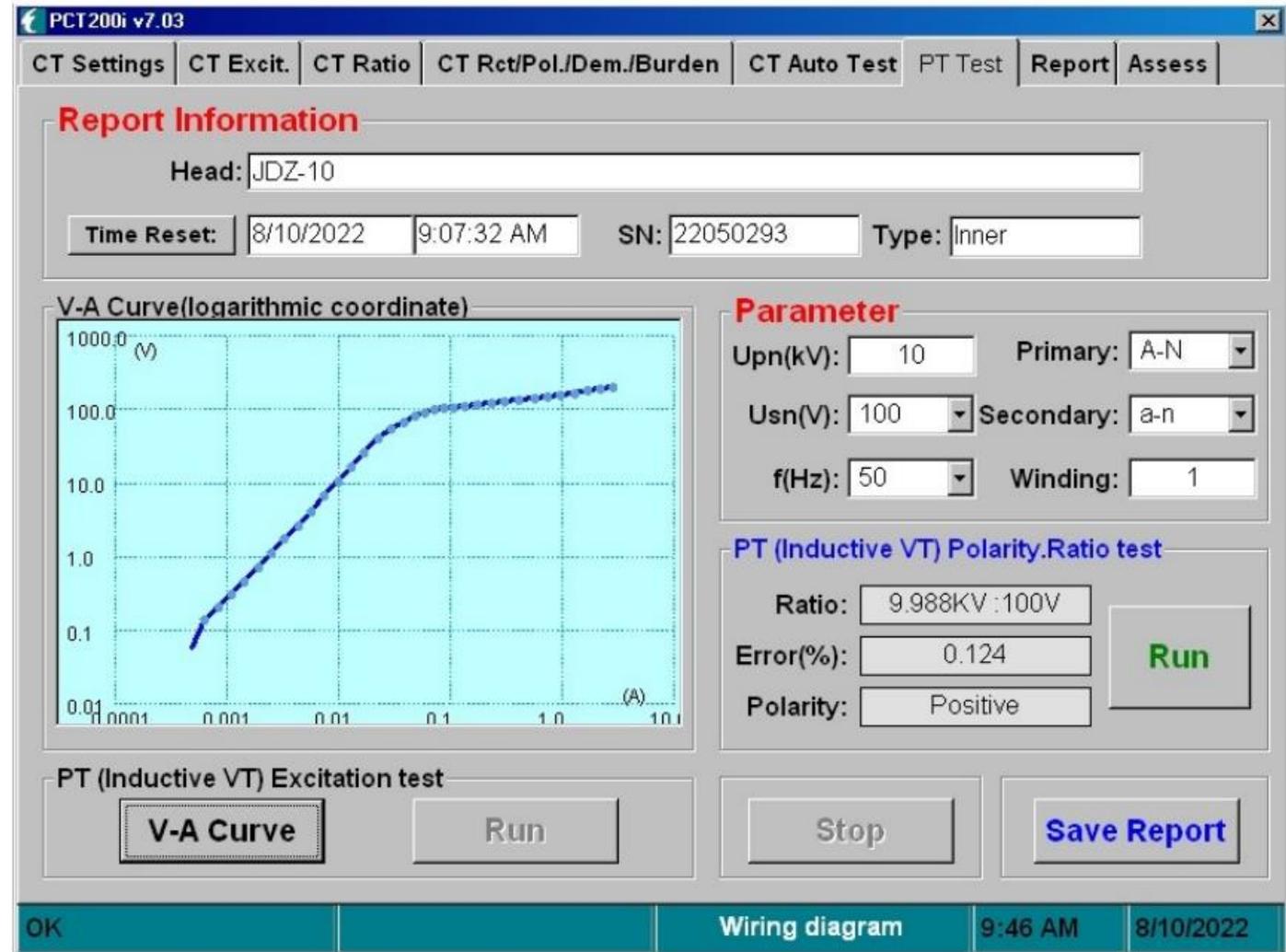
tal' 40 t' 100

t'' 100 tal'' 40 tfr 300

Вариант применения №4. Определение характеристик трансформаторов напряжения

Определяемые параметры:

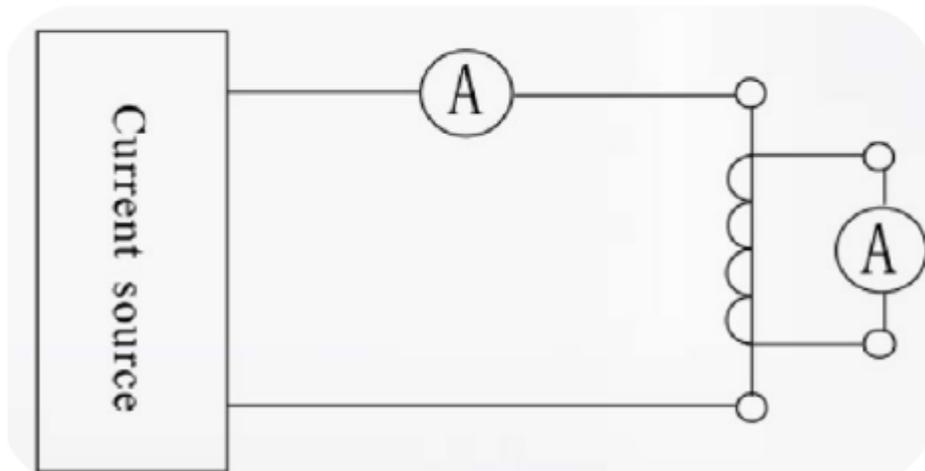
- Коэффициент трансформации
- Погрешности
- Полярность
- Характеристика намагничивания



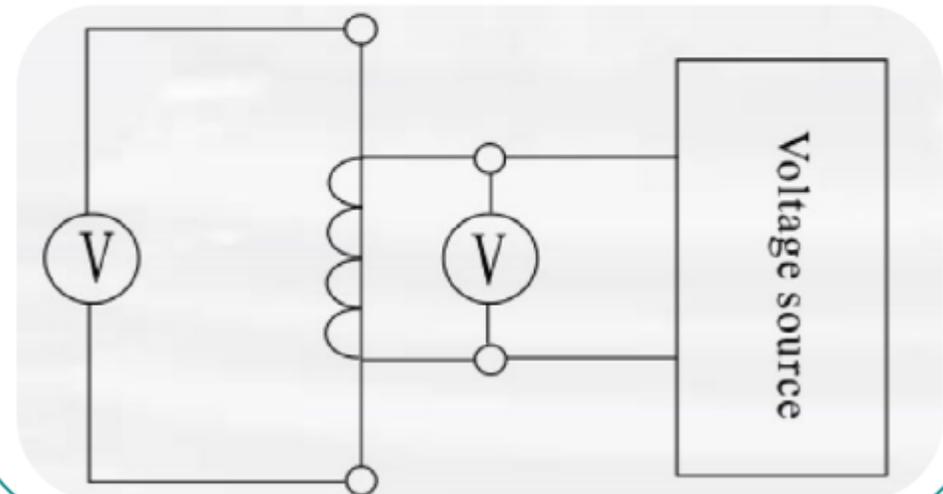
Принцип работы

Определение коэффициента преобразования

Традиционный метод



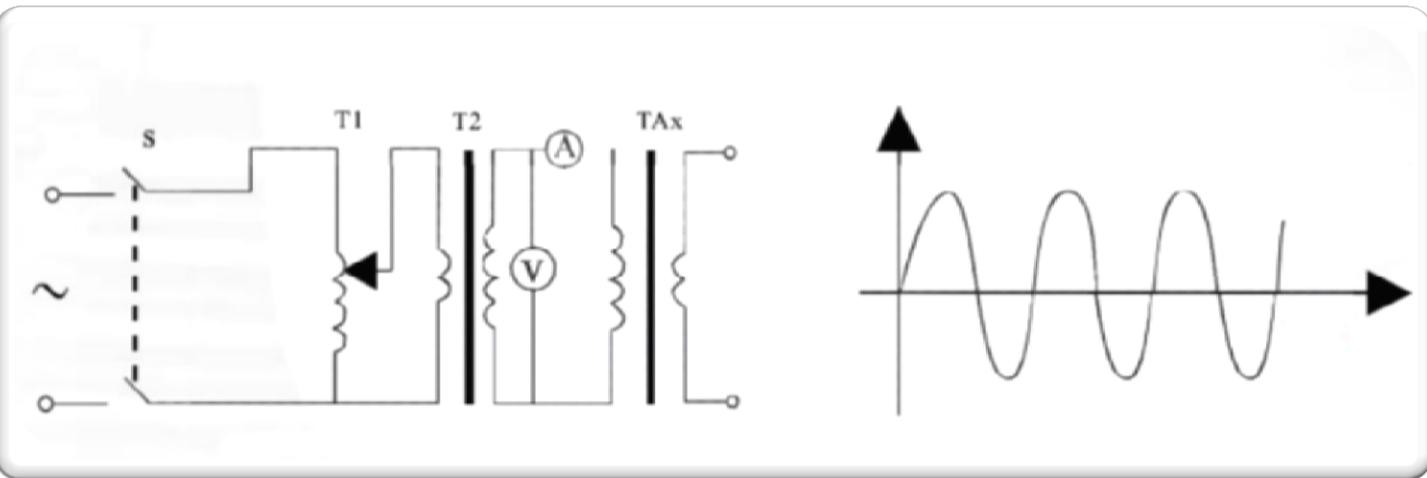
Метод PCT200



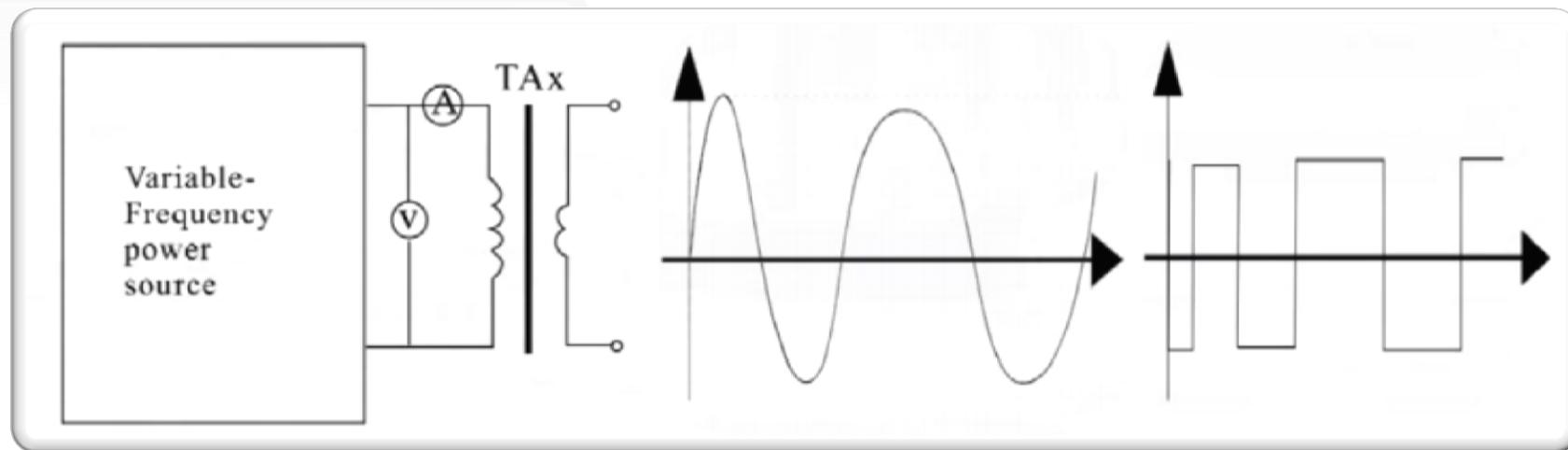
Принцип работы

Определение характеристики намагничивания

Традиционный метод



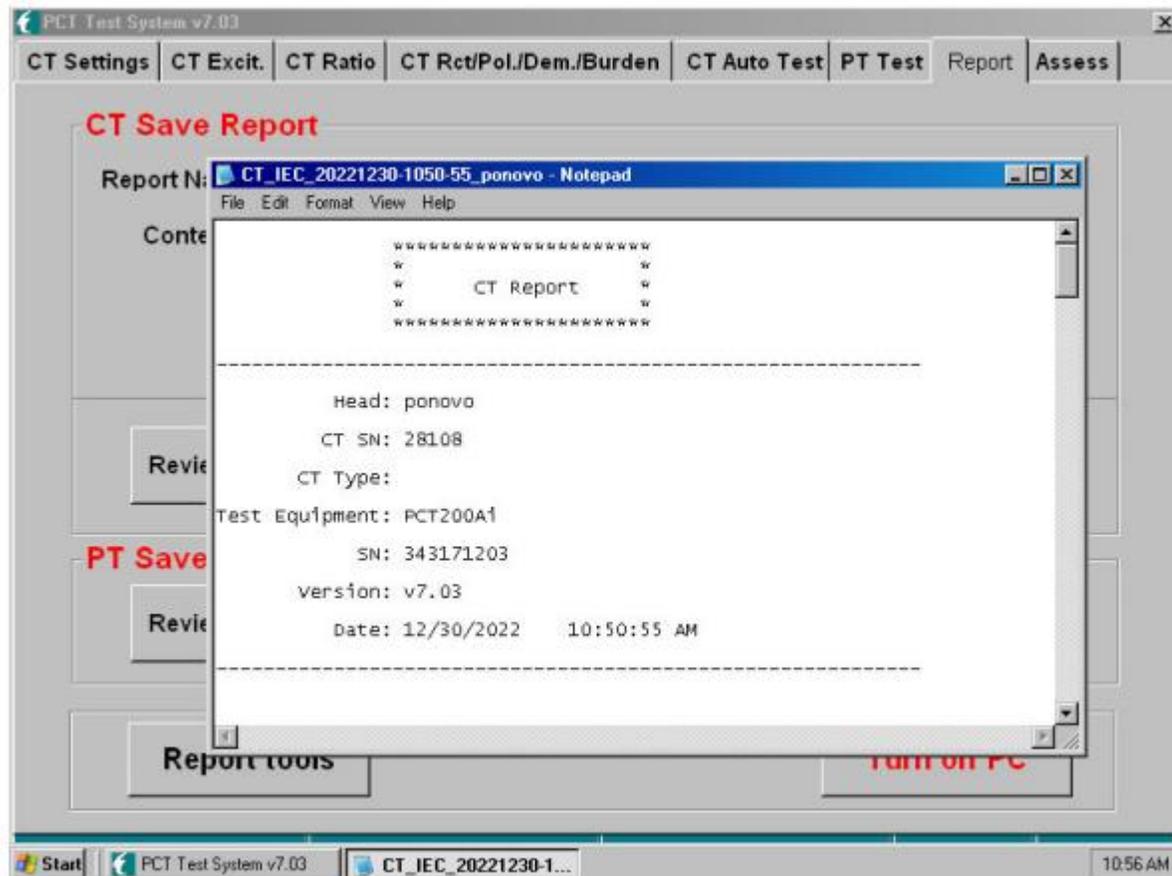
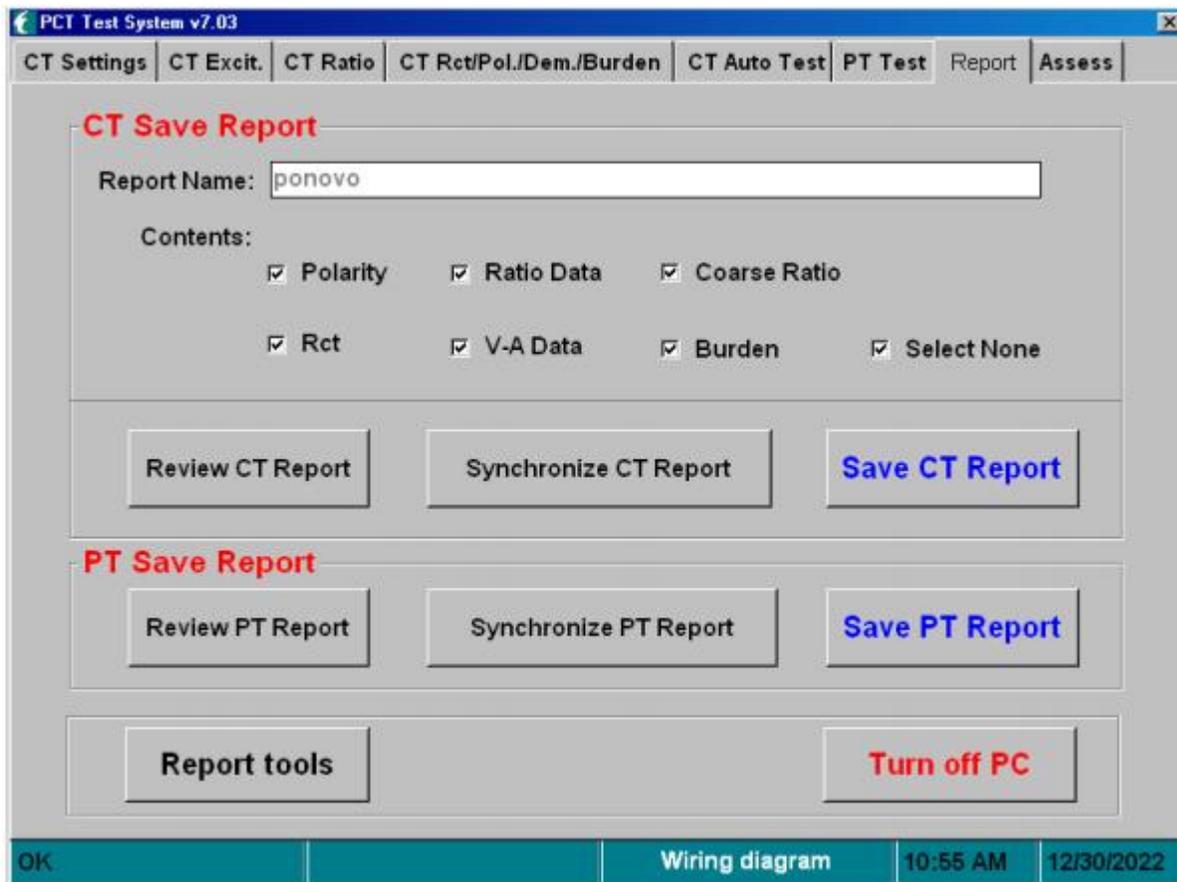
Метод PCT200



Управление прибором



Отчет об испытаниях



Отчет об испытаниях

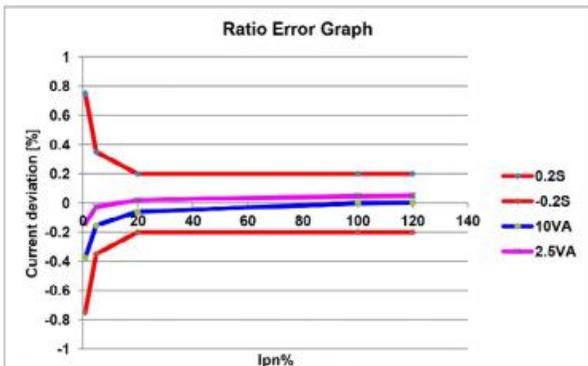
CT Report		PONOVO	
Head:	ponovo		
CT Type:			28108
Test Equipment:	PCT200A1	SN:	343171203
Version:	v7.03	Tested-Date:	2022-12-30 10:50

Settings			
CT Type:	M	Frequency (Hz):	50
Power Factor :	0.8	Primary Current (A):	2000
Secondary Current (A):	5	Rated Burden (VA):	10
CT Temperature (°C):	25	Winding:	1S1 1S2
Standard:	IEC 60044-1	Extention (%):	120
Accuracy:	0.2S	FS:	10

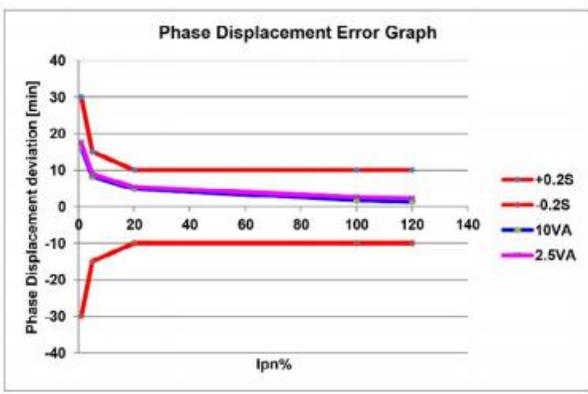
Results		
Excitation	Residual Flux(Wb): 0	
Knee Point:	12.342 Vrms	
Knee Point:	0.02661 Arms	
Ts:	2.297 s	
Kr:	82.23 %	
Lm:	2.003 H	
Ls:	0.039 H	
FS:	3.892	
Burden		
Z:		
Burden:		
Polarity		
Polarity :	Positive	
RCT		
Rmeas(25°C):	0.4629 ohm	
Rref(75°C):	0.5521 ohm	
Rref(0°C):	0.4183 ohm	
Coarse Ratio		
Coarse Ratio:		
Rated Ratio		
Ratio:	2000:4.9999	
Ratio Error :	-0.002 %	
Phase Displacement:	1.798 min	
Turn Ratio Error:	-0.139 %	
Turn Ratio:	399.444	
Guess Ratio:	2000:5	

Tested by:		Approved by:	
------------	--	--------------	--

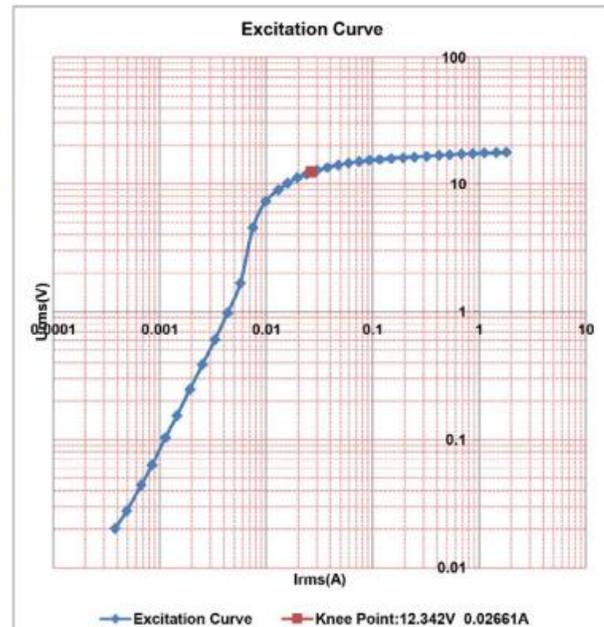
Ratio Error (%) (at Ipn%)						
VA	cosPhi	1%	5%	20%	100%	120%
10	0.8	-0.376	-0.154	-0.062	-0.002	0.003
2.5	1	-0.141	-0.028	0.018	0.046	0.049



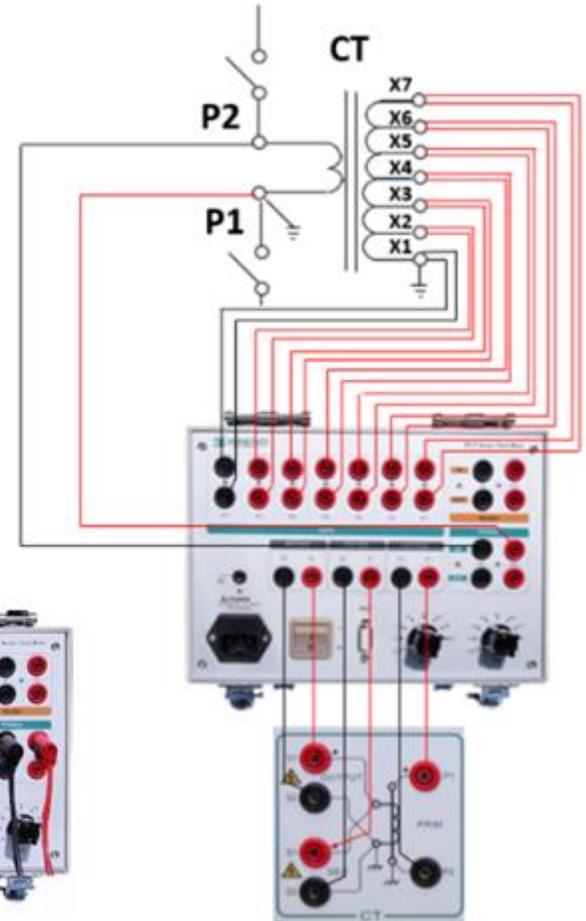
Phase Displacement(min) (at Ipn%)						
VA	cosPhi	1%	5%	20%	100%	120%
10	0.8	16.31	8.1	4.9	1.8	1.51
2.5	1	17.46	8.77	5.3	2.64	2.38



Standard	Irms	Urms	Irms	Urms	Irms	Urms
	IEC 60044-1	1.793857 A	17.6043 V	0.092572 A	15.2539 V	0.005708 A
	1.446432 A	17.5081 V	0.074156 A	14.9165 V	0.004348 A	0.9822 V
	1.110361 A	17.3682 V	0.059028 A	14.5037 V	0.003296 A	0.6044 V
	0.866054 A	17.2246 V	0.047589 A	14.0343 V	0.002519 A	0.3069 V
	0.67782 A	17.0842 V	0.037695 A	13.4132 V	0.001917 A	0.2476 V
	0.526411 A	16.8943 V	0.029922 A	12.7358 V	0.001454 A	0.1548 V
	0.41842 A	16.7185 V	0.02399 A	11.9637 V	0.00113 A	0.104 V
	0.321332 A	16.4765 V	0.019472 A	11.1156 V	0.000847 A	0.0634 V
	0.246525 A	16.259 V	0.015944 A	10.1545 V	0.00067 A	0.0444 V
	0.192522 A	16.0368 V	0.012997 A	9.9664 V	0.000491 A	0.0279 V
	0.149572 A	15.7947 V	0.009899 A	7.3063 V	0.000382 A	0.0203 V
	0.115866 A	15.5343 V	0.007513 A	4.5509 V		
User Data						



Испытания ТТ с ответвлениями



Сравнение с CT Analyzer



Трансформатор тока типа
ТЛК-СТ-10-4-0,5/10P10/0,2S-10ВА/15ВА/10ВА-100/5

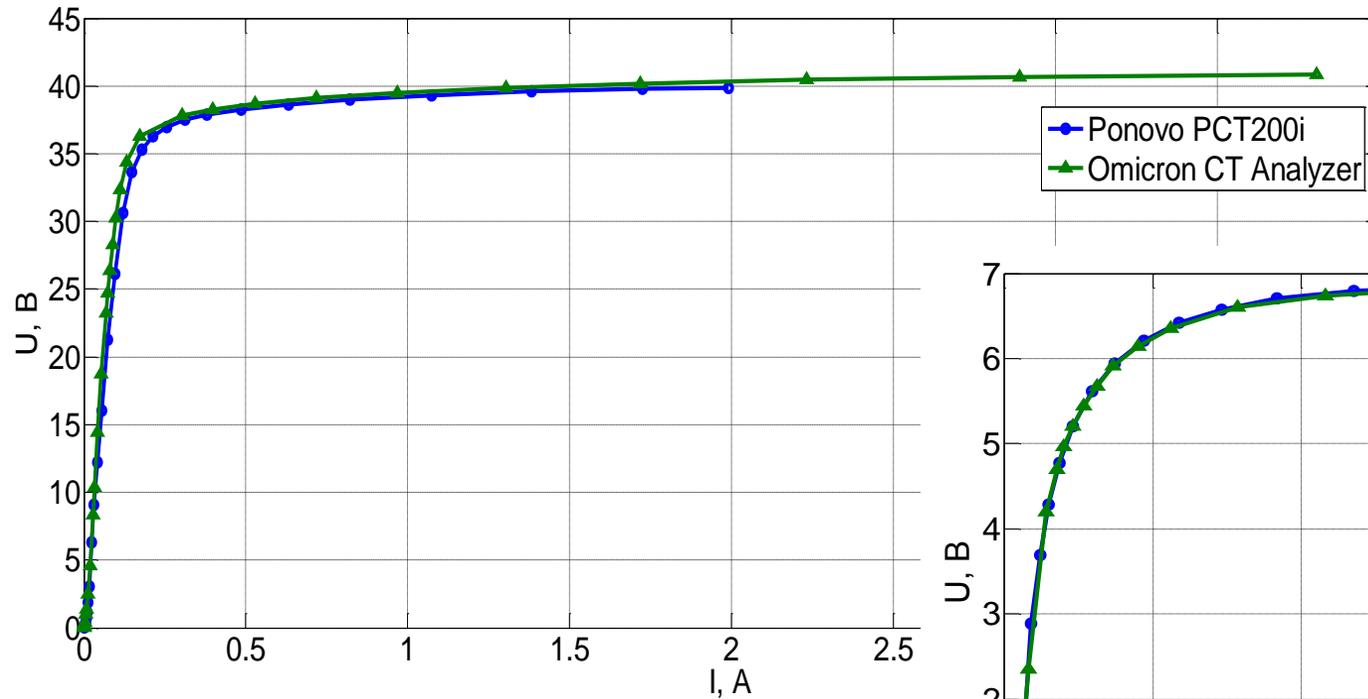
Сравнение с CT Analyzer

Характеристика / параметр	Обмотка №1 (класс 0,5)			Обмотка №2 (класс 10P)			Обмотка №3 (класс 0,2S)		
	PCT200i	CT Analyzer	ПСИ	PCT200i	CT Analyzer	ПСИ	PCT200i	CT Analyzer	ПСИ
Точка перегиба ВАХ:									
U, В	10,70	10,69	-	33,05	33,04	-	5,54	5,48	-
I, А	0,05	0,05	-	0,14	0,12	-	0,005	0,005	-
Постоянная времени вторичной цепи ТТ, с	1,48	1,41	-	1,30	1,71	-	9,94	10,81	-
Остаточная намагниченность, %	89,0	89,5	-	36,1	31,5	-	63,9	62,3	-
Коэффициент предельной кратности	>5,20	5,19	-	>10,26	>10,46	-	2,78	2,76	-
Индуктивность насыщения, Гн	0,69	0,66	-	0,44	0,42	-	4,48	4,90	-
Сопротивление вторичной обмотки, Ом:									
25 °С	0,123	0,126	0,111	0,174	0,179	0,163	0,110	0,112	0,098
40 °С	0,131	-	-	0,185	-	-	0,116	-	-
75 °С	0,147	0,151	-	0,208	0,213	-	0,131	0,133	-

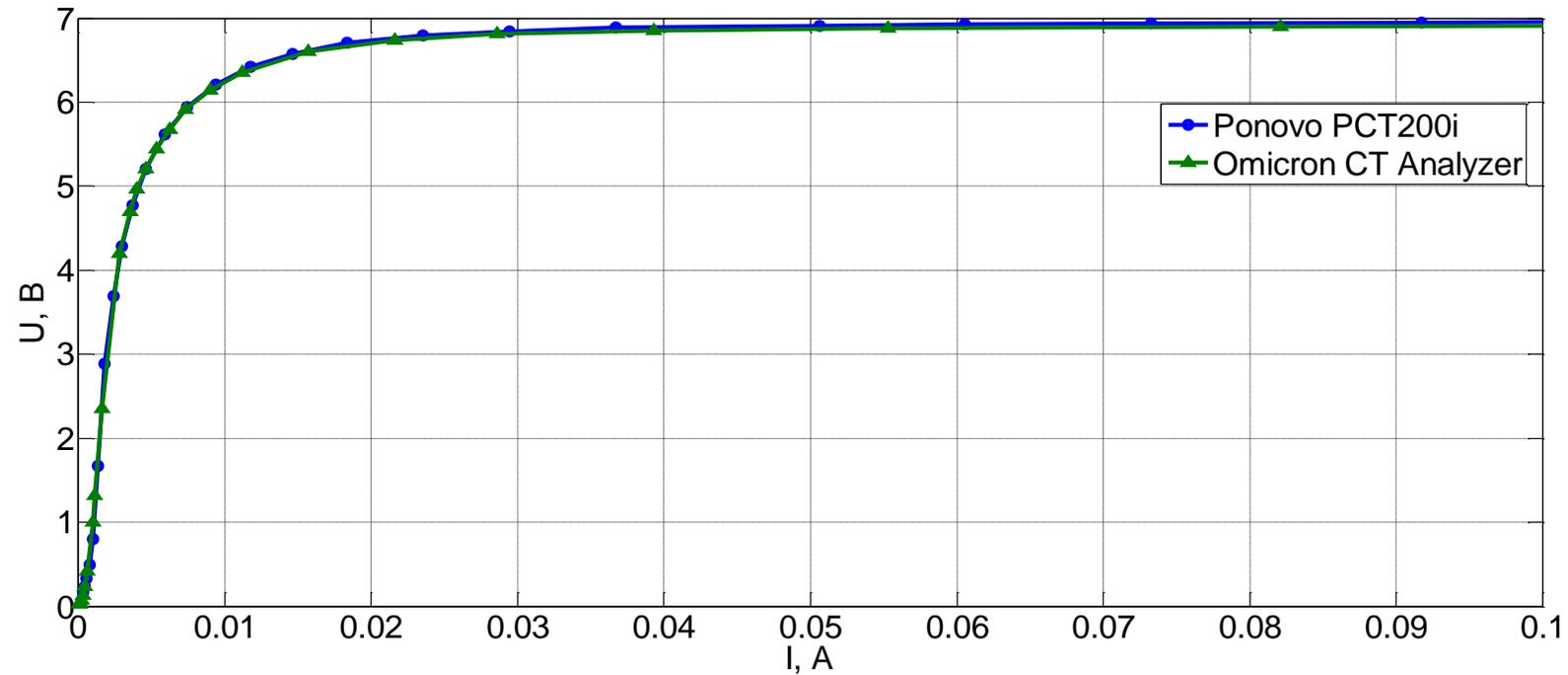
Сравнение с СТ Analyzer

Характеристика / параметр	Обмотка №1 (класс 0,5)			Обмотка №2 (класс 10P)			Обмотка №3 (класс 0,2S)		
	PCT200i	СТ Analyzer	ПСИ	PCT200i	СТ Analyzer	ПСИ	PCT200i	СТ Analyzer	ПСИ
Погрешность коэффициента преобразования, %:									
1% I _H	-	-	-	-	-	-	-0,06	-0,06	-0,05
5 % I _H	-0,35	-0,42	-0,45	-	-	-	-0,06	-0,06	-0,06
20 % I _H	-0,21	-0,22	-0,24	-	-	-	-0,06	-0,05	-0,04
100 % I _H	-0,09	-0,09	-0,13	-0,37	-0,32	-0,41	-0,04	-0,04	-0,03
120 % I _H	-0,08	-0,08	+0,09	-	-	-	-0,04	-0,03	-0,04
Угловая погрешность, мин:									
1% I _H	-	-	-	-	-	-	3,7	3,5	4,0
5 % I _H	14,9	11,6	13,0	-	-	-	3,1	2,9	3,0
20 % I _H	7,7	6,8	8,0	-	-	-	1,6	1,5	2,0
100 % I _H	3,3	3,4	3,0	4,9	3,7	5	0,3	0,4	1,0
120 % I _H	2,8	2,9	3,0	-	-	-	0,3	0,4	1,0
Витковый коэффициент	19,956	19,957	-	19,997	20,003	-	20,001	20,001	-
Погрешность по виткам вторичной обмотки, %	-0,22	-0,22	-	-0,02	0,01	-	-0,006	0,003	-

Сравнение с CT Analyzer



Обмотка класса 10P



Обмотка класса 0.2S

Сертификация в Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФОНД ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Данные по разделу

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «01» марта 2023 г. № 451

Лист № 1
Всего листов 6

Регистрационный № 88383-23

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы трансформаторов тока PCT200

Назначение средства измерений

Анализаторы трансформаторов тока PCT200 (далее – анализаторы) предназначены для измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока синусоидальной формы, электрического сопротивления постоянному току, коэффициента трансформации трансформаторов тока, угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока и воспроизведений среднеквадратических значений напряжения и силы переменного тока синусоидальной формы с целью определения по ним параметров измерительных трансформаторов тока.

Описание средства измерений

Принцип действия анализаторов основан на сравнении двух сигналов силы или напряжения переменного тока синусоидальной формы, один из которых формируется с помощью встроенного генератора и подается на вторичную обмотку измерительного трансформатора тока, а второй, формируемый первичной обмоткой трансформатора тока, измеряется встроенным вольтметром. Полученные сигналы преобразуются встроенными аналогово-цифровыми преобразователями в цифровой код и сравниваются встроенным микропроцессором анализаторов по действующему алгоритму.

Конструктивно анализаторы состоят из измерительного блока, состоящего из жидкокристаллического дисплея, на котором отображается графический интерфейс пользователя, разъемов для подключения первичной и вторичной обмоток трансформаторов тока, клавиш управления и интерфейсных разъемов.

Анализаторы выпускаются в модификациях: PCT200Ai и PCT200i, отличающихся пределами допускаемых погрешностей измерений.

Серийный номер анализаторов наносится на маркировочную наклейку типографским методом в виде буквенно-цифрового кода.

Общий вид анализаторов с указанием места нанесения знака утверждения типа, места нанесения серийного номера представлен на рисунках 1 и 2. Нанесение знака поверки на анализаторы в обязательном порядке не предусмотрено. Пломбирование мест настройки (регулировки) анализаторов не предусмотрено.

Основные атрибуты

Название	Значение
Номер в госреестре	88383-23
Наименование СИ	Анализаторы трансформаторов тока
Обозначение типа СИ	PCT200
Номер записи	190410
Дата опубликования	01.03.2023

Страна и предприятие-изготовитель

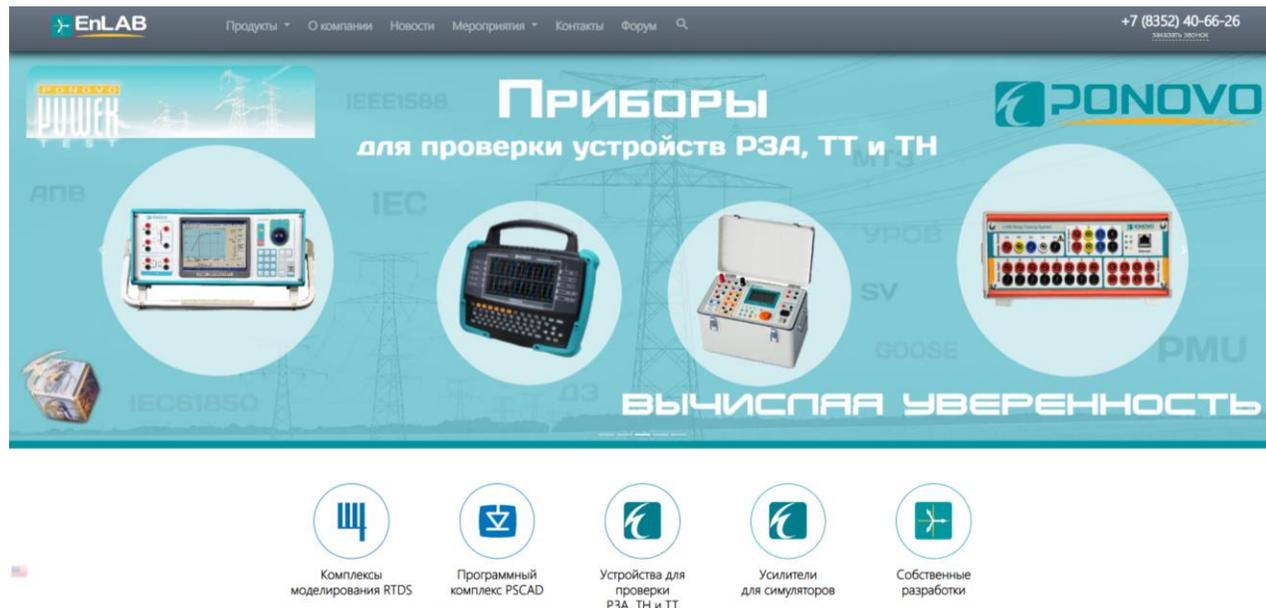
Название	Значение
Изготовитель	PONOVO POWER CO.LTD., Китай

Общее

Название	Значение
Описание типа	2023-88383-23.pdf
Методики поверки	2023-mp88383-23.pdf
Процедура	Стандартная
Сведения о типе СИ	Срок свидетельства
Срок свидетельства	01.03.2028

Литература

- 1 Яблоков А.А., Панащатенко А.В., Шамис М.А., Иванов Ф.А. Актуальность применения средств автоматического определения характеристик трансформаторов тока // Релейная защита и автоматизация. – № 2. – 2022 г. – С. 50-55.
- 2 Сайт ЗАО «ЭнЛАБ»
<https://ennlab.ru/products/pct200/>



ПРАКТИКА | Диагностика

Авторы:
к.т.н. Яблоков А.А.,
Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина,
г. Иваново, Россия,
Панащатенко А.В.,
ООО НПО «Цифровые измерительные трансформаторы»,
г. Иваново, Россия,
к.т.н. Шамис М.А.,
Иванов Ф.А.,
ЗАО «ЭнЛАБ»,
г. Чебоксары, Россия.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА

Аннотация: исследования трансформаторов тока (ТТ) на соответствие требованиям ГОСТ Р 58669-2019 при переходных процессах показали необходимость измерения параметров ТТ во всем диапазоне их работы. Для этого целесообразно использование специализированных средств анализа характеристик ТТ. В статье представлены основные требования и функциональные возможности двух наиболее известных в России таких анализаторов PCT200 и CT Analyzer.

Ключевые слова: автоматическое снятие характеристик ТТ, остаточная намагниченность, время до насыщения ТТ, PCT200, CT Analyzer.



Яблоков
Андрей Анатольевич
В 2012 г. окончил ИГЭУ, кафедра «Системы управления».
В 2016 г. там же защитил кандидатскую диссертацию на тему «Разработка и исследование первичного преобразователя напряжения измерительного трансформатора для цифровой подстанции 110-220 кВ». Доцент кафедры «Автоматическое управление электроэнергетическими системами» ИГЭУ.

Введение

Документация по нормам испытания электрооборудования [1-3] регламентирует необходимость определения характеристик ТТ при вводе в эксплуатацию, после восстановительного или капитального ремонта электрооборудования, а также при периодическом технологическом обслуживании ТТ, которое проводится не реже, чем 1 раз в 8 лет. В ходе испытаний и технического обслуживания ТТ [1-4] определяется полярность выводов первичной и вторичной обмоток, вольт-амперная характеристика (ВАХ), коэффициент трансформации, сопротивление вторичных обмоток постоянному току, погрешности преобразования тока и др.

Анализ аварийных ситуаций, произошедших из-за ложного срабатывания релейной защиты на Ростовской АЭС в 2014 г. и ПС «Тамань» в 2018 г., инициировал обновление требований, предъявляемых к работе ТТ в переходных режимах, и проведение исследований по определению времени до насыщения магнитопровода ТТ на электроэнергетических объектах [5] в соответствии с введённым впервые ГОСТ Р 58669-2019 [6]. Указанный стандарт регламентирует определение времени до насыщения ТТ как при отсутствии, так и при наличии максимально возможного значения остаточной намагниченности. Данный параметр также должен определяться при исследовании ТТ для до-

стижения максимальной точности в определении времени до насыщения.

В международных стандартах для ТТ, предназначенных для работы в переходных режимах, вводятся дополнительные параметры (постоянная времени вторичной цепи, номинальная эквивалентная предельная вторичная электродвижущая сила (ЭДС) и др.), которые должны быть указаны в эксплуатационной документации и необходимы для выбора ТТ при проектировании энергообъекта [7-9].

В связи с вышесказанным актуальным является использование переносных приборов, позволяющих определять все указанные выше параметры ТТ в автоматическом режиме.

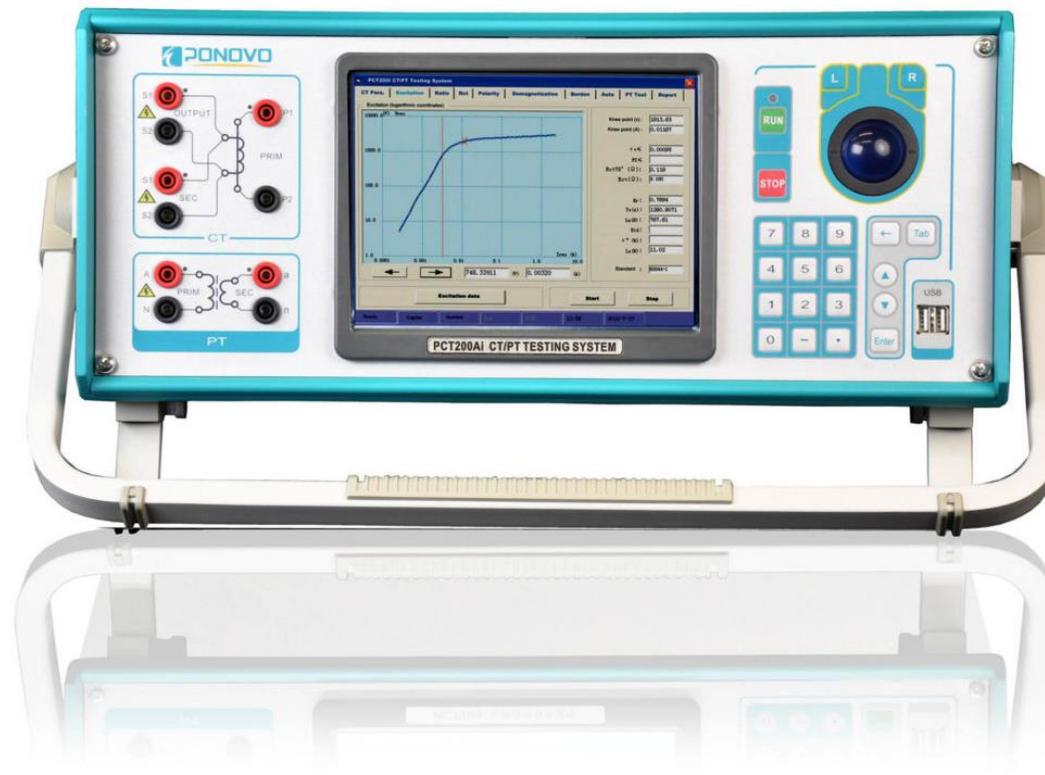
Исследование эксплуатационных характеристик ТТ

В рамках выполнения договорных работ авторами статьи были проведены исследования 996 трёхфазных комплектов ТТ, установленных на пятнадцати энергообъектах Российской Федерации. По полученной эксплуатационной документации было установлено, что, в основном, определение ВАХ ТТ производится в соответствии с минимальными требованиями нормативной документации [2] и только по трем точкам до начала насыщения магнитопровода ТТ. Определенные точки перегиба ВАХ, соответствующие насыщению магнитопровода,

Заключение

Преимущества использования:

- ✓ Автоматическая проверка ТТ
- ✓ Большое количество определяемых параметров ТТ
- ✓ Определение вольтамперной характеристики до 45 кВ
- ✓ Низкие массогабаритные показатели
- ✓ Определение неизвестных паспортных данных ТТ
- ✓ Формирование отчета по испытаниям
- ✓ Проверка ТТ с коэффициентом трансформации до 30000:1 или 45000:5



- ✓ **Внесен в Единый реестр средств измерений РФ**
- ✓ Размагничивание ТТ после проверки

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Семейство приборов для испытаний трансформаторов тока и напряжения

PONOVO PCT200

