

# Энергосберегающие технологии



Энергосберегающее оборудование, которое решает проблемные вопросы электроснабжения, экономит электроэнергию в условиях реальных нелинейных нагрузок электроснабжения



ООО «Энергосберегающие Технологии» считает своей основной задачей разработку, производство и продвижение на рынке энергосбережения, созданной на уровне изобретений, современной, высокотехнологичной электротехнической продукции.

Трехфазные фильтросимметрирующие нормализаторы ТСТ2 и ТСТ2Р

**Трёхфазные фильтросимметрирующие нормализаторы (трансформаторы) переменного напряжения типа ТСТ2 и ТСТ2Р (в основе патенты РФ №2314620, 2321133 и патентные заявки № 2010139219, 2010151247)**

Трёхфазные фильтросимметрирующие нормализаторы ТСТ2 и ТСТ2Р (энергосберегающие устройства) предназначены для обеспечения заданного качества электрической энергии систем электроснабжения промышленных предприятий, электроприёмников коттеджей, офисов, отдельно запитываемых зданий, при их электроснабжении, как от питающей сети, так и от автономных (резервных) источников электроэнергии, в том числе обеспечивают:

- Установившееся отклонение фазных и линейных напряжений в соответствии с ГОСТ 13109-97;
- Выравнивание (симметрирование) фазных напряжений в питающей сети 380В - если например фазные напряжения равны 160,212,257В, то после подключения стабилизатора напряжения будут 209,215,220В, и устранение перекоса фазных напряжений из-за неуравновешанности напряжения питающей сети и несимметрии токов нагрузки по фазам;
- Снижение потерь электрической энергии (5-20)% и сопротивления нулевой последовательности (сопротивления петли фаза – нуль);
- Создание устойчивой нулевой точки и преобразование двух фаз в три при пропадании одной из фаз (для исп.2.);
- Улучшение гармонического состава выходного фазного напряжения путём фильтрации третьей кратных ей и других высших гармоник-источниками которых являются современные системы освещения, компьютерные и другие нелинейные нагрузки;
- Подавление высоковольтных импульсов напряжения (грозовых, коммутационных);
- Сглаживание скачков и снижение провалов напряжения;
- Работу дизель – генераторов при несимметрии токов нагрузки по фазам до 100%;
- Снижение вероятности возникновения пожара в результате замыканий в электрической сети и разгрузки по току в нулевом проводе;
- Обеспечивают работу при температуре окружающей среды в диапазоне от - 45С до +45С;

Нормализаторы обеспечивают нормальную работу оборудования при линейном напряжении сети в диапазоне (352 - 418) В для ТСТ2 и (330 – 440)В для ТСТ2Р, при этом фазные напряжения могут изменяться от 140 до 270В

Массогабаритные характеристики фильтросимметрирующих нормализаторов ТСТ2 последовательно-параллельного включения

## Тип трансформатора и габаритные размеры:

ТСТ2 – 6,3	490x210x380 мм	30 кг	ТСТ2- 160	625x505x725 мм	190 кг
ТСТ2 – 10	490x210x380 мм	40 кг	ТСТ2 -200	625x505x725 мм	220 кг
ТСТ2 - 16	490x210x380 мм	50 кг	ТСТ2 - 250	760x720x790 мм	250 кг
ТСТ2 - 25	550x260x460 мм	60 кг	ТСТ2 - 400	760x720x790 мм	390 кг
ТСТ2 - 40	550x260x460 мм	80 кг	ТСТ2 -630	910x750x840 мм	650 кг
ТСТ2 - 63	550x260x460 мм	95 кг	ТСТ2 - 1000	910x750x840 мм	730 кг
ТСТ2 - 100	550x260x460 мм	130 кг			

Фильтросимметрирующие нормализаторы (трансформаторы) переменного напряжения типа ТСТ2 изготавливаются по двум вариантам исполнения, а именно исп.1- с последовательно-параллельным включением и исп.2 – с параллельным включением, а ТСТ2Р только исп.1.

Фильтросимметрирующие нормализаторы ТСТ2Р в отличии от ТСТ2:

Позволяют корректировать величину выходного напряжения в сторону по-вышения или понижения на 5%. При необходимости этот уровень корректировки может быть изменен. Изготавливаются в зависимости от величины корректирующих напряжений по индивидуальным заказам.

При последовательно-параллельном включении трансформатор ТСТ2 и (ТСТ2Р) размещают между источником электрической энергии (питающая сеть или автономный источник энергии) и электроприемниками – потребителями электрической энергии.

При параллельном подключении трансформатор ТСТ2 подключается параллельно источнику электрической энергии и нагрузке.

Фильтросимметрирующие трансформаторы ТСТ2 позволяют осуществлять эффективное уравнивание напряжений, осуществлять разгрузку по току в нулевом проводе (существенно снижая потери электрической энергии), фильтрацию гармоник кратных третьей при параллельном подключении на вторичной стороне питающих трансформаторов и особенно эффективны при схеме соединения звезда – звезда с нулем.

Применение фильтросимметрирующих трансформаторов - нормализаторов переменного напряжения с последовательно параллельным включением, особенно целесообразно в системе с автономными источниками электроэнергии дизель-генераторными установками, источниками бесперебойного питания, существенно влияет на увеличение срока службы, надежности этих изделий и снижая потери электрической энергии в них.

В административных, муниципальных и офисных зданиях, при параллельном включении, для повышения энергоэффективности применения, трансформаторы следует располагать на входе в здание и или как можно ближе к источникам токов высших гармоник ( на зажимы нелинейных приемников электрической энергии - таких как современные системы освещения, компьютерная техника и др). Допускается применение фильтросимметрирующих трансформаторов, как встроенные изделия в шкафы, щиты управления и АВР с учетом соблюдения правил подключения и безопасности согласно ПУЭ.

При определении количества трансформаторов их мощностей должны учитываться суммарная мощность нелинейных электроприемников, коэф-фициент мощности, несимметрия по нагрузкам, значение сопротивления нулевой последовательности (сопротивления петли «фаза-нуль»), мощность питающего трансформатора, его схема соединений и расстояние до него.

Для удаленных от питающего трансформатора на значительное расстояние зданий коттеджей, электроприемников целесообразно применение фильтросимметрирующих трансформаторов ТСТ2 (ТСТ2Р) с последовательно – параллельным включением и организацией искусственного нулевого провода.

### **Модификации фильтросимметрирующих трансформаторов ТСТ2, ТСТ2Р:**

Модификация ТСТ2-1 - с разделением путей протекания токов нулевой последовательности для нелинейных несимметричных и линейных нагрузок (не искажающих форму кривой напряжения) путем вынесения их на отдельные нулевые фазы.

Диапазон мощностей от 10 до 1000 кВА.

Модификация ТСТ2Р-2 - с вынесением на отдельные шины (выходы ТСТ2Р) и разделением несимметричных нелинейных нагрузок на две примерно равные группы и фазосмещением. Диапазон мощностей от 25 до 400 кВА.

Модификация ТСТ2Р-2Ф - фильтросимметрирующие нормализаторы (трансформаторы) фазных и линейных напряжений одновременно. Диапазон мощностей от 25 до 400кВА.

Модификация ТСТ2Р-Р (РАЗРАБОТКА!!!) - регулируемые фильтросимметрирующие трансформаторы, обеспечивающие плавную регулировку и установку необходимого уровня напряжений на выходе. Диапазон мощностей от 10 до 200 кВА.

Модификация ТСТ2Р-С (РАЗРАБОТКА!!!) - фильтросимметрирующие нормализаторы с функцией автоматической стабилизации переменного напряжения. Диапазон мощностей от 10 до 200 кВА.

### **Примеры условных обозначений трансформатора при заказе и в технической документации:**

Трансформатора типоразмера ТСТ2 с номинальной мощностью нагрузки 100 кВА, с номинальным напряжением сетевой обмотки 380В, климатического исполнения У2, с последовательно-параллельным включением: Трансформатор ТСТ2-100/0,5 У2-1 ТУ 3411-001-69172878-2010;

Трансформатора типоразмера ТСТ2 с номинальной мощностью нагрузки 40 кВА, с номинальным напряжением сетевой обмотки 380В, климатического исполнения У2, с параллельным включением: Трансформатор ТСТ2-40/0,5 У2-2 ТУ 3411-001-69172878-2010;

Трансформатора типоразмера ТСТ2-0 с номинальной мощностью однофазной нагрузки 10 кВА и номинальным напряжением нагрузки 220 В, климатического исполнения У2, с последовательно-параллельным включением: Трансформатор ТСТ2-0-10/0,5 У2-1 ТУ 3411-001-69172878-2010;

Трансформатора типоразмера ТСТ2Р с номинальной мощностью нагрузки 25 кВА, с номинальным напряжением сетевой обмотки 380В, климатического исполнения У2, с последовательно-параллельным включением, с силовой вольтодобавочной обмоткой: Трансформатор ТСТ2Р-25/0,5 У2-1 ТУ 3411-001-69172878-2010.

### **Технические характеристики:**

1.1 Типы трансформаторов и их основные параметры приведены в таблицах 1,2 и 3 для ТСТ2 и ТСТ2Р. Допускаемые отклонения значений параметров по ГОСТ 16772.

1.2 Благодаря низкому сопротивлению нулевой последовательности, (выполняется схемой соединения, конструктивным исполнением обмоток и соотношением размеров магнитопровода) обеспечивается стабилизация нулевой точки, фильтрация третьей и кратных ей высших гармоник и эффективное демпфирование несимметричных по фазам колебаний напряжения.

1.3 Подавление пятой, седьмой и других, а не только третьей и кратных ей высших гармоник, создаваемых нелинейными нагрузками обеспечивается в модификации ТСТ2Р-2 за счет фазосмещения между двумя системами питания и разделения нагрузок.

### **Трехфазные автономные источники электрической энергии:**

**Дизель - генераторные установки газовые, бензиновые и трехфазные источники бесперебойного питания и преимущества их совместного применения с фильтросимметрирующими трансформаторами ТСТ2, ТСТ2Р и их модификациями**

Применение в системе автономного электроснабжения фильтросимметрирующих трансформаторов ТСТ2, ТСТ2Р и их модификаций позволяет:

1. Нормализовать фазные и линейные напряжения при несимметрии токов нагрузки как установившихся, так и динамических режимов работы.

2. Обеспечить нормальную работу генераторов при несимметрии токов нагрузки, существенно превышающую допустимую (20-25%).

3. Уменьшить провалы и скачки напряжения при включении и отключении нагрузок.

4. Обеспечить длительную работу автономных источников электрической энергии при превышении нагрузки по одной из фаз до 50% мощности генератора.

5. Снизить потери электрической энергии из-за снижения сопротивления, уменьшения гармоник и повысить надежность автономных источников электрической энергии и электроприемников за счет фильтрации высших гармоник, нормализации напряжения и уменьшения отказов электрооборудования в сетях с несимметричными и нелинейными нагрузками.



6. Исключить протекание токов нулевой последовательности, создающих дополнительное подмагничивание стали, ухудшение характеристик генераторов и дополнительный нагрев сердечников и обмоток.

7. Обеспечить электромагнитную совместимость электронного и силового оборудования с автономными источниками электрической энергии.



### **Кратко о негативном влиянии несимметрии напряжений, токов и высших гармоник на работу электродвигателей, генераторов, трансформаторов, выпрямителей и установок для компенсации реактивной мощности.**

Известно: несимметрия линейных напряжений 4% сокращает срок службы асинхронных электродвигателей в 2 раза. При несимметрии напряжений больше или равной 5% резко увеличиваются вибрация двигателей и нагрев их обмоток.

Несимметрия напряжения в 1% создает несимметрию токов в обмотках электродвигателей 7-9%, а это дополнительные потери и уменьшение полезного момента.

Уменьшение полезного момента примерно равно квадрату коэффициента несимметрии напряжения.

При наличии в питающем напряжении электродвигателей высших гармоник, возникает перегрев за счет дополнительных потерь как в статоре так и в роторе.

Трехфазные синхронные генераторы очень чувствительны к несимметрии токов. Несимметрия токов трехфазных генераторов приводит к колебаниям активной мощности, механическим перенапряжениям вала, к износу и разрушению подшипниковых щитов, повышенному расходу дизельного топлива дизель-генераторных установок. Согласно ГОСТа на электрические машины длительная работа при несимметрии токов генератора превышающей 20-25% не допустима.

При наличии в сети высших гармоник, вызываемыми мощными нелинейными нагрузками, возникают дополнительные потери активной мощности, что приводит к перегреву генератора и снижению КПД

Несимметрия входных напряжений питающего трансформатора, как и токов нагрузки приводит, к появлению неуравновешанности и несимметрии выходных напряжений. В зависимости от схемы соединения обмоток могут возникнуть условия перегрева магнитопровода и обмоток. Трансформаторы с нулевым выводом могут существенно перегреваться токами высших гармоник нулевой последовательности, особенно третьей гармоникой.

Несимметрия напряжений и высшие гармоники увеличивают диэлектрические потери в конденсаторах установок для компенсации реактивной мощности из-за того, что их сопротивление с ростом гармоник уменьшается по экспоненциальному закону, что вызывает повышение температуры и сокращение срока службы конденсаторов.

Несимметрия напряжений и высшие гармоники усложняют работу установок для компенсации реактивной мощности из-за возможного резонанса токов в сети, который возможен на двух частотах.

Таблица 1 – Типы и основные параметры трансформаторов ТСТ2 последовательно-параллельного включения

Обозначение типа трансформатора				Ток холостого хода, А	Потери холостого хода, кВА	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %
	Номинальная мощность нагрузки, кВА	Номинальное напряжение, В	Коэффициент полезного действия, %			
ТСТ2-10	10	380	98,5	0,35	0,045	2
ТСТ2-16	16		98,5	0,45	0,055	
ТСТ2-25	25		98,8	0,55	0,080	
ТСТ2-40	40		98,8	0,7	0,095	
ТСТ2-63	63		99,2	1,1	0,110	
ТСТ2-100	100		99,2	1,3	0,130	
ТСТ2-160	160		99,2	1,7	0,200	
ТСТ2-250	250		99,5	2,2	0,230	
ТСТ2-400	400		99,5	3,1	0,290	
ТСТ2-630	630		99,5	4,5	0,350	
ТСТ2-1000	1000		99,7	5,7	0,450	

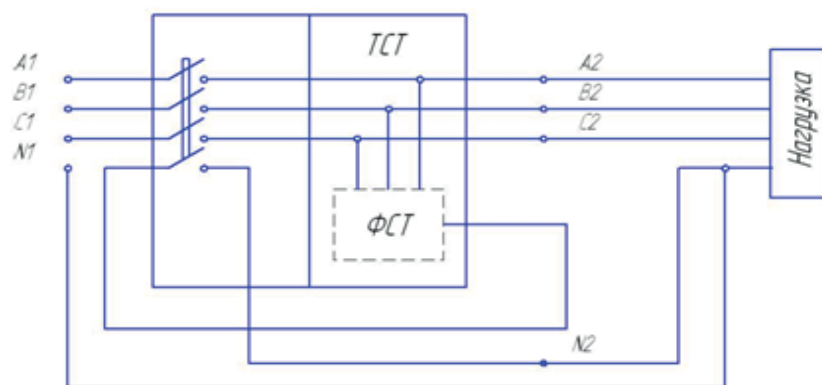
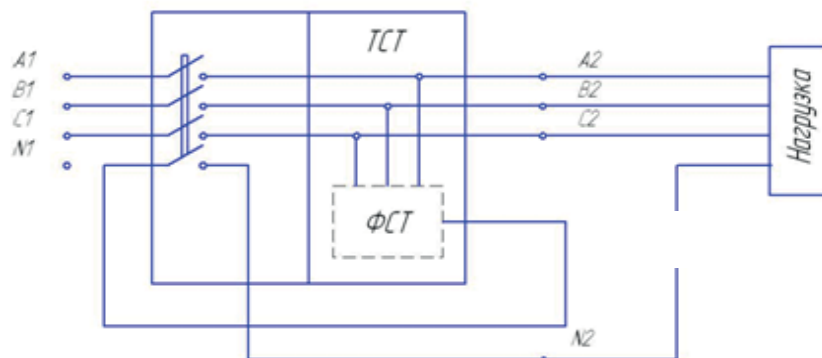
Таблица 2 – Типы и основные параметры трансформаторов ТСТ2Р

Обозначение типа трансформатора	Номинальная мощность нагрузки, кВА	Номинальное напряжение, В	Напряжение вольтодобавочной обмотки, % от номинального	Коэффициент полезного действия, %	Ток холостого хода, А	Потери холостого хода, кВА	Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности, %
ТСТ2Р-10	10	380	5	98,5	0,35	0,045	2
ТСТ2Р-16	16			98,5	0,45	0,055	
ТСТ2Р-25	25			98,8	0,7	0,080	
ТСТ2Р-40	40			98,8	0,9	0,095	
ТСТ2Р-63	63			99,2	1,1	0,110	
ТСТ2Р-100	100			99,2	1,3	0,130	
ТСТ2Р-160	160			99,2	1,7	0,200	
ТСТ2Р-250	250			99,5	2,2	0,230	
ТСТ2Р-400	400			99,5	3,1	0,290	
ТСТ2Р-630	630			99,5	4,5	0,350	
ТСТ2Р-1000	1000			99,7	5,7	0,450	

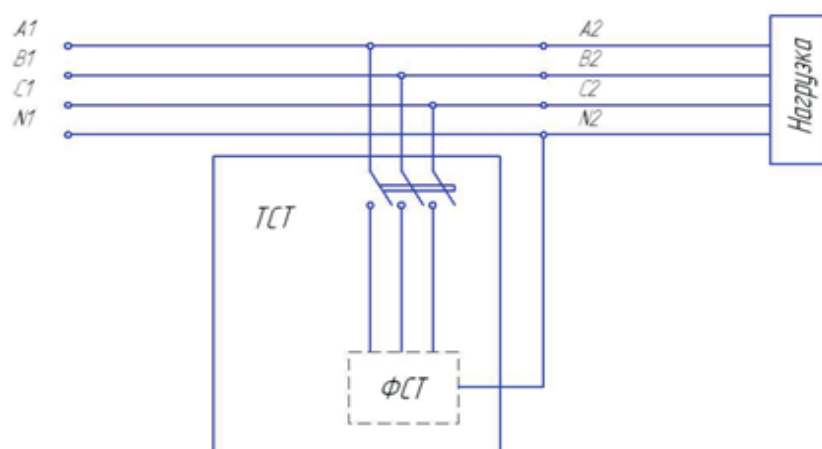
Таблица 3 – Типы и основные параметры трансформаторов ТСТ2 параллельного включения.

Номинальное напряжение питающей сети (линейное), В	380			
Проходная мощность, кВА	250	400	630	1000
Установленная мощность (мощность ТСТ2 исп.2), кВА	50	80	125	200
Номинальный ток нулевой фазы, А	230	365	575	905
Частота питающей сети, Гц	50			
Снижение коэффициента искажений по току третьей гармонической	Не менее чем в 3 раза			
Установившееся отклонение фазных напряжений	Не более 3,0 %			
Снижение импульсных помех в диапазоне длительности импульса от 0,5 мс до 3мс	Не менее чем в 3раза			
Коэффициент несимметрии напряжений по нулевой последовательности	Не более 2%			
Восстановление трехфазной сети при обрыве одной из фаз	Амплитуды фазного напряжения в фазе, где произошел обрыв, не менее 0,8 Un.			
Потери холостого хода	0,23	0,29	0,35	0,45
Ток холостого хода каждой фазы, А	1,7	2,2	3,1	4,5
КПД, %	99,2	99,5	99,5	99,7
Уровень акустического шума, дБА	Не более 70			
Температура окружающего воздуха	От - 45 до +45°С			
Климатическое исполнение	У2 по ГОСТ 15150			
Степень защиты корпуса	IP20 по ГОСТ 14254			
Срок службы	Не менее 25 лет			
Класс защиты	01 поГОСТ12.2.007.0			
Габаритные размеры, мм	625*505*725	625* 505*725	760*720*790	910 *750*840
Масса, кг	230	320	420	650

## Схемы подключения ТСТ2

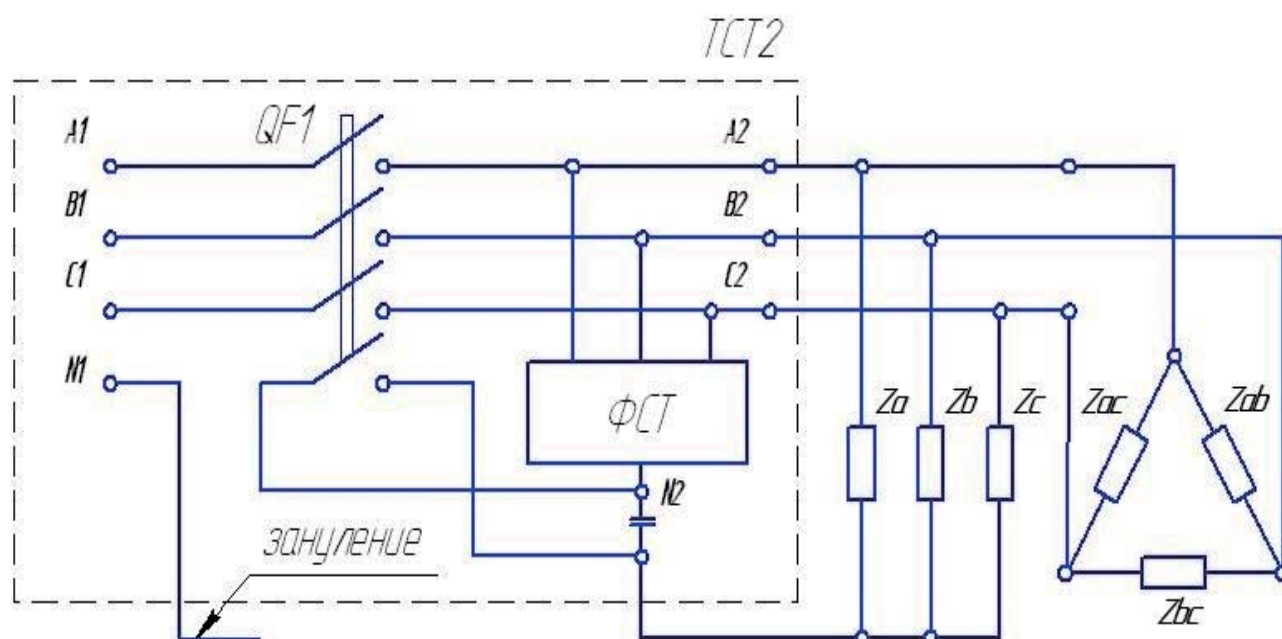
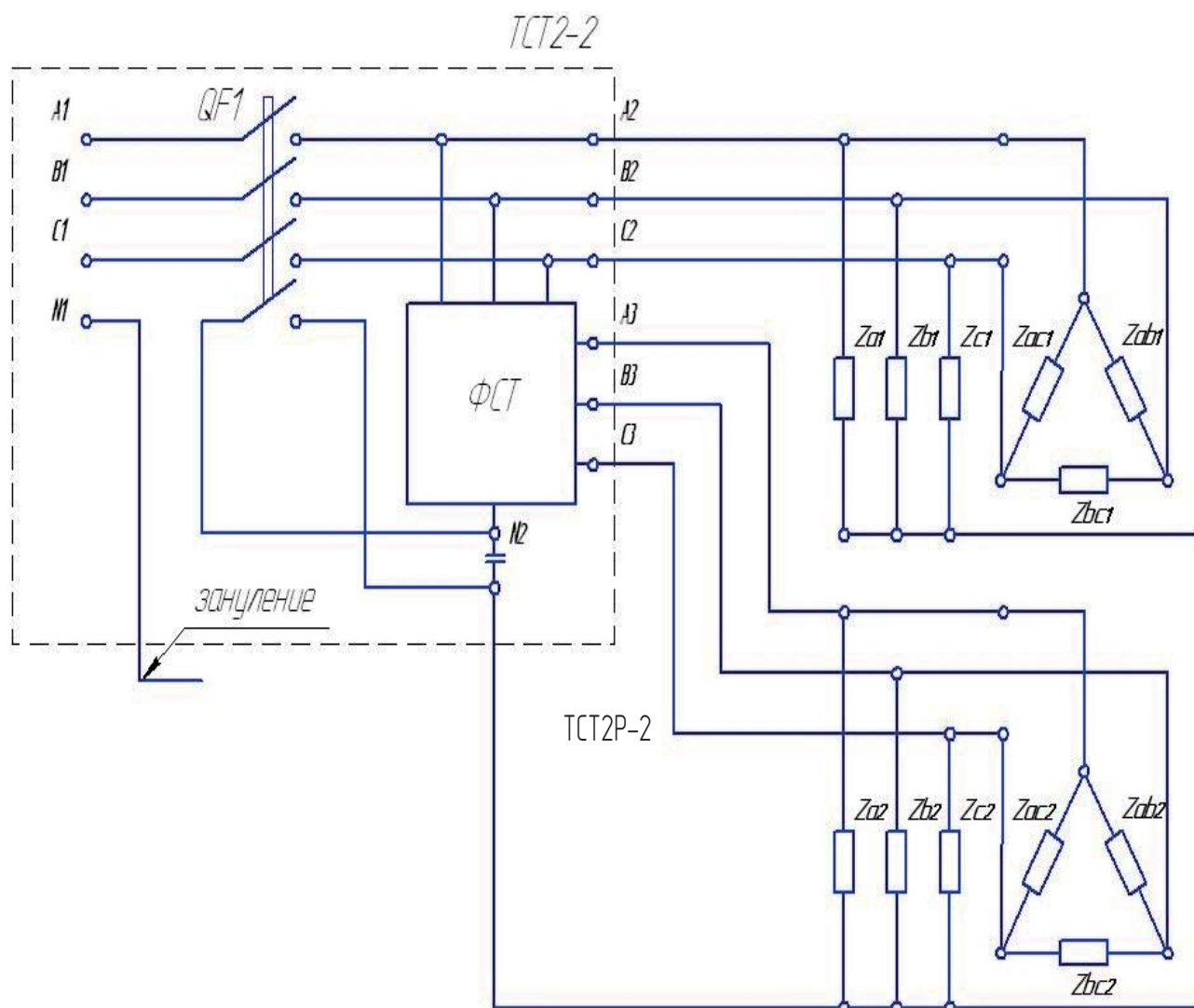


*Исп.1 –последовательно-параллельное включение*



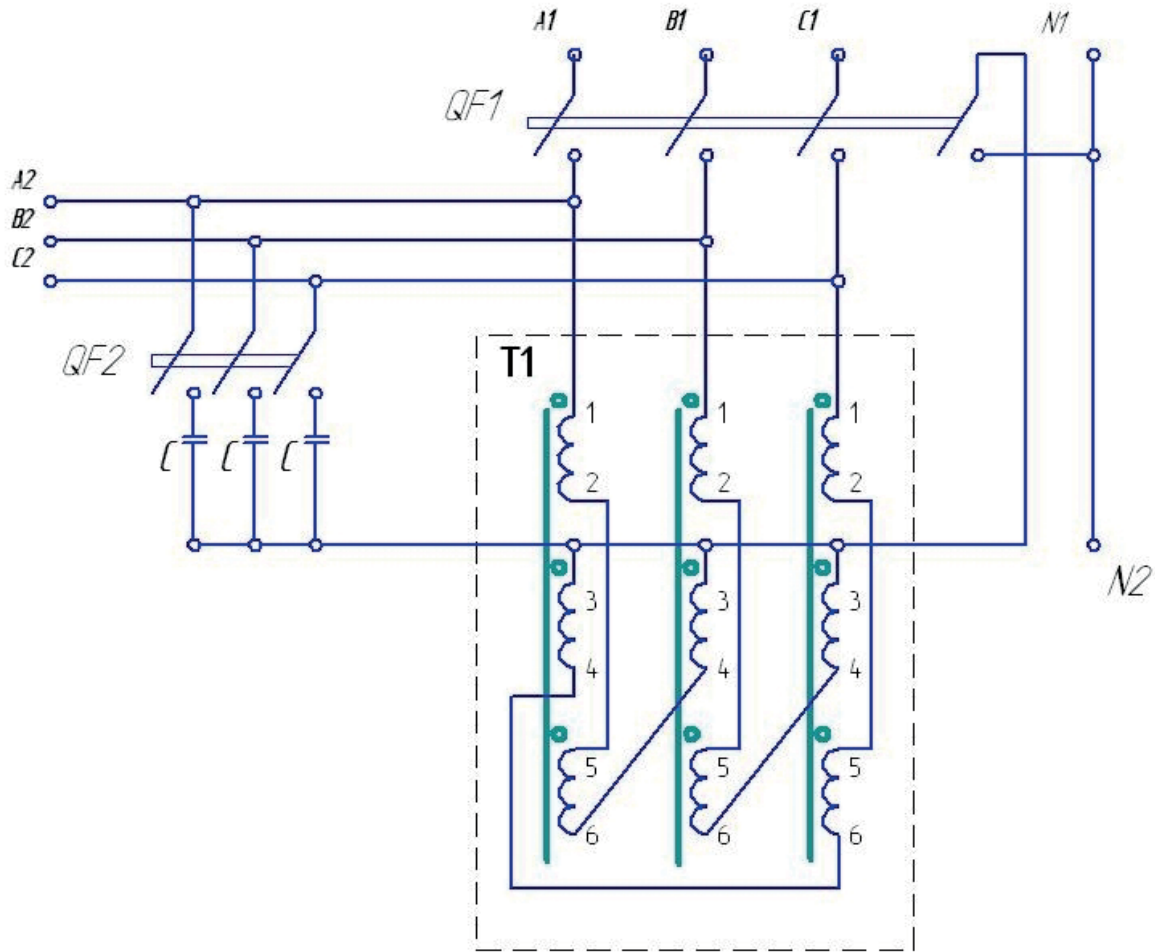
*Исп.2 –параллельное включение*





# Трехфазные фильтросимметрирующие нормализаторы ТСТ2 и ТСТ2Р

Схема электрическая принципиальная ТСТ2 с блоком конденсаторов фильтра и компенсации.



## Сертификат соответствия и патент



## Энергосберегающие технологии



Энергосберегающее оборудование, которое решает проблемные вопросы электроснабжения, экономит электроэнергию в условиях реальных нелинейных нагрузок электроснабжения

195279, Россия, Санкт-Петербург,  
Индустриальный пр., д. 28, лит. А, пом. 21 - Н

Телефоны:  
+7 (812) 964-88-71  
+7 (911) 150-81-34

e - mail: [info@et-spb.ru](mailto:info@et-spb.ru)  
[www.et-spb.ru](http://www.et-spb.ru)