Разработка программируемого блока управления

мощными трехфазными стабилизаторами напряжения типа СТС

Среди мощных трехфазных стабилизаторов напряжения (10–300 кВт) лидерами, со времени их разработки в прошлом веке, считаются феррорезонансные (электродинамические, магнитные) стабилизаторы напряжения серии СТС (стабилизатор трехфазный сухой) — громоздкие, шумные, но «безотказные» силовые устройства. Они производятся отечественной промышленностью и сейчас.
В статье изложен принцип действия и особенности конструктивного исполнения трехфазного трансформатора СТС и его блока управления (БУ) с регулированием подмагничивания стержней обмоток, рассмотрены некоторые модификации ферромагнитных стабилизаторов, предназначенных для регулирования трехфазного напряжения сети, питающей ответственные потребители переменным напряжением 220 или 380 В промышленной частоты 50 или 60 Гц. Описаны новая разработка БУ стабилизатора СТС, выполненная на современной элементной базе, и преимущества применения новых блоков управления для восстановления и совершенствования технических характеристик СТС.

Юрий Зинин, к. т. н.

umz42@mail.ru

Юрий Смирнов

sym_46_46@mail.ru

Владислав Яковлев

ela_nt@mail.ru

Введение

ГОСТ 13109-97 [8] определяет действующие в России показатели и нормы качества электрической энергии для электрических сетей и систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети или электроустановки потребителей.

В связи с развитием рыночных отношений в энергетике электроэнергию сейчас рассматривают не только с физической стороны, но и как товар, который должен соответствовать определенному качеству и требованиям рынка. Федеральный закон «Об электроэнергетике» определяет ответственность организаций и поставщиков электроэнергии перед потребителями за надежность обеспечения их электрической энергией и ее качество в соответствии с техническими характеристиками и другими требованиями.

Требования действующего ГОСТ 13109-97 к качеству электроэнергии устанавливают рамки отклонений стандарта от нормы по таким параметрам, как отклонение и колебания напряжения, несинусоидальность, несимметрия трехфазной системы, отклонение частоты, переходные помехи. Например, нормальной величиной установившегося отклонения напряжения от номинального значения является величина ±5% $U_{ном}$, при этом предельное значение отклонения напряжения составляет ±10% $U_{ном}$.

В ГОСТ указывается, что колебания напряжения в сети по вине потребителей с переменной нагрузкой приводят к увеличению потерь в сети; утомлению зрения, снижению производительности, травматизму; снижению срока службы электронной аппаратуры; выходу из строя конденсаторных батарей; неустойчивой работе систем возбуждения синхронных генераторов и двигателей; вибрации аппаратуры, при котором возможны даже отпадания контакторов. При этом ГОСТ регламентирует колебания напряжения в помещении с лампами накаливания, где требуется значительное зрительное напряжение, предельной дозой 1,38 при номинальной величине фликера, равной 1,0.

Основополагающим стандартом, действующим в области качества электрической энергии, является ГОСТ 23875-88 [9], введенный в действие 01.07.1989, который устанавливает термины и определения понятий качества электрической энергии. Стандарт не распространяется на электрическую энергию внутри приемников электрической энергии. Документ разработан Министерством энергетики и электрификации СССР.

В тексте ГОСТ 23875-88 имеются ссылки на ГОСТ 15467-79 [10], ГОСТ 19880-74 [11] (к настоящему времени утративший силу в РФ) и ГОСТ 21027-75 [12]. Из требований, прописанных в указанных ГОСТ, следует, что для питания потребителей электрической энергией мощностью свыше 10 кВт необходимо

использование трехфазной сети переменного тока. При этом многим трехфазным потребителям требуется стабилизированное напряжение синусоидальной формы, а в этих случаях целесообразно использовать специальные стабилизаторы напряжения.

Инструментальный контроль и анализ энергетических параметров и показателей качества электрической энергии должен проводиться соответствии с ГОСТ [8], ПУЭ и ПТЭЭП. Современное электронное оборудование является дорогостоящим, поэтому рабочее напряжение ответственных потребителей должно быть стабилизировано (в простейшем случае — не изменяться при повышении и уменьшении нагрузки в питающей сети). А стабилизатор переменного напряжения — это устройство, предназначенное для обеспечения относительно постоянным электропитанием различных потребителей в условиях нестабильного напряжения питающей сети низкого качества — так называемых «перепадов», «перекосов», «асимметрии» напряжения, «перекоса» фаз и т. д., что приводит к ненадежности работы силового электрического оборудования.

Многие помнят, наверно, то время, когда надежность бытовой радиоэлектронной техники была невысока, и ее использование без феррорезонансных стабилизаторов напряжения, выпускавшихся, как правило, небольшой мощности, была невозможна и опасна. Эти устаревшие модели стабилизаторов напряжения обладали известными недостатками (в первую очередь это изменение формы выходного напряжения в процессе изменения входного напряжения); их работа допускалась только под нагрузкой, существовала опасность взрыва конденсаторов и т. д. Конструктивно стабилизаторы напряжения очень сильно отличались в зависимости от принципа действия, но в настоящее время наиболее распространенные ранее феррорезонансные стабилизаторы находят ограниченное применение и практически сняты с производства.

Для стабилизации напряжения мощных потребителей однофазного и трехфазного переменного тока практика показала эффективность систем централизованного электропитания. Для этой цели разработаны, изготавливаются и применяются в сетях низкого напряжения три основных типа стабилизаторов переменного напряжения большой мощности (более 10 кВ·А).

Первый — электромеханические стабилизаторы на предельную мощность 150 кВ·А. В них движки трехфазного автотрансформатора перемещаются электродвигателем-сервоприводом, изменяя коэффициент трансформации. Электромеханические стабилизаторы отличаются высокой точностью поддержания выходного напряжения на заданном уровне, плавностью регулировки со скоростью 20–50 В/с, отсутствием искажений формы выходного напряжения. Такие стабилизаторы могут поддерживать величину выходного напряжения 220 В и при очень низком входном напряжении (100–130 В). Отрицательная сторона применения подобной электромеханики — низкое быстродействие. Подобный стабилизатор эффективен для сетей, где отсутствуют скачки напряжения.

Второй вариант — ступенчатые (дискретные) стабилизаторы напряжения. Их мощность составляет 100 кВ·А и более. Вторичная обмотка трансформатора в стабилизаторах этого типа имеет выводы с разными коэффициентами трансформации, которые автоматически переключаются с помощью электромагнитных реле, симисторов или тиристоров, когда изменяется напряжение во входной сети. Положительными сторонами таких стабилизаторов является высокое быстродействие, широкий рабочий диапазон, отсутствие искажения синусоидального выходного напряжения. В настоящее время ступенчатые стабилизаторы являются популярными для многих применений. Их недостаток состоят в том, что дискретность (ступенчатость) переключения заметно отражается на работе приборов освещения.

Третий тип — ферромагнитные стабилизаторы с перераспределением напряжения (это было первое поколение трехфазных стабилизаторов). Их отличает высокая надежность и возможность одновременно стабилизировать линейные и фазные напряжения. На сегодняшний день это единственные стабилизаторы, которые могут работать в температурном диапазоне –60…+40 °С с относительной влажностью до 98%, благодаря чему их можно устанавливать в любых помещениях, либо использовать в антивандальном исполнении на открытом воздухе.

Однако ферромагнитные стабилизаторы не лишены известных недостатков, таких как шум при работе, значительная масса и габариты. Тем не менее, благодаря простоте конструкции и надежной работе, они широко распространены в промышленности. Мощность ферромагнитных стабилизаторов этого типа составляет 10–500 кВ·А. В основе работы таких стабилизаторов напряжения лежит переменное подмагничивание сердечника трансформатора. За счет этого достигается высокая точность, скорость и в тоже время плавность регулировки напряжения.

Особенности СТС

Приведем блок схему и изложим принцип действия трехфазного автотрансформатора, регулируемого перераспределением напряжения, а также рассмотрим основные технические характеристики стабилизаторов на его основе, в основном типа СТС-2М и СТС-5 производимых с 60-х годов прошлого столетия до настоящего времени.

СТС-2М разрабатывались по заказу военно-промышленного комплекса и рассчитаны на эксплуатацию в жестких технических и климатических условиях. Они могут эксплуатироваться в закрытых помещениях с температурой окружающей среды –45…+40 °С. СТС-3(5) предназначены для обеспечения качественным электропитанием в непрерывном режиме электроснабжения промышленных и бытовых потребителей.

СТС обладают возможностью значительной перегрузки по мощности. Применение стабилизаторов этой серии значительно увеличивает срок службы электрооборудования, повышает стабильность работы и исключает их повреждение из-за перепадов напряжения питания. Средний срок службы этих стабилизаторов не менее 15–20 лет.

Как показало время, СТС хорошо подходят для различных промышленных и бытовых объектов, их надежность очень высока, поэтому к настоящему времени значительное количество таких стабилизаторов продолжают работать в сетях трехфазного переменного тока. Эти устройства постоянно совершенствуются и в настоящее время выпускаются в модифицированных вариантах, сохраняя в своей основе силовую схему трехфазного автотрансформатора, регулируемого перераспределением напряжения (АТРПН), который компенсирует изменения напряжения сети путем изменения коэффициента трансформации.

В новых моделях СТС имеется возможность обеспечения различных вариантов защиты сети и самого стабилизатора, присутствуют функция энергосбережения, обеспечиваемая встроенным или отдельным блоком компенсатора реактивной мощности, и встроенный байпас [1–4].

Трехфазное «железо» автотрансформатора и его обмотки Т1 представляет собой электромагнитное изделие, имеющее значительную стоимость, высокую степень надежности, а также ресурс работы, измеряемый тысячами часов. В этом случае технические характеристики стабилизаторов устаревают еще до использования назначенного ресурса или к моменту восстановительного ремонта. В значительной степени эксплуатационные и технические характеристики стабилизатора определяются его блоком управления.

СТС осуществляют стабилизацию действующего напряжения на выходе. При уменьшении (увеличении) напряжения питающей сети стабилизатор изменяет потребление тока от нее, при этом величина выходного тока остается практически постоянной.

Стабилизатор — это довольно специфичное оборудование, поэтому необходимо учитывать параметры сети, в которой ему предстоит работать. Предположим, что периодически происходит снижение входного напряжения. В таком случае стабилизатор поднимает напряжение, увеличивая входной ток, таким образом, чем ниже входное напряжение, тем входной ток выше. Поэтому при использовании стабилизатора необходимо увеличить сечение подводящего кабеля и номиналы автоматов, которые установлены до него.

Стабилизаторы СТС-2М выполняются с номинальной мощностью 10, 16, 25, 40, 63 и 100 кВ·А с номинальным входным линейным напряжением 380 В и выходным линейным напряжением 380 В или фазным напряжением 220 В. КПД стабилизаторов достаточно высок и составляет 95–98%. Стабилизация выходного напряжения осуществляется по действующему значению.

Параметры стабилизаторов обеспечиваются в симметричных и несимметричных режимах работы. К симметричному относится режим,

при котором: несимметрия по напряжению меньше 2% при изменении напряжения в диапазоне 0,65–1,1 $U_{ном}$; несимметрия по току меньше 5% при изменении тока нагрузки от нуля до номинальной величины и изменении коэффициента мощности нагрузки от 0,7 (инд.) до 1,0 (акт.). Несимметричным называется режим, при котором несимметрия выходного тока находится в пределах 5–100%, а несимметрия выходного напряжения — в диапазоне 2–10%.

СТС выдерживают без повреждения короткое замыкание продолжительностью не более 0,5 с. В номинальных режимах они способны на длительный режим работы. Недостатками этих стабилизаторов тока являются значительные массо-габаритные показатели. По сравнению с трансформаторами, стабилизаторы имеют дополнительное потребление реактивной мощности, обусловленное подмагничиванием сердечников АТРПН. Вследствие этого сила тока холостого хода составляет 25–30% от номинального значения.

СТС-2М предназначены для повышения качества электропитания потребителей в условиях, когда присутствуют экстремальные перепады и колебания напряжения электросети. Они осуществляют автоматическую стабилизацию линейного и фазного напряжения при питании от четырехпроводной сети. Эксплуатируются стабилизаторы в сетях переменного тока как с глухо-заземленной, так и с изолированной нейтралью.

Новые разработки позволяют иметь на выходе стабилизатора напряжение с отклонением ±1%. СТС, согласно принципу действия, критичны к перекосу фаз и вносят искажения в синусоидальное выходное напряжение.

Трехфазный ферромагнитный стабилизатор на основе автотрансформатора, регулируемого перераспределением напряжения

Стабилизаторы напряжения с подмагничиванием трансформатора основаны на компенсации изменения напряжения сети путем изменения коэффициента трансформации за счет местного подмагничивания сердечника автотрансформаторов. Подмагничивание осуществляется с помощью полупроводникового (транзисторного или тиристорного) регулятора. Такие автотрансформаторы имеют специально выполненный магнитопровод и систему обмоток. В [5, 6] приведены техническое описание, инструкция по эксплуатации, а также принципиальные электрические схемы трехфазного стабилизатора напряжения типа СТС-2М.

На рис. 1 изображена блок схема стабилизатора. Обозначение компонентов следующее: Т1 — автотрансформатор, регулируемый перераспределением напряжения; БУ1, БУ2, БУ3 — блоки управления; ИС — измерительная система; СС — система сравнения; ЛК — линейный корректор; ФН — формирователь напряжения; ФИ — формирователь импульсов; ТР — тиристорный регулятор.

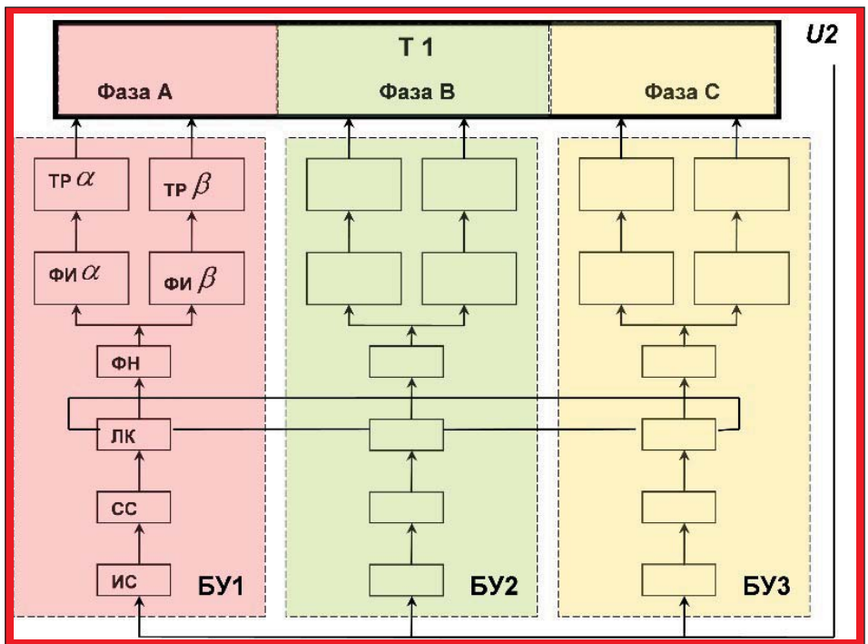


Рис. 1. Блок-схема трехфазного стабилизатора напряжения типа СТС

Далее рассмотрим схему тиристорного регулятора — исполнительного элемента системы регулирования подмагничиванием сердечников стабилизатора. Исполнительным элементом стабилизатора является трехфазный автотрансформатор, регулируемый перераспределением напряжения — АТРПН (Т1), который компенсирует изменения напряжения питающей сети изменением коэффициента трансформации.

С выхода АТРПН линейные или фазные напряжения (в зависимости от исполнения) подаются в систему управления на измерительные системы фаз А, В и С соответственно, где они преобразуются и поступают в системы сравнения. В системах сравнения преобразованные напряжения сравниваются с опорными, в результате чего образуются управляющие сигналы, длительность которых пропорциональна отклонению входного и выходного напряжения от номинальной величины. Эти сигналы проходят через усилители постоянного тока и поступают на входы линейного корректора, которые имеют межфазные связи и корректируют длительность управляющих импульсов. Межфазные связи в СТС применяются только при стабилизации линейных напряжений.

Выход линейного корректора подключен к тиристорному формирователю напряжений, обеспечивающему согласованную работу двух (α и β) каналов формирователей управляющих импульсов. Управляющие импульсы подаются на тиристорные регуляторы. При открытии тиристоров β-канала ток подается в компоненты управления АТРПН, обеспечивающие его работу в качестве понижающего трансформатора. При открытии тиристоров α-канала получают питание компоненты управления, которые обеспечивают работу АТРПН как повышающего автотрансформатора.

Разработанный блок управления (именуемый далее БУ) предназначен для работы в составе трехфазных стабилизаторов типа СТС-2 всех мощностей с фазной стабилизацией напряжения. БУ функционально и конструктивно полностью заменяет штатные устройства. Сейчас новые стабилизаторы напряжения оснащены современной электроникой. При этом схема БУ выполнена на надежной элементной базе, что позволило значительно упростить устройство и повысить его надежность и ремонтопригодность.

На рис. 2 показана принципиальная схема включения силовых полуобмоток АТРПН. Полная схема подключения и размещение обмоток ферромагнитного стабилизатора СТС на сердечниках приведены в [5].

Исполнительный элемент стабилизатора Т1 представляет собой два последовательно соединенных «звездой» трехфазных автотрансформатора α и β, расположенных на трех магнитопроводах, имеющих общее ярмо. Стержни каждой фазы магнитопроводов разделены два полустержня. Автотрансформаторы α и β имеют различные коэффициенты трансформации и образуют регулятор, работающий на принципе перераспределения напряжения между обмотками. Перераспределение напряжения осуществляется путем локального подмагничивания стержней α и β автотрансформаторов.

При выходном напряжении, близком к номинальному, происходит подмагничивание α и β сердечников автотрансформаторов с равными промежутками времени. На полустержнях внутри основных обмоток переменного тока располагаются полуобмотки подмагничивания, соединяемые последовательно и встречно для наводимых в них ЭДС основной частоты. Напряжение на каждой из полуобмоток подмагничивания в переходных режимах включения и выключения может достигать 2 кВ. Номинальное напряжение на них не более 800 В.

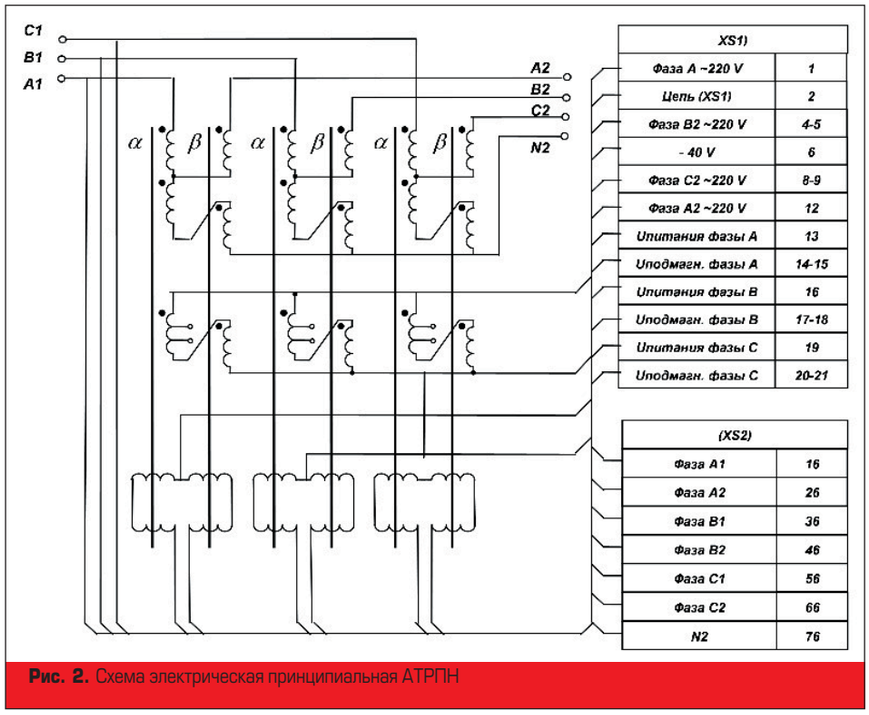


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная АТРПН

Катушки автотрансформаторов выполнены с изоляцией класса В и имеют аксиальные вентиляционные каналы охлаждения. Число витков рабочих обмоток АТРПН такое, что при любом из двух крайних значений напряжения сети с выхода автотрансформатора снимается номинальное напряжение.

Блок управления СТС–2

На рис. 3 показана схема тиристорного регулятора БУ. Его принципиальная схема представляет собой два управляемых однополупериодных выпрямителя на тиристорах. Регулирование среднего тока тиристоров осуществляется импульсно-фазовым способом. Силовые диоды обеспечивают протекание тока через подмагничивающие обмотки автотрансформатора при запирании тиристоров отрицательной полуволной питающего напряжения.

Напряжение питания стабилизатора передается на клеммы нагрузки через обмотки двух автотрансформаторов, которые включены последовательно и выполнены на одном сердечнике специальной конструкции. Регулирование выходного напряжения автотрансформатора стабилизатора осуществляется перераспределением потока подмагничивания постоянным током между понижающим автотрансформатором (α-канал) и повышающим автотрансформатором (β-канал). Коэффициенты трансформации выбраны так, что при одинаковом токе в подмагничивающих обмотках обоих автотрансформаторов общий коэффициент трансформации равен 1. Током подмагничивания двух автотрансформаторов каждой фазы стабилизатора управляет отдельный блок управления.

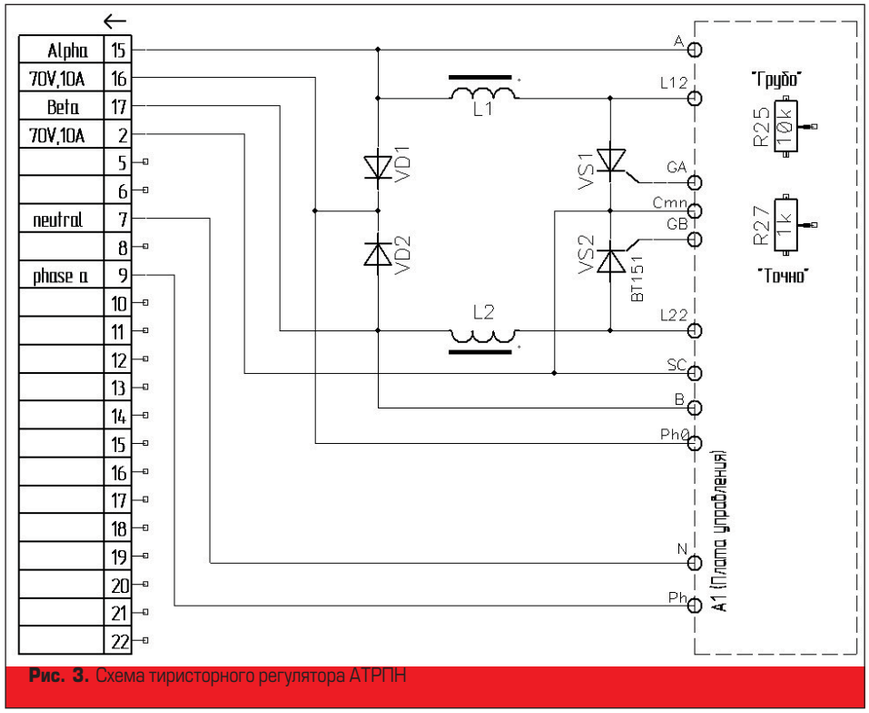


Рис. 3. Схема тиристорного регулятора АТРПН

Действие тиристорного регулятора α-канала состоит в следующем. С трансформатора Т1 отпирающий импульс поступает на управляющий электрод соответствующего тиристора. Тиристор открывается, и напряжение питания подается на обмотки управления автотрансформатора α-канала. Действие тиристорного регулятора β-канала аналогично. Диоды служат для устранения воздействия напряжения самоиндукции в обмотках управления стабилизатора на тиристоры.

При увеличении тока подмагничивания канала α насыщается стержень магнитопровода понижающего автотрансформатора, а выходное напряжение увеличивается. При увеличении тока подмагничивания канала β напротив, выходное напряжение уменьшается. При небольшой несимметрии тока нагрузки каждая фаза работает практически независимо друг от друга.

На входной разъем БУ поступает напряжение с выхода стабилизатора. Подстроечный резистор R25 определяет коэффициент передачи измерительного детектора и предназначен для «грубой» настройки платы. «Точный» уровень стабилизируемого напряжения регулируется для каждой фазы в единицах действующего значения номинальной величины 220 В другим переменным резистором R27.

ПИД–регулирование БУ

В программе микроконтроллера (на плате управления) реализован пропорционально-интегрально-дифференциальный закон регулирования (ПИД). Коэффициенты каждой составляющей закона регулирования устанавливаются подстроечными резисторами в процессе регулирования БУ. Подстроечным резистором устанавливается усиление пропорционального слагаемого ПИД-регулирования, другим резистором — интегрального слагаемого, а третьим резистором — дифференциального слагаемого регулятора. Крайнее левое положение резисторов обнуляет соответствующий коэффициент, а крайнее правое выставляет его на максимум.

В блоке управления применен счетверенный переключатель. Коммутация его контактов включает специальные режимы работы программы, которые могут быть использованы при проверке и ремонте. Контакты переключателя продублированы надписями на его корпусе. Включенное состояние переключателей соответствует положению «ON». Контакты замыкаются по одному (другие три разомкнуты).

Настройка блока управления состоит в следующем. В исходном положении все движки счетверенного переключателя на плате пере-

ведены в выключенное положение. Перед заданием номинальных величин коэффициентов закона регулирования движки интегрирующего и дифференцирующего резистора устанавливаются на минимум, а резистор пропорционального звена устанавливают на максимум при устойчивом (без колебаний) режиме работы стабилизатора. Затем увеличивают интегрирующий резистор до наступления колебаний. После достижения колебаний интегрирующий резистор несколько уменьшают или, если необходима максимальная точность, убирают колебания, увеличивая «дифференцирующий» резистор. Таким образом, достигают установки коэффициентов регулирования с наибольшей точностью при соблюдении устойчивости в переходных режимах.

Основной режим работы блока управления, при котором используются коэффициенты ПИД-регулирования, устанавливается подстроечными резисторами при разомкнутом состоянии всех контактов переключателя.

Замыкание первого переключателя «положение 1» включает синхронизацию работы регулятора от внутреннего генератора с частотой 50 Гц. Этот режим используется при проверке работы отдельно БУ каждой фазы без стабилизатора. Для этого достаточно подать на контакты 7 и 9 разъема БУ фазное напряжение 220 В. На тиристоры каналов БУ будут подаваться управляющие импульсы, синхронизированные с внутренним генератором 50 Гц. Их наличие вызывает свечение красного и зеленого светодиодов каналов на плате управления. В этом режиме программа осуществляет заданный алгоритм управления. Поэтому для переключения каналов выпрямителей следует изменять уровень фазного питающего напряжения 220 В (с помощью ЛАТР) либо уставки напряжения подстроечным резистором.

Второй переключатель позволяет микропроцессору использовать коэффициенты ПИД-регулирования из собственной энергонезависимой памяти блока управления. Подстроечные резисторы на плате управления игнорируются.

Третий переключатель заставляет регулятор переключать выходное напряжение с частотой 2 Гц между максимальным и минимальным значениями. Обратная связь в этом режиме не работает. Этот режим позволяет проверить глубину регулирования и определить разгонную характеристику каждого автотрансформатора.

Четвертый переключатель включает микроконтроллер в режим двухпозиционного (релейного) стабилизатора. Этот режим обеспечивает стабилизацию с минимальным временем отклика, которое определяет инерционность объекта регулирования — силового автотрансформатора. Регулирование осуществляется за счет колебаний выходного напряжения около заданного порога, при этом выходное напряжение модулируется. Глубина модуляции составляет около 10%, она определяется, в основном, постоянной времени обмоток подмагничивания автотрансформатора. Среднее значение выходного напряжения поддерживается с высокой точностью (около 1%). Этот режим работы подходит не для всех нагрузок стабилизатора, но в нем стабилизатор реагирует на скачки питающего напряжения с максимальной скоростью.

Блок управления настраивается на номинальный уровень напряжения стабилизации 220 В. Переключатель выбора режима устанавливается во второе положение (замкнут переключатель «2»), при котором в памяти микроконтроллера хранятся коэффициенты ПИД-регулятора. При этом пропорциональное звено регулирования устанавливается на максимум, дифференцирующее звено — на минимум, а интегрирующее — на ослабление в 64 раза. Эти значения обеспечивают максимальную точность поддержания напряжения стабилизатора при сохранении устойчивости и получены опытным путем при испытаниях СТС-2 с номинальной мощностью 63 кВт. Если необходима другая настройка закона регулирования, то используется порядок настройки БУ, описанный выше.

Проверка БУ производится для каждой фазы отдельно. Для этого БУ подключается к сети 220 В через контакты 7 и 9 входного разъема. По свечению светодиода VD3 определяется исправность цепей до транзисторного преобразователя. Первая перемычка на переключателе выбора тестовых режимов устанавливается в положение «ON» (включено), и при исправных цепях управления тиристоров должен светиться один из светодиодов, показывающий величину напряжения питания и уровень уставки. Изменяя величину подстроечного резистора, по изменению яркости свечения светодиодов можно убедиться в правильной реакции БУ на изменение входного сигнала.

На рис. 4 показана плата БУ, на которой расположены следующие элементы: 1 — пластина основания и радиатор; 2 — вилка соединителя; 3 — дроссели; 4 — силовые тиристоры и диоды регулятора; 5 — печатная плата управления с элементами регулировки и настройки режимов работы блока управления.

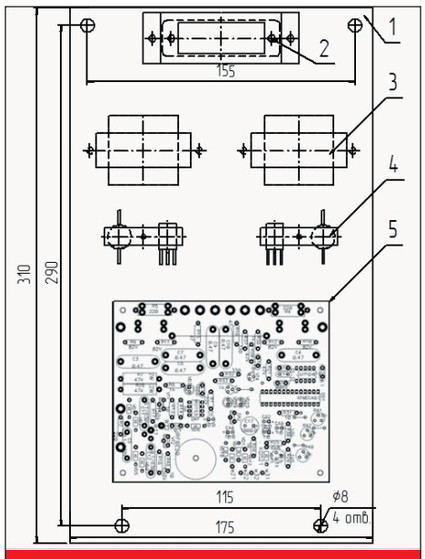


Рис. 4. Состав и расположение элементов на плате блока управления

Уровень выходного напряжения каждой фазы стабилизатора подстраивается на необходимую величину переменным резистором. Остальные резисторы на плате управления фиксируются при ее настройке.

На рис. 5 показан разработанный БУ СТС, который обеспечивает стабилизацию фазного выходного напряжения по средне выпрямленному значению с точностью 1%. При этом компенсируется воздействие следующих дестабилизирующих факторов:

- изменение напряжения питающей сети от 0,85 до 1,1 номинального значения;
- изменение тока симметричной нагрузки от нуля до номинального значения;
- изменения коэффициента мощности симметричной нагрузки от 1 до 0,7.

На пластине основания БУ имеются элементы крепления блока в шкафу СТС-2. Устанавливается БУ на место штатных устройств за передними дверями корпуса СТС. Вилка разъема БУ соединяется с соответствующим гнездом жгута проводов СТС. Установка блока управления в стабилизатор СТС и его регулировка осуществляется подготовленным персоналом с квалификационной группой по ТБ не ниже 3. Вес разработанного БУ не более 2 кг.

Разработанный БУ стабилизатора напряжения заменяет стандартный БУ СТС. Блок управления выполнен на современной элементной базе и может использоваться с различными модификациями стабилизаторов типа СТС. Он расширяет функциональные возможности стабилизаторов, а также реализует дополнительные контрольные, индикаторные и регулирующие функции.

Микропроцессорный контроллер БУ осуществляет мониторинг входного и выходного, фазного и линейного напряжения, выходного тока, активной и реактивной мощности нагрузки. Разработчик БУ ООО «КВАЗАР» (г. Уфа) производит замену и ремонтно-восстановительные работы блоков управления для стабилизаторов напряжения типа СТС.

Промышленная эксплуатация мощных СТС с регулируемым перераспределением

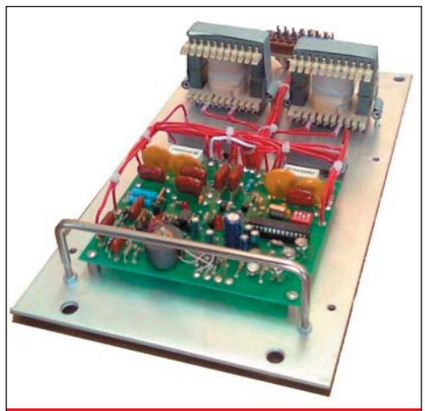


Рис. 5. Общий вид разработанного БУ СТС

напряжения свидетельствует о целесообразности модернизации БУ с точки зрения повышения надежности и обеспечения качества стабилизированного напряжения. Это подтверждает, что основным направлением улучшения показателей качества стабилизаторов, как и других изделий силовой электроники, является совершенствование системы управления и применение в ней современных компонентов [7].

Дальнейшее совершенствование эксплуатационных характеристик СТС идет в направлении энергосбережения посредством встраивания элементов компенсации реактивной мощности и удобного подключения к сети с функциями сервисного байпаса.

Заключение

Ферромагнитные стабилизаторы на основе автотрансформатора, регулируемого перераспределением напряжения в сетях переменного тока промышленной частоты, в течение длительного времени эксплуатации демонстрируют свои преимущества и не потеряли актуальности в настоящее время.

Расширение функциональных возможностей стабилизаторов типа СТС обеспечивается разработкой и применением блоков управления, выполненных на современной элементной базе с микропрограммным управлением. Электронный интерфейс позволяет контролировать процессы, происходящие в сети, и задавать необходимые параметры настроек.

Литература

1. http://inter-electro.ru/.
2. http://phoenix.ru/stabnapsts.htm.
3. http://evostroi.ru/stabilizatory_sts-2m.
4. http://www.energ.h1.ru/motor/stab_transf.htm.
5. http://valvolodin.narod.ru/schems7.html.
6. Стабилизатор напряжения СТС-2М. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. СССР. М.: Внешторгиздат. 1989.
7. Шапиро С. В., Зинин Ю. М., Иванов А. В. Системы управления с тиристорными преобразователями частоты для электротехнологии. М.: Энергоатомиздат. 1989.
8. ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». http://vsegost.com/Catalog/37/3761.shtml.
9. ГОСТ 23875-88 «Качество электрической энергии. Термины и определения». http://vsegost.com/Catalog/38/38715.shtml.
10. ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения». http://vsegost.com/Catalog/31/31626.shtml.
11. ГОСТ 19880-74 «Электротехника. Основные понятия. Термины и определения». http://vsegost.com/Catalog/45/45256.shtml.
12. ГОСТ 21027-75 «Системы энергетические. Термины и определения». http://vsegost.com/Catalog/29/2900.shtml.