

**АЗЕРБАЙДЖАН ХАВА ЙОЛЛАРЫ
ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
НАЦИОНАЛЬНАЯ АВИАЦИОННАЯ АКАДЕМИЯ**

На правах рукописи

ГАДИР ИСАХАН оглы ГАРАЕВ

**КРАТКОВРЕМЕННЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ПОМЕХИ И ИХ
ОСЛАБЛЕНИЕ В ЦЕПЯХ ЭЛЕКТОРСНАБЖЕНИЯ
АЭРОПОРТОВ**

**Специальность: 3324.04 – наземные комплексы, стартовые
оборудования, эксплуатация летательных аппаратов и их систем**

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени доктора философии по
технике**

БАКУ – 2016

Диссертационная работа выполнена в Национальной Академии Авиации.

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор **Р.Н. Набиев**

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор **А.Т. Рагимов**

доктор философии по технике,
доцент **А.Г. Рзаев**

Ведущая организация: Азербайджанский Научно-
Исследовательский и
Проектно-Изыскательский
Институт Энергетики

Защита состоится “_21_” __10_____2016 г. в 14⁰⁰ ч. на заседании диссертационного совета D 06.001 Национальной Академии Авиации. Адрес: AZ 1045, г. Баку, пр. Мардакан 30.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Национальной Академии Авиации.

Автореферат разослан “ ___ ” сентября 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета D 06.001,
д.ф.т., доцент

С.Б. Габидуллаев

Общая характеристика работы

Актуальность темы. Известно, что эффективная работа всех технических средств требующих электрическую энергию, существенно, зависит от систем электропитания. Например, при снижении напряжения на выводах асинхронного электродвигателя на 15%, его вращающий момент уменьшается на 25%. В этом случае двигатель или не запускается, или останавливается если он работал. При снижении напряжения потребление тока от сети увеличивается, что приводит к перегреву обмоток и уменьшению срока службы двигателя. При долговременной работе и значении напряжения ниже 10% срок службы двигателя уменьшается в два раза. При повышении значения напряжения на 1% увеличивается реактивная мощность потребляемой двигателем на 3...7 %, эффективность работы привода и сети уменьшается.

При снижении напряжения могут случиться отказы приводящие к потере данных. Перегрев источников питания по причине увеличения потребляемого от сети тока при низком значении напряжения и их отказ по причине повышения напряжения является частым явлением. В таких случаях, при возмущении напряжения в современной электронной технике, с целью предотвращения выхода из строя, применяются специальные устройства выключающие оборудования. Поэтому, многие оборудования теряют свою работоспособность при выходе напряжения за допустимые нормы.

По статистике половина отказов происходит за счет электропитания электронных устройств и срок службы их за счет выхода напряжения за допустимые нормы существенно уменьшается. Резкие и кратковременные провалы напряжения (иногда, длительность этих провалов доходит до 500 мс) и коммутационные помехи, которые создаются в общей системе сети, создают серьезную проблему в работе радиотехнических систем аэропорта и приводят к формированию ложных целей на экране радиолокатора.

Из сказанного следует, что единство работы наземных комплексов, сопровождающих полеты, напрямую зависит от эффективности систем электропитания, которые являются основным критерием оптимальной работы УВД (управление воздушным движением) в целом.

В последние десятилетия, производство различных типов стабилизаторов и нормализаторов напряжения с электронным управлением интенсивно развивается и это привело к повышению

качества электропитания за счет создания стабилизаторов, имеющих высокую скорость стабилизации.

В настоящее время, применение элементов импульсной техники, изготовленные на основе полупроводниковых материалов, привело к быстрому развитию всех областей, в том числе авиации, где применяется электроника. Применение элементов импульсной техники (напр., тиристоров и симисторов) в силовых цепях и в цепях управления (напр., МК – микроконтроллеров) повышает чувствительность электронной техники к импульсным помехам. Параметры импульсных помех и сигналов (управляющих, тактовых, синхронизирующих и т.п.), которые применяются в импульсных устройствах, находятся в сравнительных уровнях, поэтому обеспечение помехоустойчивости и электромагнитной совместимости является чрезвычайно трудной и актуальной проблемой, при создании стабилизаторов напряжения на основе симисторов.

Средства, относящиеся к наземным комплексам аэропортов и требующие электроснабжения, как и другие потребители, подключаются к реальной сети. Стабилизаторам, которые адаптированы к наземным комплексам, предъявляются высокие требования в отличие от стабилизаторов, которые применяются в других областях, например, в железнодорожном транспорте или в системах автоматического регулирования температуры. Например, с целью уменьшения коммутационных помех в системах наземных комплексов для переключения радиосредств на резервный источник питания, максимальная длительность перехода должна составлять «0» секунд и момент перехода должен соответствовать моменту, когда напряжение проходит через ноль.

По этой причине, в стабилизаторах, работающих по принципу ступенчатого регулирования, недопустимо потеря одного полупериода выходного напряжения при переходе между ступенями. С другой стороны, потребители электроэнергии, которые применяются на территории аэропорта, подвержены воздействиям импульсных помех, создающихся в линиях электропередачи или в пространстве различными электро- и радиосредствами.

Несмотря на то, что параметры соответствуют нормам определяющих стандартом, независимо от сети и потребителей, возможно снижение качества электроэнергии в цепях электроснабжения. К этому могут привести провалы напряжения при подключении и отключении различных потребителей сети, импульсные помехи при молниевых

разрядах и коммутаций. Из написанных становится ясным, что для питания потребителей подключенных к реальной сети и не имеющих никаких неисправностей, необходимо разработать стабилизаторы специального назначения адаптированных к объекту и имеющие высокую скорость регулирования и помехоустойчивость.

Цель работы. Разработка помехоустойчивого, не мешающего работе других потребителей, корректирующего с высокой скоростью изменение сетевого напряжения в широком диапазоне электронного стабилизатора напряжения, с учетом помеховой обстановки.

Для достижения цели в диссертационной работе решаются следующие задачи:

- разработка устройства регистрирующего импульс напряжения и его программного обеспечения, изготовление рабочего лабораторного образца;

- исследование амплитудно-частотных и энергетических характеристик, а также интенсивно наблюдаемых диапазонов шумов и помех, существующих на территории аэропорта;

- разработка помехоустойчивого схемного решения, чувствительных к помехам блоков в структурной схеме стабилизатора и их испытание;

- разработка схем фильтрации и управления, обеспечивающие надежную защиту сети и потребителей от помех, которые создаются самим стабилизатором и их испытание;

- разработка алгоритмов измерения и управления, с целью обеспечения помехоустойчивого измерения напряжения и выполнения безаварийных коммутаций МК в сильной помеховой обстановке;

- разработка структурной и электрической схемы стабилизатора - вторичного источника электропитания на основе полупроводниковых ключей управляемого МК, адаптированного к наземным комплексам, помехоустойчивого, не мешающего работе других потребителей, корректирующего с высокой скоростью изменение сетевого напряжения в широком диапазоне.

Объект исследования. Кратковременные импульсные помехи, создающиеся в цепях электроснабжения аэропортов и электронный стабилизатор напряжения, применяемый в цепях электроснабжения.

Предмет исследования. Механизмы, создания кратковременных импульсных помех, отрицательно воздействующих на качество электрической энергии в цепях электроснабжения аэропортов и в схемах стабилизаторов, а также механизм воздействия этих помех к

самоу стабилизатору и другим потребителям.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались: теоретические, экспериментальные и логические методы исследования, идеализация, в том числе программирование, законы коммутации и схемотехнические решения.

Научная новизна:

- разработаны структурная и электрическая схемы, алгоритм программного обеспечения специального регистрирующего устройства, изготовлен его лабораторный образец, с целью обнаружения шумов и помех. Выявлены, исследованием их амплитудно-частотных и энергетических характеристик, интенсивно наблюдаемых диапазонов, что помехи амплитудой свыше 2 кВ не наблюдаются, а при меньших амплитудах интенсивность растет и при напряжениях ниже 1000 В кратковременные одиночные импульсные помехи наблюдаются часто в сетях на территории аэропорта;

- предложен способ применения симистора в качестве датчика тока, с целью получить информацию о прохождении тока через ноль, дан теоретический анализ и подтверждена, экспериментально, возможность применения этого способа;

- разработаны электрическая схема индивидуального контроля, с применением оптической связи и элементов сравнения, и таблица истинности, объясняющая ее работу. Применение схемы индивидуального контроля с целью контролировать состояние симисторов в цепях переменного тока, позволяет управлять коммутациями более эффективно и надежно в электронном стабилизаторе напряжения, работающего по принципу ступенчатого регулирования;

- разработаны алгоритм работы схемы защиты от перегрузки по току во входных и выходных цепях стабилизатора и новый алгоритм помехоустойчивого определения уровня напряжения программным способом;

- разработана принципиальная электрическая схема стабилизатора - вторичного источника электропитания на основе полупроводниковых ключей управляемого МК, адаптированного к наземным комплексам, помехоустойчивого, не мешающего работе других потребителей, корректирующего с высокой скоростью изменение сетевого напряжения в широком диапазоне.

Практическая ценность

1. Разработанный, с целью учета воздействия импульсных помех при проектировании новых и защите чувствительных к помехам

существующих устройств, импульсный регистратор позволяет получить информацию об уровне и частоте повтора импульсных напряжений, создающихся в сети и оценить помеховую обстановку.

2. Использование силовых ключей, которые применяются в цепи с целью коммутации, в тоже время в качестве датчика тока, позволяет уменьшить потери в схеме контроля состояния ключей в электронном стабилизаторе напряжения.

3. Предложенная схема устройства трансформаторного гасителя может применяться для подавления высоковольтных импульсных помех в схемах электронного стабилизатора напряжения, а также в распределительных подстанциях.

4. Разработанный алгоритм определения уровня напряжения позволяет электронному стабилизатору напряжения, работающему по принципу ступенчатого регулирования, работать безаварийно в сильной помеховой обстановке.

Основные положения, выносимые на защиту:

1) График эксперимента, проведенного в динамическом режиме обосновывающий возможность применения симистора в качестве датчика тока.

2) Разработанные схемы индивидуальной защиты для определения состояния симисторов в электронном стабилизаторе напряжения, работающего по принципу ступенчатого регулирования и таблица истинности, выясняющая работу этой схемы.

3) Разработанный алгоритм программного обеспечения для помехоустойчивого определения уровня напряжения.

4) Результат теоретического анализа перегрузки по току, возникающего за счет задержки при выполнении перехода между ступенями и временные диаграммы входных и выходных сигналов оптосимисторов.

5) Предложенная схема устройства трансформаторного гасителя.

Достоверность и апробация результатов. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. Труды международной конференции «Научно технический прогресс и современная авиация», том II, Баку, 12-14 февраля 2009;

2. Тезисы докладов, Всероссийской конференции ученых, молодых специалистов и студентов «Информационные технологии в авиационной и космической технике - 2009» Москва, 20-24 апреля 2009;

3. 6th International Conference on Technical and Physical Problems of Power Engineering (ICTPE – 2010), Tabriz, Iran, 14-16 September 2010;

4. 7th International Conference on Technical and Physical Problems of Power Engineering (ICTPE – 2011), Lefkosa, TR Northern Cyprus, 7-9 July 2011;

5. Материалы тринадцатого международного научно-практического семинара, Известия ЮФУ, книга 2, №12, Таганрог-Донецк, июнь 2012;

6. 8th International Conference on Technical and Physical Problems of Power Engineering (ICTPE – 2012), Fredrikstad, Norway, 5-7 September 2012;

7. Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции «Машиностроение и техносфера», том 2, Донецк, 17-22 сентября 2012;

8. Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2013». Том 4. Київ: НАУ, 21-23 травня 2013;

9. Материалы седьмой международной научно-технической конференции, МЭПП, Баку-Сумгаит, 27-29 ноября 2013.

По теме диссертационной работы опубликованы: 5 статей в РФ (3 статьи в журнале рекомендуемой ВАК); 4 статьи в сборнике “Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri”; одна статья в журнале “Elmi Məcmuələr” и получен один патент (İ 2012 0088).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных результатов, библиографического списка из 115 наименований и приложений. Общий объем диссертации составляет 162 страницы компьютерного текста и иллюстрирован 10 таблицами и 74 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Содержание диссертационной работы дано во введении, в основной части и в основных результатах. Во введении обоснована актуальность темы, показаны цель, объект и предмет исследования, дана информация об основных положениях, выносимых на защиту, о научной ценности и новизне, коротко описаны основные содержания по главам и изложена апробация работы.

В первой главе даны современное состояние и перспективы развития стабилизаторов, применяемых с целью стабилизации сетевого напряжения, теоретически проанализированы, определены

преимущества и недостатки существующих схем стабилизаторов. Показано, что электромеханические стабилизаторы не могут регулировать изменения напряжения с высокой скоростью и для решения этой важной задачи целесообразно использовать электронный стабилизатор, где применяются полупроводниковые силовые ключи.

Исследованы показатели качества электрической энергии (КЭЭ), рассмотрены нормы качества, определяющиеся существующими стандартами, стандарты по КЭЭ, показаны типы сетевых помех и способы борьбы с ними. Проанализированы три типа защиты от сильных импульсных помех радиоэлектронных оборудований разного назначения: конструктивного, схемотехнического и структурно-функционального средств. Показано, что при построении электронных стабилизаторов напряжения рационально использовать более совершенные схемы управления и программного обеспечения для уменьшения воздействия импульсных помех, кроме экранирования, заземления и параметрических способов.

Во второй главе проведен теоретический анализ причин возникновения помех, показаны три возможных варианта электромагнитных помех, в зависимости от мощности воздействия: маломощные – не воздействуют нормальной работе оборудований, относительно мощные – мешают нормальной работе оборудований, мощные – выводят оборудования из строя.

Показано, что если при воздействии, работа потребителей не нарушаются, шумы не являются помехами.

Рассмотрено качественное исследование перехода волны с прямоугольным фронтом из одной линии в другую в четырех случаях: переход прямоугольной волны из одной линии в другую через индуктивность и емкость, и мимо индуктивности и емкости. Для правильной оценки борьбы с помехами проанализированы возможные в научно-технической литературе варианты возникновения и распространения искажений в сети и выяснено, что помехи воздействуют на все оборудования на территории аэропорта в том или ином порядке, независимо от места их возникновения.

Проведен теоретический расчет установившихся процессов в линиях с распределёнными параметрами адаптированных на территории Нахичеванского Международного Аэропорта, на основе обобщенной схемы замещения и выяснено, что импульсные помехи распространяются на любые точки линии, без существенного

ослабления, независимо от места их возникновения.

Описаны, схема и программное обеспечение импульсного регистратора, разработанного с целью определения диапазон изменения амплитудных значений импульсов напряжения, эксперимент, проведенный с помощью этого регистратора и его результаты.

В импульсном регистраторе применены четырнадцать уровневая схема сравнения с целью определения диапазон изменения амплитудных значений импульсов напряжения, четырехзначное табло для показа количества и уровней импульсов, микроконтроллер марки PIC16F628 для выполнения указанных операций (рис. 1).

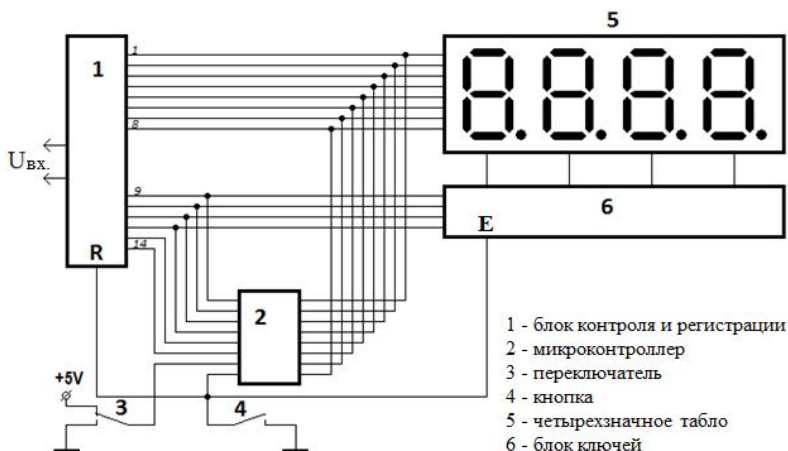


Рис. 1. Функциональная блок-схема регистратора импульсов напряжения

Импульсный регистратор позволяет регистрировать импульсы напряжения шагом 100 В, в диапазоне 400...1000 В, и шагом 500 В, в диапазоне 1000...4500 В. Устройство отличается широким диапазоном измерения и сохранением в памяти количества импульсов для каждого уровня в отдельности. Кроме этого, уровни регистрируемых импульсов в момент регистрации, в течение 1...2 сек. индуцируются, питание устройства автономно и его эксплуатация удобна для проведения продолжительных исследований.

Даны результаты исследований проведенных с целью определения причин самопроизвольного включения симисторов, показаны способности помех малой мощности, создавать аварии,

попадая в цепи управления электронных стабилизаторов напряжения и механизмы возникновения аварий по этой причине. Таким образом, выяснено, что сильные аварии целесообразно предотвратить при помощи изменений в схеме и алгоритме управления, а не дорогими фильтрами, имеющими большие габариты.

Описана быстродействующая схема защиты от короткого замыкания, возникающего во входных и выходных цепях стабилизатора и между витками силового автотрансформатора, и ее работа.

В третьей главе симистор исследовано в качестве датчика тока для определения нулевого значения тока нагрузки и теоретически проанализирована возможность получения сигнала с его управляющего и основных электродов. Исследовано падение напряжения на управляющем электроде симистора в статическом и динамическом режимах, дана и проанализирована осциллограмма этого напряжения. На рис. 2, показана осциллограмма падения напряжения на управляющем электроде относительно основного электрода, которого оно расположено ближе, при прохождении синусоидального тока по основным электродам симистора.

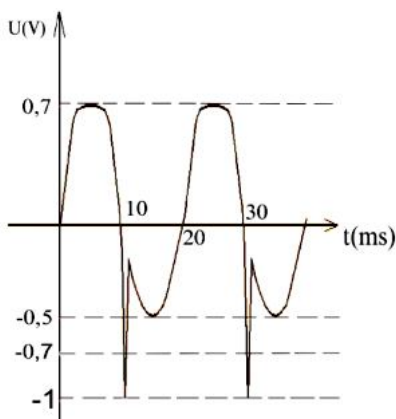


Рис. 2. Осциллограмма падения напряжения на управляющем электроде в динамическом режиме

Таким образом, показаны возможности определения состояния симистора по напряжению на управляющем электроде с точностью

до микросекунды и применения его в качестве датчика тока.

Рассмотрен вариант предотвращения одновременного включения двух или более симисторов, разработаны схема защиты (рис. 3) от одновременного включения двух или более симисторов, уменьшающая вероятность возникновения аварийного случая, используя при этом оптическую связь, элементы сравнения и самих симисторов в качестве датчика напряжения, а также таблица истинности, поясняющая работу этой схемы. Предложено применение высокоскоростных ключей для предотвращения аварийного случая.

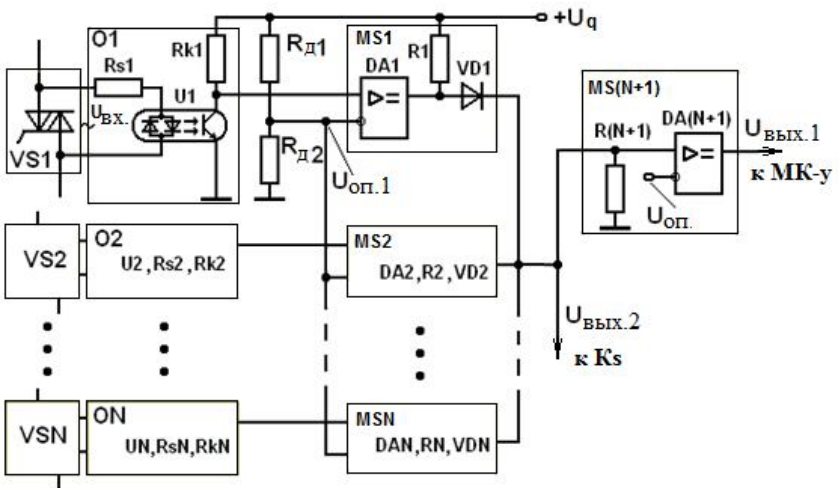


Рис. 3. Схема индивидуального контроля для обеспечения состояния симисторов

На рис. 3, когда все симисторы выключены и значения сопротивлений R_1, \dots, R_N равны, падение напряжения на сопротивлении $R(N+1)$, который подключен общей точке будет равняться нулю:

$$U_{\text{ВЫХ.}} = 0.$$

Во всех остальных случаях при включенном состоянии 1, 2, ..., N симисторов значения выходных напряжений может определяться по следующим формулам:

$$U_{\text{вых.1}} = \frac{1}{2} (U_{\text{п}} - U_{\text{д}}) \quad (1),$$

$$U_{\text{вых.2}} = \frac{2}{3} (U_{\text{п}} - U_{\text{д}}) \quad (2),$$

... ..

$$U_{\text{вых.N}} = \frac{N}{N+1} (U_{\text{п}} - U_{\text{д}}) \quad (N).$$

Здесь, $U_{\text{п}}$ – напряжения питания, $U_{\text{д}}$ – падения напряжения на диодах VD1,...VDN.

Таблица истинности, выясняющая работу схемы индивидуального контроля

№	Входы				Выход
	1	2	...	N	
1	1	1	...	1	1
2	0	1	...	1	1
3	0	0	x	1	0
4	0	1	x	0	0
5	0	0	x	0	0
...
m					

Как видно из таблицы при выключенном состоянии всех (1-ый случай), или включенном состоянии одного симистора (2-ой случай) на выходе схемы получается “1”. Во всех остальных случаях, если несколько симисторов находятся во включенном состоянии одновременно, на выходе схемы получается “0”.

Даны блок-схема электронного стабилизатора напряжения, работающего по принципу ступенчатого регулирования, схемы функциональных блоков и элементов, относящихся к этой блок-схеме, которые выполняют контроль и управление для безаварийного переключения симисторов, подключают внутреннюю нагрузку к выходной цепи стабилизатора, для уменьшения воздействия переходных процессов, индицируют перегрузку по току и защищают

от нее стабилизатор, и описаны их работы.

В четвертой главе дана и описана принципиальная электрическая схема разработанного стабилизатора.

Описаны изменения, внесенные на программу МК, который применяется в стабилизаторе переменного напряжения, за счет которых обеспечивается защита от перегрузки по току, плавное переключение симисторов, помехоустойчивое измерение уровня напряжения, и разработаны их алгоритм работы (рис. 4 и рис. 5). На рисунках внесенные изменения показаны затемненным цветом.



Рис. 4. Блок-схемы алгоритмов для обеспечения перехода в оригинале (а) и новой программе (б)

В оригинале, при изменении уровня напряжения для переключения симисторных ключей в момент перехода дается задержка (рис. 4, а). В это время момент выключения симистора точно не определяется. В новой программе (рис. 4, б) переключение происходит в момент выключения открытого симистора и при этом не приходится делать задержку до неопределенного времени.

В подпрограмме, где определяется уровень напряжения, после измерения длительности сигнала (в точке А) и определения уровня напряжения, заканчивается обработка подпрограммы (рис. 5, а). Чтобы предотвратить воздействие импульсных помех на результат измерения, после окончания длительности измерительного сигнала и определения уровня напряжения, в течение 5 мс ожидается появление измерительного сигнала вновь (рис. 5, б). Количество импульсов накопленного по истечении вновь появившегося измерительного сигнала добавляется к результату предыдущего измерения, в противном случае результат измерения остается неизменным. Таким образом, предотвращается воздействие импульсных помех длительностью меньше 5 мс, на результат измерения.

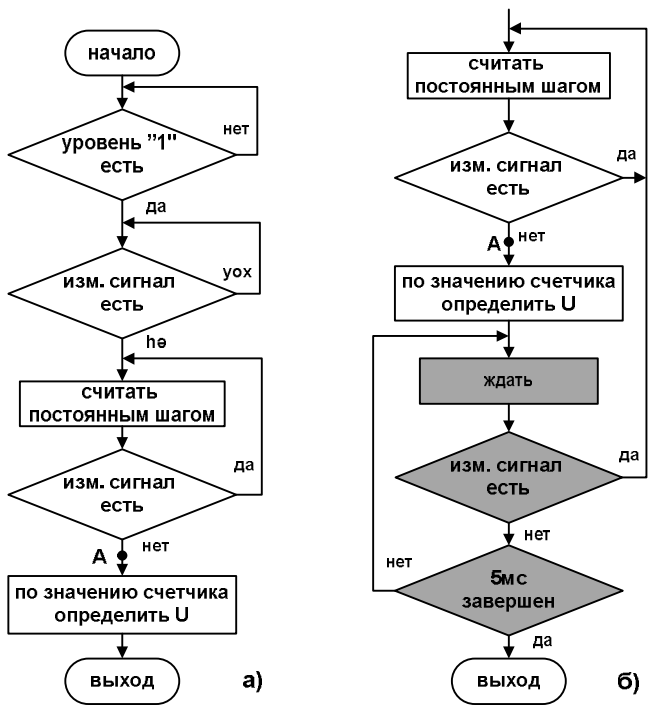


Рис. 5. Блок-схемы алгоритмов для определения длительности измерительного сигнала в оригинале (а) и в новой программе (б)

Даны временные диаграммы, поясняющие механизм возникновения перегрузки по току в автотрансформаторе и во включенном следующем симисторе в момент переключения симисторных ключей, если для включения следующего симистора выполняется пауза длительностью 10-15 мс (когда в цепи управления силовых симисторов применяются оптосимисторы с детектором напряжения нуля) (рис. 6).

На рис. 6 покрашенные поля соответствуют включенному состоянию симисторов, а также прохождению нагрузочного тока. Цифры I и II в синусоиде условно показывают открытое состояние 1-ого и 2-ого симисторов, до и после перехода, соответственно. Как видно из рисунка, при потере одного полупериода в сетевом напряжении, полярности тока нагрузки и напряжения приложенной к автотрансформатору, до и после перехода одинаковы. В этом случае

по обмотке автотрансформатора течет выпрямленный ток, и это приводит к перегреву 2-ого симистора.

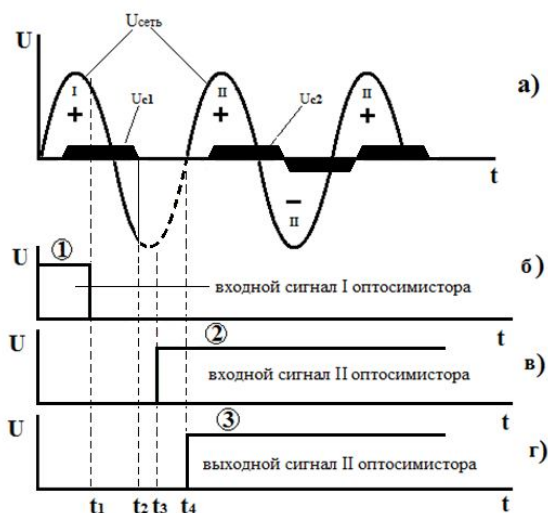


Рис. 6. Смещение по времени входных и выходных сигналов оптосимисторов

Описана конструкция разработанного стабилизатора, при конструировании которого решались следующие задачи:

- защита блока управления от воздействия сильного магнитного поля, при помощи экрана;
- обеспечение вертикального движения воздушного потока, который служит для переноса тепла от полупроводниковых элементов в собранном состоянии, при размещении конструктивных и полупроводниковых элементов;
- обеспечение удобной эксплуатации и выполнение ремонтных работ, при размещении механических и электрических частей, а также органов управления.

Исследованы выходные параметры стабилизатора в различных нагрузочных режимах и в самых трудных условиях: вместе с активной нагрузкой, используя в качестве нагрузки сварочный аппарат и кондиционер марки БК-2300, а также последовательным подключением реостата сопротивлением 5 Ом, создавая при этом

потери в сети. Показано, что в проводах линии, при значениях падения напряжения в допустимых пределах стабилизатор сохраняет свой рабочий режим, и его выходные параметры не превышают заявленные значения (указанные в техническом задании).

Предложена схема трансформаторно-гасительного устройства для подавления высоковольтных импульсных помех, в стабилизаторе работающего по принципу ступенчатого регулирования, а также в распределительных подстанциях и описана его работа (рис. 7).

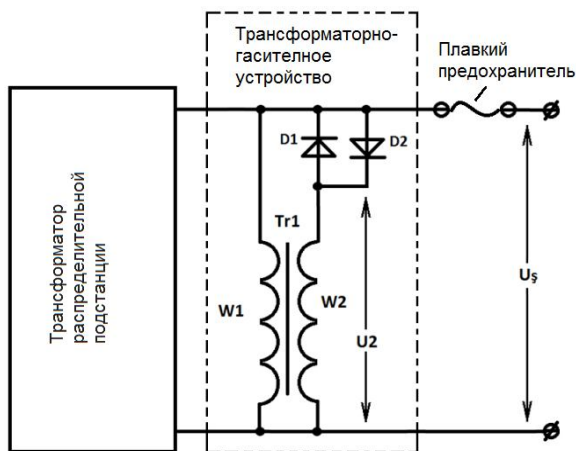


Рис. 7. Схема трансформаторно-гасительного устройства

Устройство-гаситель состоит из трансформатора и двух диодов, подключенных встречно-параллельно. Трансформатор состоит из двух изолированных между собой обмоток, число витков которые одинаковы. Одна обмотка подключаются к сети напрямую, а другая с помощью диодов. В этом случае не зависимо от диапазонов изменения уровня сетевого напряжения и мощности нагрузки, трансформатор-гаситель работает на холостом ходу, то есть за счет присутствия диодов со второй обмотки ток не течет. В момент резкого прекращения большого тока через сеть, обе обмотки трансформатора-гасителя играют роль нагрузки трансформатора подстанции. Энергия, накопленная в трансформаторе подстанции, в основном разряжается через вторичную обмотку и таким образом предотвращается резкий выброс напряжения.

Предложено, в стабилизаторе, работающего по принципу

ступенчатого регулирования, применить в качестве первичного, основную обмотку автотрансформатора.

Основные результаты

1. Разработаны электрическая схема, алгоритм программного обеспечения специального регистрирующего устройства, обнаруживающего помехи и импульсы напряжения, изготовлен его работающий лабораторный образец. Определены амплитуды и интенсивно наблюдаемые диапазоны шумов и помех, существующих на территории аэропорта.

2. Возможность использования основных электродов симистора в цепи переменного тока с целью получить информацию о нулевом значении тока, и преимущества этого способа от других способов, теоретически проанализированы и подтверждены, практически этот способ применен в схеме стабилизатора.

3. В схеме электронного стабилизатора напряжения, применена схема индивидуального контроля для контроля состояния симисторов в цепи переменного тока, и определено, что этот способ позволяет управлять коммутацией более эффективно и надежно. Разработана электрическая схема схемы контроля, используя оптическую связь и элементы сравнения, а также таблица истинности, объясняющая работу этой схемы.

4. Разработаны алгоритмы, обеспечивающие работу схем защиты входных и выходных цепей стабилизатора от перегрузки по току и помехоустойчивого определения уровня напряжения.

5. Применены импульсные сигналы управления частотой 93 кГц и импульсные трансформаторы, при управлении симисторов, в результате обеспечены уменьшение размеров трансформатора и воздействия низкочастотных помех.

6. Разработаны структурная и электрическая схемы стабилизатора - вторичного источника электропитания на основе полупроводниковых ключей управляемого МК, адаптированного к наземным комплексам, помехоустойчивого, не мешающего работе других потребителей, с высокой скоростью корректирующего изменения сетевого напряжения в широком диапазоне.

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Paşayev A.M., Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ. Simistorlu stabilizatorlarda yüksək cəldlikli elektron qoruyucusu // MAA-nın Elmi Əsərləri, №2, 2007, səh. 3-10.
2. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ. “Sifir orqanı”-nin vericisi funksiyasında simistorun tədqiqi // MAA-nın Elmi Əsərləri, №2, 2008, səh. 33-44.
3. Nəbiyev R.N., Vəliyeva Q.C., Qarayev Q.İ. Mikrokontroller əsasında elektron idarəli gərginlik stabilizatoru / Труды международной конференции «Научно-технический прогресс и современная авиация», том II, Баку, 12-14 февраля 2009 г. səh. 7-8.
4. Гараев Г.И. Возможности одновременного использования силового электронного ключа в качестве «нуль органа» / «Информационные технологии в авиационной и космической технике - 2009» Тезисы докладов, Москва, 20-24 апреля 2009, с. 31-32.
5. Пашаев А.М., Касимов Ф.Дж., Набиев Р.Н., Гараев Г.И. Исследование симистора в качестве датчика тока в схеме «нуль органа» // Вопросы специальной радиоэлектроники. - Москва - Таганрог, 2009, с. 118-128.
6. Pashayev A.M., Nabiyev R.N., Qarayev Q.I. Analyses of triac as an electric current sensor in the circuit zero element / 6th International Conference on Technical and Physical Problems of Power Engineering (ICTPE – 2010), Tabriz, Iran, 14-16 September 2010, p. 19-22.
7. Pashayev A.M., Nabiyev R.N., Qarayev Q.I. The scheme of protection against simultaneous opening of two or more triacs / 7th International Conference on Technical and Physical Problems of Power Engineering (ICTPE – 2011), Lefkosa, TR Northern Cyprus, 7-9 July 2011, p. 382-384.
8. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Гараев Г.И. Управление многосимисторным коммутатором / Вопросы специальной радиоэлектроники, Москва - Таганрог, Выпуск 2, 2011, с. 132-137.
9. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Гараев Г.И. Схема защиты от одновременного открывания двух или более симисторов // Известия ЮФУ, №2, февраль 2012, с. 130-135.
10. Пашаев. А.М., Набиев Р.Н., Гараев Г.И. Об управление коммутатором электроэнергии // Известия ЮФУ, материалы тринадцатого международного научно-практического семинара, книга 2, №12, июнь 2012, с.156-160.

11. Pashayev A.M., Nəbiyev R.N., Qarayev Q.I. Voltage stabilizers with step regulation / Proceeding of 8th International Conference on Technical and Physical Problems of Power Engineering (ICTPE 2012). Fredrikstad, Norway. 5-7 September 2012, p. 364-368.

12. Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ. Pilləli tənzimləməli elektron gərginlik stabilizatoru // Elmi Məcmuələr, C14, №3, Bakı, 2012, səh. 30-36.

13. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Гараев Г.И. Некоторые схемотехнические решения при построении стабилизаторов напряжения со ступенчатым регулированием / Машиностроение и техносфера, Сборник трудов XIX международной научно-технической конференции, том 2, 17-22 сентября 2012, Донецк, с. 263-269.

14. Набиев Р.Н., Гараев Г.И. Некоторые схемотехнические решения при построении стабилизаторов напряжения со ступенчатым регулированием // Известия ЮФУ, №2, февраль 2013, с. 231-239.

15. Пашаев А.М., Набиев Р.Н., Гараев Г.И. О программном обеспечении электронного стабилизатора напряжения с микроконтроллером / Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції „АВІА-2013”. – Т.4. –К.: НАУ, 21-23 травня 2013. с. 24.54-24.57.

16. Nəbiyev R.N., Həzərhanov Ə.T., Qarayev Q.İ. Mikrokontrollerli elektron gərginlik stabilizatorunun proqram təminatı haqqında // MAA-nın Elmi Əsərləri, №2, 2013, səh. 60-71.

17. Nəbiyev R.N., Həzərhanov Ə.T., Qarayev Q.İ. Mikrokontrollerli elektron gərginlik stabilizatorunun proqram təminatı haqqında / МЭПП, Материалы седьмой международной научно-технической конференции, Баку - Сумгаит, 27-29 ноября 2013 г., с.178-181.

18. Набиев Р.Н., Газарханов Э.Т., Гараев Г.И. О программном обеспечении электронного стабилизатора напряжения с микроконтроллером // Известия ЮФУ, №5, май 2014, с.174-182.

19. Qarayev Q.İ. Elektrik enerjisinin keyfiyyəti və qısamüddətli impuls maneələri // MAA-nın Elmi Əsərləri, №2, 2014, səh. 116-130.

20. Paşayev A.M., Nəbiyev R.N., Qarayev Q.İ. Simistorun yük dövrəsində cərəyanın sıfırdan keçməsi haqqında ilkin məlumatın alınması üsulu, Patent İ 2012 0088.

Qədir İsxan oğlu Qarayev

Qısamüddətli impuls maneələri və aeroportların elektrik təchizatı dövrlərində onların zəiflədilməsi

Annotasiya

Dissertasiya işi yerüstü komplekslərə adaptasiya olunmuş, aeroport ərazisində radioelektron və elektrik avadanlıqlarının elektrikqidalınmasında tətbiq edilmək üçün nəzərdə tutulmuş elektron gərginlik stabilizatorunun yaradılmasına həsr olunub. Elektron stabilizatorların, elektromexaniki stabilizatorlara nəzərən üstünlükləri göstərilib, eyni zamanda impuls maneələrinə qarşı həssas olduqları qeyd edilib. Elektron stabilizatorunda impuls maneələrinin təsirinin azaldılması məqsədi ilə yeni sxemotexniki üsul, idarəetmə və gərginliyin səviyyəsinin maneəyədavamlı təyin edilməsi alqoritmi işlənib, proqram təminatı yazılıb. Güc açarından eyni zamanda cərəyan vericisi qismində istifadə etməklə, az itki ilə cərəyanın sıfır qiymətinin təyin edilməsinin mümkünlüyü göstərilib. Bu məqsədlə, daxili struktru nəzəri təhlil edilərək simistor, statik və dinamik rejimlərdə tədqiq olunub. Pilləli tənzimləmə prinsipi ilə işləyən elektron gərginlik stabilizatorlarında simistorların açıq və ya bağlı olmasını təyin etmək və simistorların qəzasız keçidini təmin etmək üçün fərdi nəzarət sxemi və sxemin işini aydınlaşdıran doğruluq cədvəli işlənib. Güc simistorlarını gərginliyin sıfır detektoru olan optosimistorlarla idarə edən zaman pillələrarası keçidin yerinə yetirilməsi anında 10-15 ms fasilə verilməsi hesabına yaranan artıqyüklənmənin nəzəri təhlili verilib. Stabilizatorun sxemində və paylayıcı yarımstansiyalarda yüksəkvoltlu və qısamüddətli gərginlik impulslarını zəiflətmək üçün transformatorlu söndürücü qurğunun sxemi təklif edilib və işi təsvir edilib.

Qadir Isachan oglu Qarayev

Impulse noises of short duration and their suppression in
power supply circuits of airports

Summary

Dissertation is dedicated to the creation of an electronic voltage stabilizer, which is adapted power ground-based facilities of airport for use in power supply radioelectronic and electric equipments. Compared to electromechanical stabilizers advantages of electronic stabilizers shown and is noted that they are sensitive to impulse interference. In order to reduce the impact of impulse interference to electronic stabilizer the new schemes of control and algorithms were developed. Was developed an algorithm for stable determine of voltage level and was written its program. Shown the possibility of determining zero value of current on less losses, when is used the power triac as a current sensor at the same time. For this purpose, was analyzed theoretically the internal structure of triac and the triac investigated in static and dynamic modes. To determine the open or closed state of the triac and provide trouble-free switching between the steps in the electronic voltage regulators operating on the principle of step control, was developed an individual controlling circuit and truth table of the circuit. Theoretically analyzed overload at the moment of transition when given the delay of 10-15 ms at driving of power triacs by optocouplers which have built-in zero voltage detector. Is proposed a scheme of transformer suppressor to reduce the short and high-voltage pulses in the scheme of the stabilizer and distribution substations.

Подписано к печати 16. 09. 2016 г.
Тираж 100. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага высшего сорта.

Типография АзТУ. пр. Г. Джавида 25
Тел: (+012) 439-14-52
E.mail: aztumetbee@yahoo.com

**AZƏRBAYCAN HAVA YOLLARI
QAPALI SƏHMDAR CƏMİYYƏTİ
MİLLİ AVİASIYA AKADEMİYASI**

Əlyazması hüququnda

QƏDİR İSAXAN OĞLU QARAYEV

**QISAMÜDDƏTLİ İMPULS MANEƏLƏRİ VƏ AEROPORTLARIN
ELEKTRİK TƏCHİZATI DÖVRƏLƏRİNDƏ ONLARIN
ZƏİFLƏDİLMƏSİ**

**İxtisas: 3324.04 – Yəüstü komplekslər, buraxılış avadanlıqları, uçan
aparatların və onların sistemlərinin istismarı**

**Texnika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

BAKI - 2016