

РЕЦЕНЗИИ И ИНФОРМАЦИЯ



ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА ГЛАЗАМИ МОЛОДЕЖИ - 2016 СЕДЬМАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

г. Казань, 19–23 сентября 2016 года



Уважаемые коллеги!

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет»,
Открытое акционерное общество «Системный оператор
Единой энергетической системы»,
Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания
Единой энергетической системы»,
Conseil International des Grands Réseaux Électriques – CIGRE
Российский Национальный Комитет Международного Совета по большим
электрическим системам высокого напряжения (РНК СИГРЭ),
Благотворительный Фонд «Надежная смена»

19 – 23 сентября 2016 года проводят в Казани

**VII Международную молодёжную научно-техническую конференцию
«Электроэнергетика глазами молодежи –2016»**

ЦЕЛИ КОНФЕРЕНЦИИ – развитие научного и творческого потенциала молодых исследователей в области электроэнергетики.

ЗАДАЧИ КОНФЕРЕНЦИИ – представление и обсуждение новейших научных результатов исследований и практических достижений в области электроэнергетики, развитие и укрепление научных связей компаний электроэнергетики и вузов, привлечение молодых работников, студентов и аспирантов к научно-исследовательской деятельности.

VII Международная молодёжная научно-техническая конференция «Электроэнергетика глазами молодежи –2016» будет проходить на базе ФГБОУ ВПО «Казанский государственный энергетический университет».

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ (СЕКЦИИ) КОНФЕРЕНЦИИ

№ п/п	Научное направление (секция)	Тематика по направлениям
1.	ОСНОВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	– оборудование тепловых электростанций – оборудование гидроэлектростанций – оборудование атомных электростанций

№ п/п	Научное направление (секция)	Тематика по направлениям
2.	ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ И СИСТЕМ	– высоковольтные линии электропередач – силовые и измерительные трансформаторы, реакторы, конденсаторы, синхронные компенсаторы – коммутационное оборудование – распределительные устройства станций и подстанций
3.	РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ	– цифровая релейная защита – вопросы эксплуатации устройств РЗА – стандарт МЭК 61850, цифровая подстанция
4.	УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕЖИМАМИ ЭНЕРГОСИСТЕМ	– установившиеся режимы энергосистем – переходные режимы энергосистем – планирование электроэнергетических режимов – режимная автоматика энергосистем – противоаварийная автоматика энергосистем – ликвидация аварий в энергосистемах
5.	ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ	– автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления – системы измерения, сбора и передачи информации в электроэнергетике – кибербезопасность в электроэнергетике
6.	ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И ЭКОНОМИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	– распределенная энергетика и собственная генерация потребителей энергии – силовая электроника и электропередачи постоянным током высокого напряжения – мониторинг переходных режимов и регистрация аварийных событий – экология в электроэнергетике – рыночные механизмы в электроэнергетике
7.	ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ	– программы и методики повышения квалификации работников – реновация образовательных процессов профильных кафедр вузов по подготовке специалистов для электроэнергетической отрасли – развитие систем тренажерной подготовки

РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

1.	Регистрация на Интернет-сайте конференции. Прием аннотаций	до 11.03.2016
2.	Прием статей материалов конференции	до 01.06.2016
3.	День заезда	19.09.2016
4.	Подтверждение участия в конференции	до 30.03.2016
5.	Открытие конференции, пленарные доклады. Круглый стол по вопросам вузовского образования для электроэнергетики	20.09.2016
6.	Работа по секциям, стендовые доклады, мероприятия по программе конференции	20-22.09.2016
7.	Итоговое пленарное заседание	23.09.2016

УСЛОВИЯ УЧАСТИЯ В КОНФЕРЕНЦИИ

Авторами докладов могут быть студенты, аспиранты, молодые учёные и специалисты энергетических компаний. Обязательным условием является участие в качестве докладчиков соавторов секционных докладов – молодых исследователей (возраст до 35 лет).

Для участия в конференции необходимо **не позднее 11 марта 2016 года** зарегистрироваться на сайте конференции по адресу: <http://www.cigre.ru/rnk/youth/egm/>, разместить заявку на участие и аннотацию доклада.

При соответствии аннотации научным направлениям и тематике конференции на электронный адрес автора высылается подтверждение участия в конференции (до 30 марта 2016 г.). В срок до **01 июня 2016 года** авторам необходимо разместить на указанном сайте статью доклада/стендовый доклад.

Правила оформления и размещения статей/стендовых докладов приведены на сайте конференции: <http://www.cigre.ru/rnk/youth/egm/>.

В представленных работах должны быть отражены: актуальность рассматриваемой проблемы, новизна проведенных исследований, личный вклад автора, практическая ценность, перспективы использования полученных результатов. Оргкомитет оставляет за собой право отклонить материалы, в которых отсутствуют (не ясны) указанные позиции.

Доклады, соответствующие установленным требованиям и прошедшие рецензирование, издаются в электронной и печатной версии к началу работы конференции в Сборнике трудов (РИНЦ) в авторской редакции.

Участники конференции обеспечиваются необходимой презентационной техникой и соответствующими техническими средствами для размещения стендовых докладов.

Официальные языки конференции: русский и английский.

Формы участия: очная и заочная.

Организационный взнос не предусмотрен.

По итогам конференции проводится отбор лучших докладов, авторам которых будет предоставлена возможность опубликования материалов в научно-технических изданиях, в том числе входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК согласно письму Минобрнауки от 01.12.2015 № 13-6518.

Партнеры конференции проводят конкурсы на лучшие доклады в нескольких номинациях. Победители конкурса поощряются ценными призами и дипломами, кандидатуры победителей зачисляются в кадровый резерв ведущих компаний российской электроэнергетики.

В рамках VII Международной молодёжной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи – 2016» будет проводиться XI Открытая молодёжная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике». Сроки предоставления аннотации и докладов, а также требования к ним общие для обеих конференций.

XI Открытая молодёжная научно-практическая конференция «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике» является отборочным полуфинальным мероприятием по направлениям «Информационные технологии» и «Новые приборы и аппаратные комплексы» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (www.fasie.ru). Выбранные проекты будут представлены на Всероссийской молодёжной научно-технической конференции «ИДЕЛЬ», аккредитованной Фондом в качестве итогового регионального Мероприятия по

программе «УМНИК». В Программе могут принимать участие физические лица от 18 до 28 лет включительно, являющиеся гражданами РФ и предлагающие к рассмотрению коммерциализуемые научно-технические проекты, которые соответствуют условиям конкурса (www.fasie.ru/programmy/qumnikq). Победители получают гранты на подготовку своего проекта до стартапа, обучение основам коммерциализации, консультации специалистов и информационную поддержку. Дополнительная информация располагается на официальном сайте XI Открытой молодежной научно-практической конференции «Диспетчеризация и управление в электроэнергетике»: <http://omnpk-energetika.ru/>.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ:

Вашкевич В.Ф., генеральный директор филиала ПАО «ФСК ЕЭС» - МЭС Волги (Самара)

Громов О.А., генеральный директор Филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги (Самара)

Ерохин П.М., советник директора ОАО «СО ЕЭС», д.т.н. (Москва)

Ожегина Н.К., заместитель Председателя Правления ПАО «ФСК ЕЭС», к.ю.н. (Москва)

Чеклецова С.П., директор по управлению персоналом ОАО «СО ЕЭС» (Москва)

Шамсутдинов Э.В., проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «КГЭУ», к.т.н. (Казань)

ЧЛЕНЫ ОРГАНИЗАЦИОННОГО КОМИТЕТА:

Власюк Е.В., начальник Службы управления персоналом Филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги (Самара)

Галеев Э.Г., директор Филиала ОАО «СО ЕЭС» РДУ Татарстана (Казань)

Гофман А.В., руководитель Оргкомитета Молодежной секции НП «РНК СИГРЭ», к.т.н. (Москва)

Ившин И.В., директор Института электроэнергетики и электроники, ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.т.н., профессор (Казань)

Королев А.С., директор Фонда «Надежная смена» (Москва)

Леонтьев А.В., проректор по учебной работе ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.п.н., профессор (Казань)

Николова Е.А., руководитель Центра подготовки персонала ПАО «ФСК ЕЭС» (Москва)

Макаров А.В., к.т.н., начальник управления НИРС и ТМ ФГБОУ ВПО «ИГЭУ» (Иваново).

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Ахметшин А.Р., старший преподаватель кафедры «Электроэнергетические системы и сети» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», к.т.н. (Казань)

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ:

Абдуллазянов Э.Ю., к.т.н., Ректор ФГБОУ ВПО «КГЭУ» (Казань)

Аюев Б.И., д.т.н., Председатель Правления ОАО «СО ЕЭС» (Москва)

Муров А.Е., д.э.н., Председатель Правления ПАО «ФСК ЕЭС», Председатель РНК СИГРЭ (Москва)

Сафиуллин Д.Х., заместитель министра промышленности и торговли Республики Татарстан (Казань)

ЧЛЕНЫ ПРОГРАММНОГО КОМИТЕТА:

Ахметова И.Г., заведующий кафедрой «Экономика и организация производства» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», к.т.н., доцент (Казань)

Бартоломей П.И., профессор кафедры «Автоматизированные электрические системы» ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», д.т.н. (Екатеринбург)

Бондаренко А.Ф., Советник директора ОАО «СО ЕЭС» (Москва)

Будовский В.П., руководитель Центра тренажерной подготовки персонала ОАО «СО ЕЭС», д.т.н. (Москва)

Ведерников А.С., декан Электротехнического факультета ФГБОУ ВО «СамГТУ», к.т.н. (Самара)

Вериго А.Р., руководитель Группы автоматизированных систем технологического управления ЗАО «РТСофт», к.т.н. (Москва)

Власюк Е.В., начальник Службы управления персоналом Филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Средней Волги (Самара)

Воропай Н.И., член-корреспондент РАН, директор институт систем энергетики им. Л.А.Мелентьева СО РАН, д.т.н. (Иркутск)

Волкова И.О., д.э.н., профессор, зам. директора Института проблем ценообразования и регулирования естественных монополий, НИУ «ВШЭ» (Москва);

Голенищев-Кутузов А.В., заведующий кафедрой «Промышленная электроника и светотехника» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.ф.-м.н. (Казань)

Гольдштейн В.Г., профессор кафедры «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «СамГТУ», д.т.н. (Самара)

Губаев Д.Ф., проректор по интеграции с производством, заведующий кафедрой «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», к.т.н. (Казань)

Дьячков В.А., заместитель Главного диспетчера по режимам ОАО «СО ЕЭС», к.т.н. (Москва)

Ерохин П.М., советник директора ОАО «СО ЕЭС», д.т.н. (Москва)

Жуков А.В., заместитель директора по управлению режимами ЕЭС ОАО «СО ЕЭС», к.т.н. (Москва)

Ивановский Д.А., ведущий эксперт ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС» (Москва)

Ившин И.В., заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.т.н. (Казань)

Илюшин П.В., заместитель Генерального директора – Главный инспектор ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС», к.т.н. (Москва)

Козлов В.К., заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы и сети» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.ф.-м.н. (Казань)

Кононов Ю.Г., директор Института электроэнергетики, электроники и нанотехнологий, заведующий кафедрой «Автоматизированные электроэнергетические системы и электроснабжение» ФГАОУ ВПО «СКФУ», д.т.н. (Ставрополь)

Куликов Ю.А., ведущий эксперт ОАО «СО ЕЭС», к.т.н. (Москва)

Лебедев В.Д., заведующий кафедрой «Автоматическое управление электроэнергетическими системами» ФГБОУ ВПО «ИГЭУ», к.т.н. (Иваново)

Маргулис С.М., заведующий кафедрой «Электрические станции» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», к.т.н. (Казань)

Мурзин А.Ю., заведующий кафедрой «Электрические системы» ФГБОУ ВПО «ИГЭУ», к.т.н. (Иваново)

Нагай В.И., заведующий кафедрой «Электрические станции и электроэнергетические системы» ФГБОУ ВПО «ЮРГПУ(НПИ)», д.т.н. (Новочеркасск)

Назарычев А.Н., ректор ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», д.т.н. (Санкт-Петербург)

Нудельман Г.С., заведующий кафедрой «Теоретические основы электротехники и релейная защита» ФГБОУ ВПО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова», к.т.н. (Чебоксары)

Паздерин А.В., заведующий кафедрой «Автоматизированные электрические системы» ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», д.т.н. (Екатеринбург)

Полищук В.И., заведующий кафедрой «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «СамГТУ», к.т.н. (Самара)

Прохоров А.В., доцент кафедры «Электроэнергетические системы», заместитель директора по учебной работе Энергетического института ФГАОУ ВО «НИ ТПУ», к.т.н. (Томск)

Суслов К.В., доцент кафедры электроснабжения и электротехники ФГБОУ ВО «ИРНИТУ», к.т.н. (Иркутск)

Сулова О.В., ведущий научный сотрудник ОАО «НТЦ ЕЭС», руководитель Подкомитета РНК СИГРЭ В4, к.т.н. (Санкт-Петербург)

Таджибаев А.И., заведующий кафедрой «Диагностика энергетического оборудования» ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», д.т.н. (Санкт-Петербург)

Тютиков В.В., д.т.н., проректор по научной работе ФГБОУ ВПО «ИГЭУ» (Иваново);

Федотов А.И., профессор кафедры «Электроэнергетические системы и сети» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.т.н. (Казань)

Федчишин В.В., декан энергетического факультета, заведующий кафедрой «Электрические станции, сети и системы» ФГБОУ ВО «ИРНИТУ» (Иркутск)

Фишов А.Г., заведующий кафедрой «Автоматизированные электроэнергетические системы» ФГБОУ ВО «НГТУ», д.т.н. (Новосибирск)

Чичирова Н.Д., директор института теплоэнергетики, заведующий кафедрой «Тепловые электрические станции» ФГБОУ ВПО «КГЭУ», д.х.н. (Казань)

Kubis Andreas, диплом-инженер, кафедра «Энергетики и электрических систем» Технический университет Дортмунд (Technische universitte Dortmund) (Дортмунд, Германия);

Rehtanz Christian, заведующий кафедрой «Энергетики и электрических систем» Технический университет Дортмунд (Technische universitte Dortmund) (Дортмунд, Германия);

Vannier Jean-Claude, директор департамента «Энергетика» Высшей электротехнической школы (Ecole suprieure d'lectricit, Supelec) (Париж, Франция);

Hermanns Kevin, диплом-инженер, кафедра «Силовой электроники» Технический университет Дармштадт (Technische universitte Darmstadt) (Дармштадт, Германия);

Griepentrog Gerd, заведующий кафедрой «Силовой электроники» Технический университет Дармштадт (Technische universitte Darmstadt) (Дармштадт, Германия).

НОРМАТИВНАЯ БАЗА

[Положение о Международной научно-технической конференции «Электроэнергетика глазами молодежи»](#), утверждено решением организаторов конференции от 13.03.2015 (протокол № 1), определяет цели конференции, состав ее участников и символику, функции организационного и программного комитетов, порядок подготовки и проведения конференции.

АДРЕСА ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ И ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК

Ахметшин Азат Ринатович,

Телефон (кафедры): 8(843) 519-42-72

Телефон (моб.): +7(919)684-57-20

Email: eeqm2016@mail.ru

Сайт конференции: <http://www.cigre.ru/rnk/youth/egm/>

Сайт ФГБОУ ВПО «КГЭУ»: <http://kgeu.ru/>

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ АННОТАЦИИ

Аннотация призвана выполнять функцию независимого от доклада источника информации, на основании которого можно получить достаточное представление о содержании выступления. Аннотация должна быть:

- информативной (не содержать общих слов),
- оригинальной, содержательной (отражать основное содержание доклада и результаты исследований),
- структурированной (следовать логике описания результатов в статье),
- компактной, но не короткой (объемом от 100 до 250 слов).

Структура аннотации:

- **Состояние вопроса:** степень изученности вопроса (проблемы) на данный момент.

- **Материалы и методы:** используемые в исследованиях материалы и методы.

- **Результаты:** описаны..., предложены..., исследовано..., рассмотрено..., получено..., дан анализ... и т.п.

- **Выводы:** обозначить среду приложения полученных результатов (применение, использование – для чего? где?).

Аннотация оформляется на русском и английском языках и является составной частью при публикации доклада, прошедшего рецензирование.

Для статей на английском языке достаточно выполнить аннотацию на английском языке.

Требования к оформлению текста аннотации

- поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 25 мм;
- ориентация книжная;
- заголовок – шрифт Times New Roman, bold, 12pt;
- основной текст – шрифт Times New Roman, 9pt;
- межстрочный интервал – одинарный;
- выравнивание – по ширине;
- абзацный отступ – 0.5 см (по умолчанию);
- переносы запрещены;
- принудительный перенос, лишние пробелы и отступы недопустимы;

Ниже приведен пример оформления аннотации.

STRUCTURE AND CONTENT OF AUTHOR'S ABSTRACT

An abstract is a sufficient source of information about the paper. An abstract must be:

- compact (100-250 words)
- structured
- original
- informative.

Abstract outline:

- **State of the problem:** problem(s) posed, previous studies, author's proposals.

- **Materials and methods:** the way to implement author's proposals, its novelty.
- **Results:** solution offered and its justification.
- **Conclusion:** areas of application of author's solutions and further research.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ АННОТАЦИИ

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ТОКЕ ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ В КОМПЕНСИРОВАННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6–10 кВ

Т.И. Иванова¹, О.А. Иванов²

¹ФГБОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина", Иваново, Россия

²ФГБОУВПО "Самарский государственный технический университет", Самара, Россия
E-mail: ivanov@mail.ru

Аннотация

Состояние вопроса: В компенсированных кабельных сетях 6–10 кВ в качестве защиты от однофазных замыканий на землю широкое применение получили устройства, основанные на способе абсолютного замера общего уровня высших гармоник в токах нулевой последовательности защищаемых присоединений, однако опыт их эксплуатации показал не всегда достаточную селективность этих устройств. Селективность рассматриваемых защит в значительной мере определяются нестабильностью уровня высших гармоник в токе замыкания на землю защищаемой сети. В настоящее время актуальным является уточнение оценки нестабильности высших гармоник в токе однофазного замыкания на землю с применением имитационных моделей и экспериментальных данных.

Материалы и методы: Исследование нестабильности высших гармоник в токе замыкания на землю проведено с применением имитационных моделей компенсированных кабельных сетей 6–10 кВ в системе моделирования Matlab. Параметрирование имитационных моделей выполнено с учетом результатов статистического анализа данных.

Результаты: Разработаны имитационные модели компенсированных кабельных сетей 6–10 кВ и их элементов. На основе вычислительных экспериментов получены оценки нестабильности уровня высших гармоник в токах замыкания на землю.

Выводы: Результаты исследований могут быть применены при разработке новых устройств защиты на основе высших гармоник и для повышения эффективности функционирования существующих защит компенсированных сетей 6–10 кВ.

Ключевые слова: компенсированные кабельные сети 6–10 кВ; однофазные замыкания на землю; высшие гармоники; защита от однофазных замыканий на землю; нестабильность высших гармоник

APPLICATION OF SIMULATION FOR EVALUATION OF INSTABILITY OF HIGHER HARMONICS IN SINGLE-PHASE EARTH FAULT CURRENT IN COMPENSATED CABLE NETWORKS 6–10 kV

T.I. Ivanova¹, O.A. Ivanov²

¹Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russian Federation

²Samara State Technical University, Samara, Russian Federation

E-mail: ivanov@mail.ru

Abstract

Background: Protection devices based on method of measuring the total absolute higher harmonics level in zero sequence currents in connections of protected object against single-phase earth faults in compensated cable networks 6–10 kV have widely used. However their operation experience is not always revealed sufficient selectivity of these devices. Sensitivity of these devices is largely determined by higher harmonics instability in earth fault current of protected network. Currently, due to changes in composition of main substations load of compensated cable networks 6–10 kV, first of all increasing non-linear loads, higher harmonics fluctuations in single-phase earth fault current increased. Thus, more accurate assessment of harmonics instability in single-phase earth fault current with application of simulation and accumulated experimental data is relevant.

Materials and Methods: Research of the higher harmonics instability in the current single-phase earth fault was conducted with application of simulation models of compensated cable networks 6–10 kV in simulation system Matlab. Parameterization of simulation models performed with the results of statistical data analysis.

Results: Simulation models of compensated cable networks 6–10 kV and their elements. Evaluation of higher harmonics instability in single-phase earth faults currents received on basis of computational experiments.

Conclusions: The research results can be applied in the development of new protection devices on the basis of higher harmonics and to improve operation efficiency of existing protections of compensated networks 6–10 kV.

Key words: compensated cable networks 6-10 kV; single-phase earth fault; higher harmonics; protection against single-phase earth faults; higher harmonics instability.