

Данные заявки

Направление заявки:

Н4. Новые приборы и интеллектуальные производственные технологии

Полуфинал:

Полуфинал конкурса "УМНИК Энерджинет"

ДАННЫЕ О ПРОЕКТЕ**Название проекта:**

Разработка системы мониторинга распределительной электрической сети и определения мест однофазных замыканий на землю для установки в подстанции малой и особо малой мощности

Область техники:

ОТ4.16. Электротехника, электротехнологии

Приоритетное направление:

8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

Критическая технология федерального уровня:

26. Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.

Ключевые слова:

техническая диагностика, непрерывный мониторинг, автоматизированная система мониторинга, непрерывная диагностика, ремонт по состоянию, однофазные замыкания на землю, короткие замыкания, Smart Grid, энерджинет.

Участие в других проектах:

нет

Профессиональные достижения:

Победитель олимпиады по теоретическим основам электротехники

УЧАСТНИК ПРОЕКТА**Имя, фамилия:**

Зиганшин Инсаф Ильясович

Дата рождения:

17.01.1998

Пол:

Мужской

Почтовый индекс:

420066

Почтовый адрес:

РФ, РТ, г. Казань, ул. Яруллина, д.6

Регион:**Город:**

Казань

Номер телефона:

+7 927 413 96 40

Контактный email:

Insaf-17@yandex.ru

ИНН:

162301809720

Учёная степень:

нет

Учёное звание:

нет

Учебное заведение:

Казанский государственный энергетический университет

Специальность:

Институт электроэнергетики и электроники, электроэнергетика и электротехника, кафедра «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», третий курс

Место работы:

Казанский государственный энергетический университет

Должность:

студент

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА**Цель выполнения проекта:**

Цель выполнения проекта - создание новой системы мониторинга сети и определения мест однофазных замыканий на землю на для установки в подстанции малой и особо малой мощности в распределительных сетях среднего напряжения, обеспечивающую дистанционную диагностику и непрерывный автоматизированный мониторинг.

Задачи по проекту в рамках договора по программе «УМНИК»:

Задачей, на решение которой направлен проект, является создание системы с бесконтактным присоединением, позволяющего находясь на потребительской подстанции быстро и точно локализовать с помощью анализа параметров переходного процесса аварийного режима, участок повреждения, чтобы сократить время поверхностного осмотра линии электропередачи. Итоговым результатом работы будет опытный образец системы.

Назначение научно-технического продукта (изделия и т.п.):

Система предназначена для развертывании в распределительных электрических сетях среднего напряжения, с установкой экономичных измерительных блоков в самые распространённые подстанции блочного, мачтового, столбового и киоскового типа, на безопасной и удобной для эксплуатации стороне низкого напряжения (в УНН 0,4 кВ и ЩО-хх). Заявляемая система проводит мониторинг состояния электрической сети и уровня высших гармонических составляющих напряжения и тока линии электропередачи, уровень которых при исправном состоянии линии находится на минимальном уровне, а при появлении однофазного замыкания наблюдается многократное усиление отдельных высших гармонических составляющих напряжения, что предоставляет возможность связать «резонансные» частоты с удаленностью однофазных замыканий на землю.

Научная новизна предлагаемых в проекте решений:

Предлагаемая разработка основана на дистанционном принципе, при котором удаленность однофазного замыкания на землю в сетях 6-35 кВ рассчитывается по параметрам тока на стороне 0,4 кВ подстанций малой и особо малой мощности среднего напряжения (СН). Во время однофазных замыканий на землю в спектре тока возникают определенные (500-3000 Гц) высшие гармоники, значения которых измеряются датчиками тока на стороне низкого напряжения с помощью встроенного и алгоритмического (цифрового) полосового фильтра. При этом определяется не только факт установившегося замыкания, но и рассчитывается расстояние до него. Кроме определения места повреждения система проводит телеизмерение, обеспечивая непрерывную наблюдаемость сети 6-35 кВ. Информация передается по беспроводному каналу LoRaWAN. В отличие от аналогов разработка не требует подключения дорогостоящих трансформаторов тока и напряжений СН, за счет измерения спектра на стороне 0,4 кВ.

Предлагаемая система позволяет использовать существующие и самые распространённые в РЭС подстанции малой и особо малой мощности среднего напряжения. Таким образом, снижается стоимость реализации проекта и появляется возможность осуществить непрерывную диагностику электрооборудования.

Обоснование необходимости проведения НИР:

Однофазные замыкания на землю (ОЗЗ) на линиях 6-35 кВ являются наиболее распространенными повреждениями распределительных электрических в сетях (городские и сельские сети, сети промышленных предприятий). При ОЗЗ из-за термического и электродинамического действия дуги происходит повреждение изоляции, в том числе и в неповрежденных фазах, что может привести к коротким замыканиям и отключению линии. Таким образом, ОЗЗ являются причиной более серьезных аварий и влекут за собой значительный экономический ущерб, например, для городских электрических сетей в 2017 году потери составили около 1,65 млн. руб. (~ 500 000 кВт·ч/год) (расчет для одного РЭС). Кроме этого, низкая наблюдаемость объектов распределительной сети 6-35 кВ не позволяет оперативно устранять нарушения в работе электрооборудования и сети в целом, а также ликвидировать последствия аварийных отключений, особенно в случае удаленных пригородных электрических сетей.

Для решения вышеуказанных проблем в данном проекте предлагается система мониторинга электрической сети с определением места повреждения (ОМП) при ОЗЗ в распределительных сетях 6-35 кВ на основе анализа в спектра токов и напряжений на стороне 0,4 кВ силовых трансформаторов блочных, киосковых, столбовых, шатровых и мачтовых подстанций СН.

Разрабатываемая система обладает гибкостью и низкой стоимостью монтажа, и обслуживания: не требует отключений линий при монтаже, большая безопасность при работах (отсутствие высокого потенциала на устройствах), использует уже существующие LPWAN каналы.

Кроме определения места повреждения, система проводит телеизмерение, обеспечивая непрерывную наблюдаемость сети 6-35 кВ.

Внедрение системы позволит повысить эффективность энергосистемы, наблюдаемость сети, снизить недоотпуск электроэнергии, уменьшить SAIDI и SAIFI, сократить время локализации и определения мест ОЗЗ, тем самым уменьшить издержки на восстановление электроснабжения и повысить бесперебойность подачи электроэнергии потребителю.

Основные технические параметры, определяющие количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции (в сопоставлении с существующими аналогами, в т.ч. мировыми):

Внедрение системы позволит повысить эффективность энергосистемы, наблюдаемость сети, снизить недоотпуск электроэнергии, увеличить надежность сети, уменьшить SAIDI и SAIFI, сократить время локализации и определения мест однофазных замыканий на землю (ОЗЗ), тем самым уменьшить издержки на восстановление электроснабжения и повысить бесперебойность подачи электроэнергии потребителю.

Разрабатываемая система обладает гибкостью и низкой стоимостью монтажа, и обслуживания: не требует отключений линий при монтаже, большая безопасность при работах (отсутствие высокого потенциала на устройствах), использует уже существующие LPWAN каналы. Сравнение стоимости с основными существующими аналогами на рынке представлено ниже (указаны приблизительные цены):

Предлагаемое решение - около 30 тысяч рублей;

Сириус-ОЗЗ - около 92 тысяч рублей;

ИКЗ Антракс - около 100 тысяч рублей.

Существующие решения основаны на измерение суммы токов нулевой последовательности при однофазном замыкании на землю, определяя факт возникновения ОЗЗ. ("Сириус-ОЗЗ", "Антракс"). Данные способы позволяют определять либо только поврежденную отпайку, либо поврежденный участок, но не расстояние до места ОЗЗ. В предлагаемой системе используется оригинальный метод определения места повреждения при ОЗЗ, который обладает высокой точностью по сравнению с традиционными методами, реализуемыми в существующих сегодня на рынке решениях: погрешность ниже на 15-20 %.

Конструктивные требования (включая технологические требования, требования по надежности, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту, хранению, упаковке, маркировке и транспортировке):

Система включает в себя: датчики тока, смарт-контроллер, антенну, металлический корпус со степенью защиты IP54, радиомодем, базовую станцию, сервер для вывода информации. Элементы системы должны быть защищены от электромагнитных помех (ГОСТ 13109-97 "Межгосударственный стандарт.

Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения"), ГОСТ Р 51317.4.5-99 "Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Питание элементов системы должно осуществляться от блока питания напряжением 24 В выпрямленного тока. Диапазон измеряемых частот - 2 кГц до 20 кГц.

Требования к ремонту, эксплуатации техническому обслуживанию должны соответствовать общим требованиям ремонту и обслуживанию электроустановок "Правила технической эксплуатации электроустановок, потребителей". К маркировке особых требований нет.

Требования к стойкости устройства при воздействии механических факторов в условиях хранения и транспортирования должны соответствовать ГОСТ 23216-78 «Межгосударственный стандарт. Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования»

Требования по патентной защите (наличие патентов), существенные отличительные признаки создаваемого продукта (технологии) от имеющихся, обеспечивающие ожидаемый эффект:

В рамках выполнения проекта планируется подать заявку на получение патента на полезную модель. Система мониторинга сети и определения мест однофазных замыканий на землю на для установки в подстанции малой и особо малой мощности в распределительных сетях среднего напряжения отличается от аналогов тем, что производит измерения текущей амплитуды и частоты спектра напряжения; выделяет высшие гармонические составляющие напряжения посредством быстрого преобразования Фурье непосредственно в самом устройстве, представляет возможность установки как на высоком (6-10-35 кВ), так и на низком (0,4 кВ) напряжениях потребительских подстанций, для передачи информации используется беспроводной канал LoRaWAN, также позволяет проводить непрерывный мониторинг распределительной электрической сети.

Календарный план проекта в рамках договора по программе «УМНИК»

Первый этап:

1. Проведение экспериментальных исследований на математической модели распределительной сети.
 2. Разработка детального алгоритма работы системы.
 3. Разработка проекта экспериментального образца системы.
 4. Сборка экспериментального образца разрабатываемой системы.
-

Второй этап:

1. Разработка программного обеспечения для системы.
 2. Проведение лабораторных испытаний программы и омологация системы.
 3. Создание технического решения для системы.
 4. Проведение лабораторных испытаний экспериментального образца.
-

КОММЕРЦИАЛИЗУЕМОСТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Область применения:

Система относится к области электротехники и электроэнергетики и предназначена для установки на подстанциях на стороне низкого напряжения трансформатора в распределительных сетях 6-35 кВ. Данную систему можно будет использовать в электросетевых компаниях и на крупных промышленных предприятиях.

Объем внебюджетных инвестиций, собственных средств и иных источников, источники средств и формы их получения, распределение по статьям:

В настоящее время проект не имеет внебюджетных инвестиций. Имеется доступ к программно-аппаратному комплексу RTDS для проведения испытаний.

Имеющиеся аналоги:

Аналогом является способ определения дальности до однофазного замыкания на землю в линиях электропередачи, который предполагает фиксацию напряжения и тока основных гармоник. Подается напряжение основных гармоник на входы моделей, измеряются токи основных гармоник, определяются углы комплексных нагрузок, выбирается нагрузка с нулевым углом и принимается, что место повреждения соответствует месту подключения указанной нагрузки и величинам ее активных проводимостей (Патент РФ №RU 2033622, МПК G01R31/11, H02H3/28, 20.04.1995) Недостаток: неоднозначная зависимость основной частоты от характера нагрузки (индуктивный, емкостной характер). Характер нагрузки влияет на смещение резонансной частоты. В предлагаемой системе для выделения искомым частот предложено использовать FFT анализ.

Известен способ определения расстояния до места замыкания на землю линии электропередачи, в котором определяется реактивное сопротивление X петли замыкания на землю и вычисляется искомое расстояние L как отношение X к погонному реактивному сопротивлению Y линии. (Патент РФ №RU 2153179, МПК G01R31/08, 20.07.2000). Недостатком второго аналога является возможность определения расстояния до места замыкания на землю только при условии "металлического" замыкания. Данный вид замыканий не является преобладающим в сетях среднего напряжения. Вторым недостатком является, что при наличии отпаек на воздушной линии с нагрузкой, носящей неоднородный характер, применение данного метода будет иметь ограничения в виде необходимости учета данных нагрузок.

В качестве прототипа выбран способ определения места повреждения на линиях электропередачи по спектру переходного процесса, в котором измеряются напряжения и токи доаварийного и аварийного режимов. Из спектра сигналов выделяются частоты стоячей волны. Определяют расстояние L от начала

линии до места повреждения по формуле $L=C/4 \cdot F$ (C - скорость распространения электромагнитной волны по линии электропередачи, F - частота стоячей волны переходного процесса для участка от начала линии до места повреждения). Для однофазных замыканий на землю дополнительно определяют расстояние L1 от конца линии до места повреждения по формуле $L1=C/2 \cdot F1$, (F1- частота стоячей волны переходного процесса для участка от конца линии до места повреждения). (Патент РФ №RU 2503965 C2, МПК G01R 31/00, 10.01.2014). Недостатком прототипа является необходимость физического подключения к линиям электропередачи через измерительные трансформаторы.

Дополнительным преимуществом перед аналогами является то, что система кроме определения места повреждения позволяет проводить мониторинг состояния сети среднего напряжения (СН) (контроль наличия/отсутствия питания потребителей, Push Alarm при ненормальных/аварийных режимах), используя самые распространённые в РЭС подстанции малой и особо малой мощности СН. Тем самым снижается стоимость реализации проекта и появляется возможность осуществить непрерывную диагностику электрооборудования.

План коммерциализации проекта:

1. Проведение детального анализа рынка в области продуктов по диагностике распределительных электрических сетей, оборудования среднего напряжения. Изучение рынка по запросам потребителей и предложений разработчиков (конкурентов).
2. Проведение патентного анализа. Подготовка документов для подачи заявки на патент.
3. Разработка технического проекта для разрабатываемой системы. Подготовка технического задания, рабочей конструкторской документации на устройства системы мониторинга.
4. Разработка математической модели/программы-скрипта и проведение лабораторных испытаний. Омологация системы по результатам испытаний.
5. Расчет параметров аварийного режима при повреждениях участка объекта электросетевых компаний. Создание виртуальной модели аварийных режимов для проверки программы-скрипта системы.
6. Разработка экспериментального образца системы мониторинга и программного обеспечения для передачи/обработки данных.
7. Создание программы для визуализации данных о состоянии распределительной электрической сети, полученных с устройств системы.
8. Разработка руководств по монтажу и эксплуатации, рабочей документации для эксплуатации на объектах электросетевых компаний.

ФАЙЛЫ

1. Зиганшин_Инсаф_Умник_Энерджинет.pdf